



Hojas Verdes

apio culantro lechuga

Manual de buenas prácticas agrícolas con enfoque de adaptación al cambio climático

Elaborado por CEDECO y la Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria del MAG



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

GOBIERNO DE COSTA RICA

INTA



Instituto Nacional de Aprendizaje



Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible

con el apoyo de
Tu-Modelo
TURISMO - MOTOR DE DESARROLLO LOCAL



ADAPTATION FUND



Hojas Verdes

apio culantro lechuga

Manual de buenas prácticas agrícolas con enfoque de adaptación al cambio climático

Elaborado por CEDECO y la Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria del MAG



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

GOBIERNO DE COSTA RICA

INTA

 Instituto Nacional de Aprendizaje
Llave del Progreso

 Fundecooperación
para el Desarrollo Sostenible

con el apoyo de
Tu-Modelo
TURISMO - MOTOR DE DESARROLLO LOCAL

 ADAPTATION FUND

Ministerio de Agricultura
y Ganadería de Costa Rica

Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria

Instituto Nacional de Innovación
y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Instituto Nacional de Aprendizaje

FUNDECOOPERACIÓN para
el Desarrollo Sostenible

***Apio (*Apium graveolens*),
Culantro (*Coriandrum sativum*)
y Lechuga (*Lactuca sativa*)***

**MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS
AGRÍCOLAS CON ENFOQUE DE
ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Coordinación

Karen Rodríguez López
Mauricio Chacón Navarro
Laura Ramírez Cartín
Mario Regidor Fernández
Andrea Rodríguez Marín

Revisión Técnica

Paola Brenes Ugalde
Hugo Montero González

San José, Costa Rica
2024





| | |
|---|-----------|
| Tabla de contenido | 5 |
| Agradecimientos | 7 |
| Listado de Figuras | 8 |
| Listado de Cuadro | 9 |
| Presentación | 10 |
| I. Introducción | 12 |
| Enfoques: una salud, sostenibilidad y adaptación al cambio climático | 13 |
| Cambio climático | 13 |
| Adaptación y su importancia hoy en día en la agricultura | 15 |
| Aspectos de atención técnica para la adaptación al cambio climático en la agricultura | 17 |
| Importancia del cultivo de apio, culantro y lechuga en Costa Rica | 19 |
| Principales beneficios para la salud | 20 |
| II. Aspectos generales de la planificación del cultivo | 23 |
| Diagnóstico de la finca | 24 |
| Plan de manejo | 26 |
| Sistema de registros | 26 |
| III. Generalidades del cultivo | 28 |
| Taxonomía | 29 |
| Descripción botánica | 29 |
| Requerimientos de clima y suelo | 31 |
| IV. Manejo del cultivo | 34 |
| Preparación del suelo | 35 |
| Uso de coberturas | 37 |
| Prácticas de conservación del suelo | 37 |
| Semilla | 41 |
| Variedades | 41 |
| Selección de la semilla o plántulas | 44 |

Tabla de contenidos

| | |
|---|------------|
| Elección de sustratos | 45 |
| Elaboración de almácigo | 47 |
| Siembra y trasplante | 48 |
| Distancias de siembra recomendadas | 50 |
| Nutrición | 56 |
| Requerimientos nutricionales | 57 |
| Análisis de suelo e interpretación | 59 |
| Uso de fertilizantes y enmiendas | 61 |
| Enmiendas | 61 |
| Fertilizantes | 62 |
| Riego | 71 |
| Tipos de riego recomendado | 71 |
| Calidad del agua | 73 |
| Conservación del agua | 74 |
| Control de plagas y enfermedades | 76 |
| Manejo Integrado de Plagas (MIP) | 76 |
| Principales enfermedades abióticas | 77 |
| Principales plagas y control recomendado | 79 |
| Principales enfermedades y control recomendado | 85 |
| Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades | 90 |
| Límite Máximo de Residuos | 92 |
| Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades | 92 |
| Uso y manipulación de agroquímicos | 100 |
| Equipos de aplicación | 102 |
| Envases vacíos de agroquímicos | 103 |
| Control de arvenses | 105 |
| V. Cosecha y postcosecha | 107 |
| Momento de la cosecha | 108 |
| Transporte del producto | 111 |
| Gestión de residuos | 112 |
| VI. Tecnologías de precisión en la producción de hojas verdes | 113 |
| VII. Bibliografía | 117 |
| VIII. Anexos | 124 |
| Anexo 1. Lista de buenas prácticas agrícolas para la adaptación de los cultivos de apio, culantro y apio al cambio climático | 125 |





Queremos extender nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han dedicado su tiempo y esfuerzo para contribuir en la elaboración de este manual. Cada aporte ha sido invaluable, desde la generación de ideas hasta la revisión y validación final del material. Sin su colaboración, este proyecto no habría sido posible. Agradecemos profundamente su dedicación y compromiso.

- Francisco Abdallah Arrieta, INA
- Luis Blanco Vargas, Productor Zarcero
- Carlos Mauricio Blanco Rojas, Productor Zarcero
- Paola Brenes Ugalde, INA
- Héctor Campos Morgan, AEA de Sarchí
- Alfredo Garita Hernández, AEA de Santa Bárbara
- Henry Guerrero Rodríguez, Productor Zarcero
- Guillermo Guillén Sánchez, AEA de Jiménez
- Kathy Lines Guitiérrez, INTA
- Oscar Milton Vargas Hernández, AEA de Carillo
- José Monge Palma, INA
- Hugo Montero González, INTA
- Katherine Murillo Murillo, AEA de San Ramón
- Didier Núñez Cordero, AEA de Jiménez
- José Carlos Picado, INTA
- Stephanie Quirós Campos, INTA
- Mainor Rojas Barrantes, AEA de Zarcero
- Rolando Tencio Camacho, Unidad de Extensión Agropecuaria Región de Desarrollo Central Oriental
- Luis Daniel Ureña Alvarado, Productor San Ramón
- Jairo Vásquez Vásquez, Productor San Ramón
- Alejandro Valenciano, Productor Zarcero

Elaborado con el financiamiento del **Fondo de Adaptación** por medio del **Programa Adapta2+** implementado por **Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible**.

Agradecimientos

Listado de figuras

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 1. | Cultivo culantro _____ | 21 |
| Figura 2. | Comparativa entre los resultados obtenidos en los años 2020, 2021 y 2022 en los principales casos nacionales de incumplimientos a la reglamentación en LMR _____ | 22 |
| Figura 3. | Cultivo de lechuga _____ | 22 |
| Figura 4. | Sistema radicular cultivo de culantro _____ | 30 |
| Figura 5. | Preparación de suelo en cultivo de lechuga _____ | 36 |
| Figura 6. | Fotografía Aparato A _____ | 38 |
| Figura 7. | Marcado de curva de nivel _____ | 39 |
| Figura 8. | Curvas de nivel en cultivo de hojas verdes _____ | 40 |
| Figura 9. | Uso de cortina rompevientos en el cultivo de lechuga _____ | 41 |
| Figura 10. | Siembra de almácigo _____ | 45 |
| Figura 11. | Almácigo de lechuga _____ | 48 |
| Figura 12. | Siembra de culantro _____ | 50 |
| Figura 13. | Cultivo de culantro y lechuga a campo abierto _____ | 51 |
| Figura 14. | Cultivo de apio en invernadero _____ | 54 |
| Figura 15. | Microtúnel para cultivo de hojas verdes _____ | 55 |
| Figura 16. | Biofábrica con bioinsumos destinados a la nutrición, prevención y control de plagas y enfermedades _____ | 70 |
| Figura 17. | Demostración de instalación de riego por goteo _____ | 71 |
| Figura 18. | Daño por minador de la hoja <i>Liriomyza sp</i> en apio _____ | 78 |
| Figura 19. | Daño de arañita roja <i>Tetranychus urticae</i> en apio _____ | 80 |
| Figura 20. | Cortadores <i>Agrotis sp</i> en cultivo de lechuga _____ | 84 |
| Figura 21. | Caracoles y babosas en cultivos de lechuga _____ | 84 |
| Figura 22. | Daño de <i>Cercopora apii</i> en apio _____ | 86 |
| Figura 23. | Daño causado por Esclerotinia o podredumbre blanca en lechuga _____ | 89 |
| Figura 24. | Pudrición suave bacteriana <i>Pectobacterium carotovorum</i> en lechuga _____ | 89 |
| Figura 25. | Banda toxicológica de plaguicidas _____ | 91 |
| Figura 26. | Equipo de Protección Personal (EPP) según el consejo Salud Ocupacional de Costa Rica _____ | 102 |
| Figura 27. | Triple lavado _____ | 104 |
| Figura 28. | Estibado de producto _____ | 111 |





| | | |
|------------|---|----|
| Cuadro 1. | Clasificación taxonómica de los cultivos presentes del manual _____ | 29 |
| Cuadro 2. | Principales variedades de apio registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS) _____ | 42 |
| Cuadro 3. | Principales variedades de culantro registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS) _____ | 42 |
| Cuadro 4. | Principales variedades de lechuga registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS) _____ | 43 |
| Cuadro 5. | Ventajas y desventajas del riego por goteo _____ | 72 |
| Cuadro 6. | Principales enfermedades abióticas en el cultivo de apio, culantro y lechuga _____ | 78 |
| Cuadro 7. | Principales plagas en el cultivo de apio _____ | 79 |
| Cuadro 8. | Principales plagas en el cultivo de culantro _____ | 81 |
| Cuadro 9. | Principales plagas en el cultivo de lechuga _____ | 82 |
| Cuadro 10. | Principales enfermedades en el cultivo de apio _____ | 85 |
| Cuadro 11. | Principales enfermedades en el cultivo de culantro _____ | 86 |
| Cuadro 12. | Principales enfermedades en el cultivo de lechuga _____ | 88 |

Listado de cuadros

Presentación

En un mundo donde los efectos del cambio climático son cada vez más evidentes, la agricultura se enfrenta a desafíos sin precedentes. Los patrones climáticos cambiantes, las variaciones en las precipitaciones y las temperaturas extremas, afectan directamente tanto a los cultivos como a la seguridad alimentaria global. Ante este desafío, Costa Rica ha venido trabajando para preparar los sectores en medidas de acción climática, para reducir los impactos y avanzar hacia la adaptación.

Existe mucha de esta información disponible, sin embargo, la dispersión existente en fuentes varias, como instituciones del sector agropecuario, la academia y entidades privadas, justifican un esfuerzo de sistematización, que permita a futuro, a una actualización periódica.

La amenaza del cambio climático, tiene potenciales efectos sobre la disponibilidad de alimentos y sobre el cumplimiento de los parámetros permitidos de uso de pesticidas. Cultivos como el tomate, chile dulce y hojas verdes, son particularmente importantes en la dieta del costarricense, y a su vez, altamente sensibles a factores del clima, lo que demanda una mayor atención en la aplicación de prácticas agrícolas adecuadas, que aseguren la producción en cantidad y calidad.





Este manual de buenas prácticas agrícolas está diseñado para contribuir a la adaptación al cambio climático en el cultivo, se presenta como una guía integral destinada a apoyar a las personas involucradas en el asesoramiento técnico, busca:

- Proporcionar una guía práctica para el manejo integral de los factores que afectan el desarrollo del cultivo en su entorno, lo cual facilita el uso adecuado de insumos de síntesis.
- Promover prácticas agrícolas para un manejo óptimo del suelo, pues en él se llevan a cabo una serie de procesos beneficiosos, tanto para los cultivos como para el medio ambiente.
- Ofrecer información acerca de prácticas de adaptación destinadas a fortalecer la resiliencia de los sistemas de producción ante un clima cambiante.

Es un esfuerzo de la Dirección Nacional de Extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el patrocinio de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y la participación activa del INTA y el INA, en beneficio de la persona productora, los consumidores y el ambiente.

Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria
Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica

Introducción





Enfoques: una salud, sostenibilidad y adaptación al cambio climático

Este manual adopta tres enfoques interconectados y de igual importancia:

- 1. Sostenibilidad:** se aboga por una perspectiva holística que preserve y mejore los recursos naturales, lo cual reduce los impactos ambientales y asegura la viabilidad a largo plazo de la producción de hojas verdes. Esto, a su vez, garantiza la sostenibilidad económica a largo plazo para los agricultores y las comunidades agrícolas.
- 2. Una salud:** reconociendo la relación intrínseca entre la salud de los cultivos, la salud de los suelos, la salud de los ecosistemas, la salud humana y la seguridad alimentaria, en este manual se promueven prácticas agrícolas que incentiven la equidad y minimicen los riesgos para la salud, tanto de las personas agricultoras como de las consumidoras. Por ello, se abordan prácticas destinadas a reducir el uso de plaguicidas, impulsar la biodiversidad y fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas.
- 3. Adaptación al cambio climático:** este manual se centra en acciones concretas para enfrentar los desafíos climáticos. Por ende, ofrece herramientas destinadas a gestionar la variabilidad climática, mitigar los impactos negativos y capitalizar las oportunidades que puedan surgir en este nuevo contexto.

Cambio climático

La variabilidad climática y los periodos prolongados de escasez de agua de lluvia representan un factor limitante para el cultivo de hojas verdes. Específicamente, cultivos como el culantro, apio y lechuga se caracterizan por tener raíces pivotantes y un desarrollo que explora los primeros 30 cm del suelo. A la vez, la capacidad de retención de agua en el suelo, determinada por la textura, contenido de materia orgánica y profundidad de enraizamiento, impacta significativamente en cultivos de hojas verdes como culantro, apio y lechuga. Suelos con mayor retención de agua favorecen un crecimiento saludable y la calidad de las hojas en estos cultivos. Este conocimiento es crucial para una gestión eficiente del riego y la planificación agrícola.

El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo en los patrones climáticos de la Tierra, especialmente los relacionados con el aumento de la temperatura promedio global. Estos cambios son causados principalmente por actividades humanas, como la extracción y uso de combustibles fósiles, la industria, la deforestación y la agricultura intensiva, que liberan gases de efecto invernadero a la atmósfera, razón por la cual se atrapa radiación y se aumenta la temperatura de la Tierra. Entonces, como consecuencia del cambio climático se da:

Aumento de la temperatura: las temperaturas promedio están aumentando en todo el mundo. Esto puede resultar en olas de calor más intensas y prolongadas, lo que puede dañar los cultivos y disminuir la producción agrícola.

Cambios en los patrones de lluvia: el cambio climático puede alterar los patrones de lluvia, lo que puede llevar a sequías más largas y severas en algunas regiones, así como a inundaciones más intensas en otras. Estos eventos climáticos extremos pueden dañar suelos y cosechas.

El ENOS es un fenómeno oceánico-atmosférico que involucra la interacción de las aguas superficiales del océano Pacífico tropical con la atmósfera. Este fenómeno genera dos eventos: El Niño, con anomalías cálidas, y La Niña, con anomalías frías. El calentamiento climático ha intensificado estos fenómenos. En el 2018/2019, decretos ejecutivos declararon estado de emergencia en 25 cantones y 16 distritos debido al déficit hídrico provocado por El Fenómeno del Niño. En los cantones de Cartago y Oreamuno, las pérdidas en el sector agrícola alcanzaron los 103,793,223 millones de colones (CNE, 2019).

Aumento del estrés hídrico: el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones pueden aumentar el estrés hídrico en las plantas, lo que dificulta su crecimiento y desarrollo.

Aumento en la incidencia de plagas y enfermedades: las condiciones climáticas cambiantes pueden favorecer la proliferación de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, lo cual requiere un control más intensivo y costoso.

Desplazamiento de zonas de cultivo: a medida que las temperaturas aumentan, y se alteran los patrones de





distribución de agua, las zonas con potencial uso del suelo para un cultivo en particular pueden variar. Esto podría obligar a las personas agricultoras a cambiar de actividad productiva o migrar a otras zonas.

Pérdida de biodiversidad: el cambio climático también puede afectar la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas, lo cual puede impactar negativamente la polinización de cultivos y la disponibilidad de recursos naturales.

Impacto en la economía familiar: los efectos adversos derivados de la variabilidad climática asociada al calentamiento global se reflejarán en la disminución de los ingresos económicos de los pequeños productores, lo cual ejerce presión hacia la migración y desmotiva a las generaciones jóvenes a asumir la actividad agrícola.

Adaptación y su importancia hoy en día en la agricultura

La adaptación en la agricultura es fundamental para responder de manera efectiva a los cambios en las condiciones del clima y desafíos ambientales, climáticos, económicos y sociales. Esta adaptación desempeña un papel crucial en el sector agropecuario de Costa Rica y en otras partes del mundo debido a diversos factores clave.

En primer lugar, Costa Rica ha experimentado cambios significativos en los patrones climáticos que afectan directamente a la agricultura. Estos cambios incluyen el aumento de las temperaturas, variaciones en los patrones de lluvia y la ocurrencia de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones. La adaptación se convierte en una necesidad apremiante para que las personas productoras puedan hacer frente a estos desafíos, ajustar sus prácticas agrícolas y asegurar la continuidad de la seguridad alimentaria.

Además, la promoción de la agricultura sostenible es un objetivo primordial en Costa Rica. La adaptación en este contexto implica la implementación de prácticas agrícolas que preserven los recursos naturales, como los suelos y el agua, al mismo tiempo que reduzcan la contaminación, lo cual contribuye a un desarrollo agrícola más equilibrado y sostenible.

La Política Pública para el Sector Agropecuario Costarricense 2023–2032 tiene como objetivo promover la sostenibilidad económica, social y ambiental en el sector a través de herramientas y mecanismos que impulsen el desarrollo y el bienestar de la población vinculada. Su Eje 3, Productividad y Competitividad, busca aumentar la productividad y sostenibilidad mediante mecanismos eficientes para enfrentar los desafíos del mercado. Así pues, para lograrlo ha establecido cinco líneas estratégicas para su desarrollo:

- 1. Eficiencia en el uso de los recursos naturales para la producción:** procura orientar el uso responsable de recursos naturales en la producción agropecuaria para obtener beneficios económicos y asegurar su sostenibilidad.
- 2. Disponibilidad y uso de semillas y material genético:** mejorar la productividad agrícola con semillas resistentes a plagas, ya sea mediante innovación nacional o importación de material genético adecuado.
- 3. Producción sostenible y gestión del riesgo:** orientar el sector agropecuario hacia oportunidades tecnológicas e innovadoras para aumentar su competitividad, rentabilidad y atraer a la población joven.
- 4. Producción sostenible y la gestión del riesgo:** son esenciales para adaptarse a cambios ambientales y económicos, garantizando el uso eficiente de recursos, reduciendo el impacto ambiental, asegurando la seguridad alimentaria y mejorando la resiliencia de las comunidades frente a desastres y fluctuaciones del mercado.
- 5. Investigación y transferencia de tecnología agropecuaria:** fomentar tecnologías adecuadas y avanzar en biotecnología para su aprovechamiento general en el sector agroindustrial.

Otro aspecto fundamental de la adaptación es el acceso a tecnologías agrícolas modernas que contribuyan a mejorar la competitividad del sector agrícola. Esto implica elevar el nivel de conocimientos de las personas productoras y profesionales en prácticas que mitiguen los efectos de la variabilidad climática. Este enfoque no solo incrementa la eficiencia de la agricultura, sino que también fortalece la





capacidad de las y los productores para ajustarse a las cambiantes circunstancias.

Finalmente, la adaptación en la agricultura tiene un componente socioeconómico crucial, lo cual se refiere a la capacidad de las y los productores y las comunidades rurales para mantener su nivel de vida y prosperidad en un entorno en constante transformación. Esto implica la necesidad de estrategias de desarrollo rural que fomenten la resiliencia y la estabilidad económica.

En resumen, la adaptación en la agricultura es esencial para garantizar la seguridad alimentaria, conservar los recursos naturales y mejorar la resiliencia de las comunidades rurales. Estos esfuerzos deben estar respaldados por políticas gubernamentales, investigación agrícola y colaboración entre agricultores, científicos y entidades gubernamentales, con el objetivo de asegurar un futuro sostenible para la agricultura costarricense.

Aspectos de atención técnica para la adaptación al cambio climático en la agricultura

Las prácticas de adaptación en la agricultura son estrategias y acciones que los agricultores y el sector agrícola pueden implementar para hacer frente a los desafíos derivados de factores ambientales, climáticos, económicos y sociales cambiantes. A continuación, algunas de las principales prácticas de adaptación empleadas en la agricultura:

- 1. Administración eficiente:** al tomar decisiones informadas, gestionar recursos y tecnología de manera efectiva, cumplir con estándares de calidad y manejar los riesgos de manera efectiva, las personas agricultoras pueden adaptarse mejor a estas condiciones cambiantes, con lo cual protege sus cultivos y sus ingresos.
- 2. Selección de cultivos y variedades resistentes o adaptadas:** elegir cultivos y variedades que sean más resistentes o de mayor adaptación a condiciones climáticas adversas, enfermedades o plagas puede aumentar la capacidad de adaptación de las y los agricultores.
- 3. Uso de registros:** el uso de registro permite a las personas agricultoras recopilar y analizar datos relevantes sobre su gestión. Al contar con un historial de información, los agricultores pueden ajustar sus estrategias de producción, reducir pérdidas y optimizar el uso de

recursos. Esta capacidad es fundamental para afrontar las cambiantes condiciones en la agricultura, con lo cual se asegura tanto la sostenibilidad como la competitividad en el sector.

- 4. Gestión del recurso hídrico:** el agua es un recurso limitado y su disponibilidad puede ser influenciada por factores climáticos y humanos. Una gestión eficiente de este recurso es fundamental para asegurarse su uso sostenible. Se pueden emplear sistemas de riego de precisión, adoptar sistemas de captación de agua de lluvia y aplicar prácticas de conservación del suelo y el agua, lo cual maximiza la eficiencia y reduce el desperdicio

En el caso de los cultivos de hojas verdes es esencial disponer de un sistema de riego por goteo para satisfacer directamente las necesidades de agua de las raíces. Es importante destacar que cultivos como la lechuga poseen un sistema radicular pivotante a una profundidad de 30 cm, con raíces secundarias que pueden desarrollarse entre 5 y 30 cm.

- 5. Cosecha de agua, reservorios de agua:** estas prácticas permiten a los agricultores asegurar un suministro confiable de agua, fortalecer su resiliencia frente a eventos climáticos adversos y disminuir su dependencia de fuentes de agua naturales, lo que en conjunto contribuye a una agricultura más sostenible y adaptable a las cambiantes condiciones climáticas.
- 6. Manejo sostenible del suelo:** la implementación de prácticas como la siembra en contorno, el uso de barreras vivas, barreras rompevientos y coberturas, son algunas alternativas que contribuyen a mitigar el impacto de la erosión del suelo causada por la escorrentía del agua o las pérdidas debidas al efecto del viento.
- 7. Manejo integrado de plagas y enfermedades:** es una estrategia que combina prácticas y enfoques específicos de gestión biológica, química, física y agrícola con el fin de promover la producción de cultivos saludables y minimizar la dependencia de plaguicidas. Esta metodología busca mitigar o reducir al mínimo los riesgos que estos productos plantean para la salud humana y el medio ambiente (FAO, 2023).





8. Uso de tecnologías para la automatización: la adopción de tecnologías agrícolas avanzadas, como sensores de clima, sistemas de información geográfica y aplicaciones móviles, puede ayudar a las y los agricultores a tomar decisiones más informadas, y así anticiparse a los cambios en las condiciones; es decir, se generan ambientes protegidos y ambientes controlados.

Importancia del cultivo de apio, culantro y lechuga en Costa Rica

La producción de hojas verdes, como apio, lechuga y culantro, en Costa Rica, es esencial por diversas razones que abarcan aspectos nutricionales, económicos y ambientales.

La producción orgánica de hortalizas en 2019 abarcó 89 hectáreas, lo cual se redujo en 17 hectáreas para el 2022; esto representa una disminución del -80,2 %. En términos de importación de semillas, la adquisición de semillas de culantro experimentó una disminución del -40,1 %, pasando de 77,1 toneladas en 2019 a 45,9 toneladas en 2022. De manera similar, las semillas de lechuga importadas se redujeron en un -59,4 %, descendiendo de 0,5 toneladas en 2019 a 0,2 toneladas en 2022 (SEPSA 2023).

En 2015, el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA) identificó que las hortalizas son consumidas principalmente en el almuerzo y las más consumidas en los hogares son el tomate, manteniéndose como la hortaliza líder con un 12,9 %, seguido por la papa con un 12,4 %, el repollo con un 8,1 %, la zanahoria con un 8,0 %, la lechuga con un 7,8 % y el chayote con un 5,9 %. Además, el 43,8 % de los encuestados indicó que la principal razón para consumirlas desde el año 2000 es su “valor nutricional”, mientras que el 34,9 % mencionó el “gusto propio” como la segunda razón más importante.

En cuanto al consumo per cápita de hortalizas, para el 2015, los hogares costarricenses consumían 112.57 kg anualmente, siendo los adultos de 22-59 años los principales consumidores, en segundo lugar los niños de 0-12 años. El consumo de lechuga aumentó de 3,2 kilogramos en 2002 a 4,83 kilogramos en 2015. En el caso del culantro, se registró un descenso de 3,22 kg

en 2002 a 1,68 kg en 2015 y con respecto al apio, el consumo pasó de 1,14 kg a 2,21 kg en 2009 (PIMA, 2015).

En relación con la preferencia de adquirir estos productos, la “Feria del Agricultor” ha mantenido un comportamiento constante desde el año 2000. En segundo lugar de preferencias se destacaron las “verdulerías independientes”, y en tercer lugar las “cadenas de supermercados”, siendo la calidad y el precio las principales razones de elección (PIMA, 2015).

En cuanto a la frecuencia de compra de hortalizas, se indicó que la mayoría de las personas realiza la compra principal una vez a la semana, disponiendo de un presupuesto que oscila entre los 10 000 colones a la semana o menos de 40 000 al mes (PIMA, 2015).

Principales beneficios para la salud

Los alimentos mencionados (apio, culantro y lechuga) son componentes valiosos en la dieta de los costarricenses debido a su aporte nutricional significativo. Aquí hay una breve descripción de la importancia nutricional de cada uno:

Apio

Es una fuente rica en vitaminas como la K y la C, así como en minerales esenciales como el potasio y el folato. Funciona como alimento regulador, lo cual favorece la pérdida de peso gracias a su acción diurética. También, se destaca como una excelente fuente de fibra dietética para la salud digestiva y la regulación de azúcar en la sangre. Además, beneficia el sistema circulatorio, lo que contribuye a reducir el colesterol, combatir la hipertensión y prevenir enfermedades cardiovasculares (CEDECO, 2021).

Culantro

El culantro se destaca como una valiosa fuente de antioxidantes, vitaminas y minerales esenciales como el hierro y el calcio. Tanto las semillas como el extracto y los aceites de culantro han demostrado su capacidad para reducir los niveles de azúcar en la sangre. Es importante señalar que las personas con niveles bajos o que toman medicación para la diabetes deben tener precaución, ya que el culantro es altamente efectivo en este aspecto (CEDECO, 2021).





Figura 1. Cultivo del culantro



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.

Lechuga

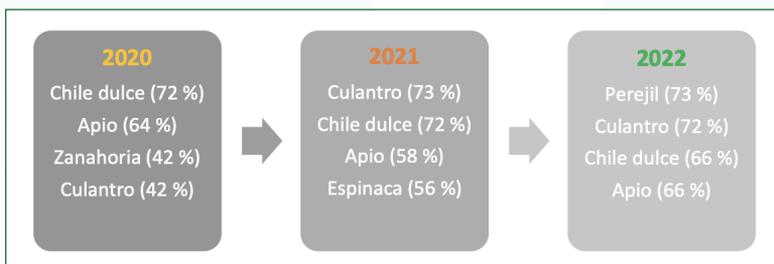
La lechuga es una fuente completa de minerales esenciales, como hierro, magnesio, calcio, yodo, fósforo, cobre, cobalto, zinc y potasio, los cuales se concentran principalmente en sus tallos. Además, sus hojas aportan vitaminas A, C, D, E y del Complejo B (CEDECO, 2021).

A modo general, es relevante señalar que estos cultivos contribuyen significativamente al aporte nutricional en la dieta de los consumidores. Sin embargo, estos beneficios pueden disminuir si el manejo de los cultivos implica una alta carga de químicos. Según el SFE (2022), las muestras de cultivos como el apio indicaron que el 66 % del total no cumplió con los LMR, mientras que en el caso del culantro, este porcentaje fue del 72 %. Por último, el 33 % de las muestras de lechuga presentaron problemas con los LMR.

En la Figura 1 se presenta la tendencia de estos cultivos durante los periodos 2020 y 2021, lo cual evidencia

el incumplimiento de los LMR. Al respecto, es notable destacar que el culantro muestra un aumento en los casos de incumplimientos.

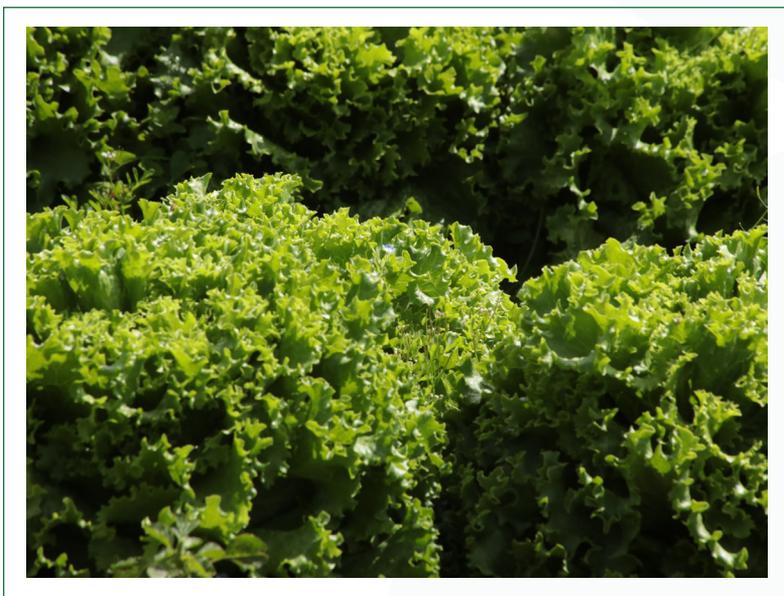
Figura 2. Comparativa entre los resultados obtenidos en los años 2020, 2021 y 2022 en los principales casos nacionales de incumplimientos a la reglamentación en LMR



Fuente: SFE, 2022

Sin duda, es crucial que las personas productoras adopten buenas prácticas agrícolas, entre lo cual se destaca el manejo integrado de plagas y enfermedades para reducir el uso de agroquímicos. Esto implica acciones como monitoreo de plagas, uso de controladores biológicos y prácticas eficientes de manejo de residuos poscosecha.

Figura 3. Cultivo de lechuga



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.





Aspectos generales de la **planificación** del **cultivo**



Diagnóstico de la finca

Un diagnóstico de finca proporciona a la persona agricultora, extensionista o interesada, la base necesaria para tomar decisiones informadas y planificar estrategias de adaptación efectivas que maximicen la productividad y la sostenibilidad en la producción de hojas verdes.

El diagnóstico de finca es importante como una práctica de adaptación al cambio climático (CC) por varias razones, entre ellas:

- **Identificación de vulnerabilidades:** a través del diagnóstico de finca, se puede identificar las áreas de su producción que son más vulnerables a los efectos del cambio climático, tales como: sequías, inundaciones, cambios en las temperaturas, etc. Esto permite una comprensión más precisa de los riesgos y la toma de medidas adecuadas.
- **Planificación de la adaptación:** con un diagnóstico sólido, las personas extensionistas y agricultoras pueden planificar estrategias de adaptación específicas para abordar las vulnerabilidades identificadas. Pueden implementar prácticas agrícolas más resistentes al clima, seleccionar cultivos y variedades adaptadas, y tomar medidas para reducir los riesgos climáticos.
- **Uso eficiente de recursos:** el diagnóstico de finca ayuda a las personas agricultoras a utilizar sus recursos, como agua, suelo y mano de obra, de manera más eficiente. Les permite tomar decisiones fundamentadas sobre la administración de sus recursos con el propósito de maximizar la producción y reducir los efectos del cambio climático.
- **Mejora de la resiliencia:** la adaptación al cambio climático implica aumentar la resiliencia de las fincas. Con un diagnóstico adecuado se pueden implementar prácticas y tecnologías que fortalezcan su capacidad para resistir y recuperarse de eventos climáticos extremos.
- **Reducción de pérdidas económicas:** al anticiparse a los desafíos climáticos y tomar medidas para abordarlos, se pueden reducir las pérdidas económicas que de otro modo sufrirían las personas agricultoras debido a la variabilidad climática y el cambio climático.





- **Mejora de la sostenibilidad:** la adaptación al cambio climático a través del diagnóstico de finca no solo resguarda la producción presente, sino que también fomenta prácticas agrícolas sostenibles con beneficios a largo plazo para el entorno y la comunidad local.

A continuación, se detallan algunos de los elementos que deben considerarse al llevar a cabo un diagnóstico de finca:

- **La revisión de registros y antecedentes** relacionados con siembras previas y cultivos anteriores en el mismo suelo tiene como objetivo determinar si se han plantado cultivos de hojas verdes en la finca, lo cual podría indicar la presencia de plagas o enfermedades ya establecidas. Además, se considera la posibilidad de que ciertos cultivos previos hayan extraído nutrientes específicos del suelo, lo que afecta la salud del cultivo futuro. Este análisis también abarca la evaluación de las prácticas agrícolas empleadas, lo cual contribuye a una valoración general de riesgos.
- **Disponibilidad de recursos** técnicos, económicos y naturales para anticipar deficiencias o vacíos.
- **Análisis del suelo** para evaluar, nutrientes disponibles, limitantes, acidez, estructura, textura, permeabilidad, riesgos de erosión.
- **Información climática local**, incluyendo la temperatura, precipitación, humedad, vientos, y otros aspectos para determinar riesgos climáticos y anticipar acciones.
- **Examinar la topografía de la finca** para identificar áreas propensas a inundaciones o problemas de drenaje. Esto ayudará en la planificación del sistema de riego y el diseño de las parcelas.
- **Disponibilidad, estacionalidad y calidad del agua** para el riego. Esto puede incluir fuentes de agua naturales, pozos u otros sistemas de suministro de agua.
- **Registros sobre el historial de plagas y enfermedades** en la finca. Algunos aspectos a investigar son: tipos de plagas y enfermedades, ciclos y estacionalidad, métodos de control utilizados, impacto que estas plagas y enfermedades han tenido en la salud y el rendimiento de los cultivos y resistencia a plaguicidas.

- **Infraestructura existente en la finca**, como invernaderos, sistemas de riego y almacenamiento. Se debe asegurar que estén en buenas condiciones y realizar mejoras si es necesario.
- **Análisis de histórico de precios del cultivo**, lo cual revela tendencias, variaciones estacionales y factores externos que impactan en la rentabilidad. Además, esto proporciona información clave para decisiones estratégicas y permite anticipar escenarios futuros, lo cual optimiza la producción y mitiga riesgos en un entorno económico cambiante. También, este enfoque basado en datos contribuye a una gestión informada y sostenible de la finca, alineando las actividades agrícolas con las condiciones del mercado.

Plan de manejo

Un plan de manejo es un documento detallado que describe las estrategias, acciones y directrices para la gestión integral y sostenible de una finca. El objetivo principal de un plan de manejo de finca es optimizar el uso de los recursos disponibles, mejorar la productividad, conservar el medio ambiente y garantizar la rentabilidad a largo plazo. Estos planes son esenciales para la toma de decisiones informadas y la gestión efectiva de una finca. El plan de manejo de finca resulta esencial para la adaptación al cambio climático, dado que brinda una estrategia organizada para fortalecer la resiliencia y sostenibilidad de las actividades agropecuarias. De igual forma, permite a las personas agricultoras adaptarse a las condiciones cambiantes y acceder a financiamiento y apoyo para implementar medidas efectivas a largo plazo.

Sistema de registros

Un sistema de registros se refiere a un conjunto organizado de documentos, datos o información, utilizados para llevar un registro detallado de todas las actividades, transacciones y eventos relacionados con la gestión de la finca. Estos registros son esenciales para mantener un control preciso y documentar las operaciones agrícolas, así como para cumplir con las regulaciones gubernamentales y para tomar decisiones informadas. Estos registros pueden ser físicos o electrónicos y se emplean en una amplia variedad de contextos y finalidades.





Algunos ejemplos de registros que pueden emplearse en la producción de hojas verdes son: siembra y cosecha, variedades y cultivos, insumos, tratamientos fitosanitarios, prácticas de riego, mano de obra, condiciones climáticas, costo e ingresos.

La gestión adecuada de registros desempeña un papel fundamental en la adaptación al cambio climático, ya que proporciona información basada en datos para comprender, planificar y responder a los efectos del cambio climático. Además, facilitan la comunicación y sensibilización sobre los desafíos climáticos y son esenciales para la planificación a largo plazo y la resiliencia.



Generalidades del cultivo





Taxonomía

Los cultivos en los que este manual enfatiza se clasifican taxonómicamente de acuerdo con el Sistema Integrado de Información Taxonómica (2023), de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los cultivos presentes del manual.

| | Apio | Culantro | Lechuga |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Reino | Plantae | Plantae | Plantae |
| Subreino | Viridiplantae | Viridiplantae | Viridiplantae |
| Superdivisión | Embryophyta | Embryophyta | Embryophyta |
| División | Tracheophyta | Tracheophyta | Tracheophyta |
| Clase | Magnoliopsida | Magnoliopsida | Magnoliopsida |
| Orden | Apiales | Apiales | Asterales |
| Familia | Apiaceae | Apiaceae | Asteraceae |
| Género | Apium | Coriandrum | Lactuca |
| Especie | Graveolens | Sativum | Sativa |

Fuente: ITS, 2024

Descripción botánica

Apio

El apio (*Apium graveolens*) es una hortaliza cuyas hojas y tallos son consumidos. Pertenece a la familia Apiaceae, la cual se caracteriza por incluir otras plantas con sabores y aromas peculiares, como el culantro, el perejil, el eneldo y la zanahoria, entre otros. Es una planta dicotiledónea que se consume principalmente en su forma fresca y presenta un valor nutritivo destacado. Además, es una fuente de vitaminas A, B y C, así como minerales.

El tallo del apio es ramificado, hueco y presenta surcos a lo largo de su longitud. Puede crecer entre 30 y 80 cm de altura, e incluso alcanzar hasta 1 metro. En cuanto a su sistema radicular, presenta una raíz principal pivotante y

profunda, mientras que las raíces secundarias son más superficiales. Las hojas del apio crecen en forma de corona y son de tamaño grande. El pecíolo de las hojas, conocido como “penca”, es la parte principal del apio que se consume, y se caracteriza por ser grueso y carnoso (CEDECO, 2021).

Culantro

El culantro (*Coriandrum sativum*) es un cultivo de hojas que pertenece a la familia Apiaceae. Su ciclo fenológico es relativamente corto, generalmente de 30 a 45 días, aunque puede variar según la zona de cultivo. Es una planta herbácea anual que alcanza una altura de 40 a 70 cm. Se caracteriza por ser rica en aceites esenciales y poseer un alto valor nutricional. Los tallos del culantro son delgados y largos, mientras que su fruto tiene un aroma suave y un sabor picante. El culantro tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones climáticas y tipos de suelo. Se desarrolla bien en suelos livianos y superficiales, que contengan una cantidad significativa de materia orgánica (superior al 12 %). Prefiere suelos con un pH ligeramente neutro, superiores a 6,6. Una ventaja adicional es que el culantro puede cultivarse durante todo el año, lo cual permite llevar a cabo siembras de forma escalonada (CEDECO, 2021).

Figura 4. Sistema radicular cultivo de culantro



Fuente: Finca Henry Guerrero, Zarcero.





Lechuga

La lechuga es una planta que su producción puede darse en cualquier época del año. Pertenece a la familia Asteraceae, género Lactuca, y su nombre botánico es Lactuca sativa. Tiene una raíz principal pivotante que presenta un considerable grosor en la zona de la corona, pudiendo alcanzar hasta los 60 cm de longitud. No obstante, sus raíces laterales se sitúan cerca de la superficie del suelo, a unos 10 cm de profundidad, y son las encargadas de absorber la mayor cantidad de nutrientes (CEDECO, 2021).

Las hojas se disponen en forma de espiral, formando una roseta alrededor de su tallo, el cual es corto durante su fase vegetativa. La formación de cabezas de la lechuga dependerá del tipo y la variedad específica. Después de la etapa vegetativa se da la elongación del tallo (hasta 1 m de altura), siendo esta etapa no apta para el consumo.

La lechuga se desarrolla de manera óptima en climas templados, con temperaturas que oscilan entre los 13 y 26 °C. Además, prefiere suelos ligeros, como los arenoso-limosos, francos o franco-arenosos, que cuenten con un buen drenaje y un pH óptimo en el rango de 5.7 a 6.8. El ciclo de cultivo de la lechuga es relativamente breve, generalmente de 30 a 45 días desde la siembra hasta la cosecha, aunque puede variar según la variedad específica o la ubicación geográfica de su cultivo (CEDECO, 2021).

Las lechugas se clasifican en tres tipos según su forma de crecimiento: 1) lechugas de cabeza, 2) lechugas de hoja suelta y 3) lechugas tipo cos. Las lechugas de cabeza, también conocidas como “lechugas arrepolladas”, son las más comunes en el mercado; las lechugas de hoja suelta, no forman una cabeza compacta; y las lechugas tipo cos, llamadas orejonas debido a su cabeza ovalada, se sitúan en un punto intermedio entre las lechugas de cabeza y las de hoja suelta.

Requerimientos de clima y suelo

Apio

La germinación de las semillas de apio es un proceso lento y su temperatura óptima es de 21 °C, lo cual toma aproximadamente 7 días. Su cultivo requiere una humedad relativa del 80 % y una temperatura óptima de 18 °C, aunque el cultivo puede desarrollarse adecuadamente en





un rango de temperatura entre 15 y 21 °C. Para inducir la floración, se necesitan temperaturas bajas y días cortos (Pino, 2022).

Según Ruiz et al. (2013), el cultivo de apio prefiere suelos profundos, siendo 50 cm generalmente suficientes con un buen suministro de humedad y drenaje en el suelo. En cuanto a la textura, los suelos de textura ligera, como los francos y franco-arenosos, son favorables. La planta también muestra preferencia por suelos con buen drenaje, y su pH óptimo oscila entre 6.8 y 7.2.

Al respecto, es relevante destacar que el apio es sensible a la salinidad. Según Ayers et al. (1985), mantiene el 100 % de su potencial de rendimiento cuando la conductividad eléctrica no supera los 1.8 dS m⁻¹. No obstante, a 3.4, 5.8, 9.9 y 18 dS m⁻¹, el rendimiento de este cultivo disminuye en un 10 %, 25 %, 50 % y 100 %, respectivamente.

Culantro

El culantro prospera en climas cálidos y frescos, con un crecimiento óptimo que ocurre en un rango de temperatura entre 15 °C y 30 °C. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los vientos fuertes pueden ocasionar daños mecánicos en el cultivo (MAG, 2014).

La humedad relativa óptima para el culantro se encuentra en un rango de 60 % a 80 %. Sin embargo, en el cultivo de invernadero, donde la humedad ambiental tiende a aumentar, es fundamental controlar de manera constante el riego, especialmente cerca de la cosecha (CEDECO, 2021).

El culantro requiere suelos con una profundidad de 50–150 cm (FAO, 2012). En términos de textura, es poco exigente y se desarrolla en suelos franco silíceo-arcillosos, algo calcáreos, ligeros y frescos (Muñoz, 2002). Estos suelos deben tener un buen drenaje (FAO, 2000), un pH en el rango de 5.5 a 7.5 (FAO, 2000), y en cuanto a la salinidad/sodicidad, el culantro presenta poca tolerancia a la salinidad (FAO, 2000).

Lechuga

Para una óptima germinación se recomienda una temperatura de alrededor de 18 °C a 20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo de lechuga se requieren temperaturas diurnas entre 13 °C y 26 °C, mientras que





por la noche se recomienda que las temperaturas oscilen entre 8 °C y 14 °C. En este sentido, es importante que exista una diferencia de temperaturas entre el día y la noche, ya que la lechuga se beneficia de este cambio térmico. Este cultivo es más resistente a temperaturas bajas que a temperaturas altas. Además, puede tolerar temperaturas máximas de hasta 30 °C y temperaturas mínimas de hasta 6 °C. Sin embargo, cuando la lechuga está expuesta a bajas temperaturas durante un período prolongado, sus hojas pueden adquirir una coloración rojiza. Esto puede ser confundido con una deficiencia de nutrientes, especialmente de calcio y fósforo, ya que la falta de estos elementos puede causar cambios en el color de las puntas de las hojas y los tallos, mostrando tonalidades rojas o moradas. Asimismo, prefiere una humedad relativa entre el 60 % y el 80 %, aunque en ciertos momentos puede tolerar valores inferiores al 50 %. En el cultivo de invernadero se suele incrementar la humedad ambiental, por lo cual se recomienda cultivarla al aire libre cuando las condiciones climáticas lo permitan (CEDECO, 2021).

Luego, la lechuga necesita suelos medianamente profundos, con una profundidad efectiva de 45 a 65 cm (FAO, 1994). Prefiere suelos ligeros de textura franca y requiere un buen drenaje del suelo (Yuste, 1997a). El pH óptimo para su cultivo está entre 6 y 7 (Porta et al., 1999), no tolera suelos ácidos (IFA, 1992) y es susceptible a la salinidad (Yuste, 1997).



Manejo del cultivo





Preparación del suelo

1. El uso del análisis de suelo es la primera fuente de información que el técnico o productor deben tener a mano para determinar de forma precisa la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y correlacionar los requerimientos del cultivo para posteriormente determinar cuáles deben suplirse mediante el uso de fertilizantes químicos y orgánicos. El análisis químico de suelos permite conocer el nivel de acidez (pH) del suelo y el contenido de aluminio.
2. Esta información permite corregir la acidez mediante enmiendas ricas en calcio, como el carbonato de calcio o la cal dolomita. Estas enmiendas deben incorporarse al suelo al menos uno o dos meses antes del trasplante, lo cual permite que el material se integre adecuadamente en el suelo. Aplicar la enmienda meses antes previene reacciones desfavorables con fertilizantes nitrogenados, lo que evita la formación y volatilización del amonio. Es esencial realizar la aplicación con el suelo húmedo, idealmente poco antes del inicio de la temporada de lluvias, durante la preparación del terreno para la siembra (Quirós, 2016).
3. Incorporar materia orgánica, como compost o estiércol bien descompuesto, para mejorar la estructura del suelo y aumentar su capacidad de retención de agua y nutrientes. Se recomienda incorporar de 4 a 6 semanas antes de la siembra. Esto permite su descomposición parcial y mezcla adecuada con el suelo, lo cual facilita su asimilación por las plantas.

Es importante tener en cuenta las características específicas de la materia orgánica que se está utilizando, así como las condiciones climáticas y del suelo, ya que estos factores pueden influir en el tiempo necesario para una integración efectiva.

4. La preparación de las camas o eras se recomienda con una altura de 20 a 30 cm y un ancho mínimo de 1.20 m por 6 m de largo. Esta configuración facilita un manejo más eficiente del cultivo y mejora el acceso para las labores de cuidado y cosecha (CEDECO, 2021).

La práctica del doble excavado proporciona mayor profundidad para el desarrollo radicular, mejora la

oxigenación de las raíces, optimiza las condiciones físicas del suelo y favorece la fertilidad, entre otros beneficios que influyen positivamente en el rendimiento del cultivo (MAG, 2014).

Esta técnica consiste en dos etapas de labranza. La primera, remueve la capa superficial, mejora la aireación y facilita la incorporación de materia orgánica. La segunda, tras un reposo y a mayor profundidad, promueve un ambiente propicio para el desarrollo radicular y optimiza las condiciones del suelo para el crecimiento de los cultivos.

5. En el caso de la lechuga, el sistema radicular no es muy profundo, sin embargo, requiere de una preparación adecuada de suelo (arado o labranza, utilización de abono orgánico, nivelación del terreno) para lograr una textura suelta que facilite el trasplante y establecimiento del cultivo. En extensiones grandes, para la preparación de suelo se recomienda el uso del tractor, y en áreas más pequeñas y suelos que han sido trabajados con anterioridad se puede utilizar motocultor. El trasplante se realiza aproximadamente entre 25-30 días después de estar en semillero (Jaramillo, 2016).

Figura 5. Preparación de suelo en cultivo de lechuga



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.





Uso de coberturas

Durante el período de descanso del suelo se sugiere sembrar mucuna (*Mucuna pruriens*) o frijol terciopelo. Esta planta proporciona materia orgánica y nitrógeno al suelo, ayuda a controlar las malas hierbas, mejora la fertilidad del suelo y acorta el tiempo de descanso necesario (MAG, 2014).

El uso de coberturas es una práctica beneficiosa que permite controlar las plantas no deseadas y prevenir la erosión del suelo. Además, contribuyen a mejorar la retención del agua, reducen la evaporación, incorporan materia orgánica al suelo, crean un microclima favorable en las primeras etapas del cultivo, promueven la actividad microbiológica del suelo y evitan la erosión del terreno.

En la producción de hojas verdes se puede emplear la cobertura muerta como el mulch orgánico, compuesto por restos de bagazo de caña, fibra de coco, zacate seco, hoja de palma, trozos de madera y otros materiales orgánicos. Se aplica alrededor de las plantas para suprimir malezas, conservar la humedad y enriquecer el suelo al descomponerse.

Prácticas de conservación del suelo

En el contexto de la producción de hojas verdes, a continuación se presentan algunas prácticas de conservación del suelo recomendadas:

a) Curvas de nivel: estas se pueden trazar utilizando instrumentos como el codal o aparato tipo A. El nivel de aparato A es una herramienta que le puede ayudar a delinear las curvas de nivel horizontales de las laderas. Esto se puede construir con los siguientes materiales:

- Dos palos firmes de aproximadamente 2 m de largo y 2 cm de grosor para formar las bases, y un palo de aproximadamente 1 m de largo para el travesaño.
- Tres clavos suficientemente largos para atravesar los dos palos bases y sobresalir un poco por el otro lado.
- Una botella con tapa o corcho, o una piedra para usar como peso (1/2 kilo).



- Una cuerda/pita de 2 m de largo con un nudo en uno de sus extremos.
- Un lápiz o bolígrafo, un martillo o piedra, un machete o sierra, y una cinta métrica.
- Suficientes estacas.

Pasos para construir Aparato Tipo A

1. Asegure las dos patas de las bases juntas en uno de sus extremos, con aproximadamente 2 m entre cada una. Si utiliza un clavo, deje que la cabeza de este sobresalga un poco ya que la utilizará más adelante.
2. Asegure el travesaño a las 2 patas, para formar un triángulo.
3. En la parte donde se unen las piezas bases amarrar la cuerda o pita, asegurando que el largo llegue hasta el travesaño.
4. Asegure el peso (la botella o la piedra) a la cuerda. Amarre un extremo de la cuerda a la cabeza del clavo, de modo que el peso quede colgando a unos 2 cm por debajo del travesaño. Si la botella es de plástico, llénala con agua, arena o tierra y tápela. Esta cuerda con el peso unido a uno de sus extremos es la plomada.

Figura 6. Fotografía Aparato A



Fuente: IICA, 2017.





¿Cómo marcar las curvas de nivel?

1. En la cima de la ladera, donde quiere poner la primera barrera, coloque el nivel de Aparato A, de modo que sus brazos se abran horizontalmente a través de la loma (no de arriba abajo). Ponga una de las patas del nivel en el lugar donde desea comenzar la curva de nivel. Mueva la otra pata del nivel hasta que la cuerda de la plomada marque exactamente la marca del centro; con la plomada en esta marca, la distancia de la primera a la segunda pata corresponde al primer segmento de la curva de nivel.
2. Ponga una estaca junto a la segunda pata del nivel.

Figura 7. Marcado de curva de nivel



Fuente: IICA, 2017

3. Dé vuelta al nivel girando sobre la segunda pata para encontrar el siguiente punto de la curva de nivel a lo largo de la loma, y repita el primer paso. Continúe hasta el final del terreno o ladera, clavando una estaca cada 2 m para marcar el sitio.
4. Desplácese cuesta abajo hasta el siguiente punto donde quiere la próxima barrera (10 a 20 metros loma abajo) y repita el procedimiento.
5. Cuando termine de marcar todas las curvas de nivel, póngase de pie en un extremo de cada línea y mire la fila de estacas. Verifique si cada curva de nivel está en una curva uniforme o no. Puede que tenga que mover un poco algunas de las estacas para crear una curva uniforme.
6. Por último, se sugiere siempre combinar esta práctica con las otras que se puedan adaptar al terreno, tales como barreras vivas, barreras muertas, terrazas individuales y zanjas de ladera.

Figura 8. Curvas de nivel en cultivo de hojas verdes



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

B. Acequias de ladera con barreras vivas

Son estructuras diseñadas para controlar la erosión hídrica en terrenos ondulados o quebrados, siendo efectivas en pendientes del 10 % al 50 % y con una profundidad de unos 50 cm. Se recomienda establecerlas a 15–20 metros de distancia entre ellas, considerando la pendiente (INTA, 2019).

Además, para mejorar su eficacia, se pueden combinar con barreras vivas como el vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), sembradas en la parte superior de la pendiente, con el fin de retener los sedimentos y evitar la pérdida de suelo de manera efectiva.

C. Gavetas de infiltración

Estas pueden ser utilizadas en terrenos con pendientes bajas y que presentan en diferentes áreas un lavado del suelo. Estas estructuras retienen suelo y anualmente se les da mantenimiento, incorporando el suelo nuevamente a la parcela.





D. Cortinas rompevientos

La siembra de hileras de árboles dispuesta en sentido opuesto de la dirección del viento ayuda a evitar daños al cultivo y erosión eólica. Las barreras vivas permiten atraer aves que ayuden en el control de insectos.

Figura 9. Uso de cortina rompevientos en el cultivo de lechuga



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.

Semilla

Variedades

En Costa Rica, existen 8 variedades de apio, 9 de culantro y 33 lechuga autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS), instancia que regula la importación de las semillas que ingresan al país (ONS, s.f.).

Cuadro 2. Principales variedades de apio registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS)

| Variedad | Fecha de inscripción | Fecha de vencimiento |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| DAVID | 15/05/2006 | 12/08/2026 |
| GV | 05/06/2020 | 05/06/2025 |
| HUDSON F1 | 28/06/2021 | 28/06/2026 |
| ISEL | 17/06/2020 | 17/06/2025 |
| MERENGO F1 | 16/05/2016 | 16/05/2026 |
| TALL UTAH | 15/11/2021 | 15/11/2026 |
| TALL UTAH 52-70 | 19/04/2005 | 21/07/2026 |
| TRIUMPH | 12/05/2005 | 14/10/2025 |

Fuente: ONS, 2024

Cuadro 3. Principales variedades de culantro registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS)

| Variedad | Fecha de inscripción | Fecha de vencimiento |
|-------------------------|----------------------|----------------------|
| AMERICAN LONG STANDING | 17/04/2017 | 17/04/2072 |
| AROMAS | 22/07/2021 | 22/07/2026 |
| CARIBE | 12/05/2005 | 16/10/2025 |
| COMMANDER | 16/12/2019 | 16/12/2024 |
| GLADIADOR (ANTES SANTO) | 02/03/2005 | 25/10/2023 |
| GRIFFATON | 12/10/2010 | 04/11/2025 |
| MOGGIANO | 21/03/2005 | 13/09/2028 |
| RAMSES | 18/11/2014 | 03/12/2024 |
| SLOW BOLT | 19/04/2005 | 21/07/2026 |

Fuente: ONS, 2024





Cuadro 4. Principales variedades de lechuga registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS)

| Variedad | Fecha de inscripción | Fecha de vencimiento |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| ANTEDIS | 18/10/2017 | 18/10/2027 |
| BELLAKI | 05/08/2021 | 05/08/2026 |
| BERGAM'S GREEN (ANTES BG) | 07/03/2012 | 25/09/2027 |
| BEYONCE | 27/07/2011 | 12/04/2024 |
| BRIGITTA | 30/10/2019 | 30/10/2024 |
| BRUMOSA VILLA 828 | 19/05/2015 | 14/05/2025 |
| BRUNELA | 16/10/2015 | 16/10/2025 |
| EXACT RZ | 18/09/2013 | 05/10/2028 |
| EZABEL | 12/01/2018 | 12/01/2027 |
| EZTHANA | 12/01/2018 | 12/01/2027 |
| FENIX | 16/11/2015 | 16/11/2025 |
| FRISADY | 18/07/2022 | 18/07/2027 |
| GAUGIN | 27/07/2011 | 12/08/2026 |
| GENERAL | 21/07/2010 | 30/10/2025 |
| GRAND RAPID | 27/11/2006 | 23/12/2026 |
| GUISELLE | 05/08/2021 | 05/08/2026 |
| IMPULSION RZ (ANTES JAZZIE RZ) | 18/09/2013 | 05/10/2028 |
| JOICE F1 | 14/09/2021 | 14/09/2026 |
| KARLA | 10/10/2005 | 25/08/2026 |
| KIBRILLE RZ | 18/09/2013 | 05/10/2028 |
| LOLLO ROSSA (CATALINA) | 24/08/2020 | 24/08/2025 |
| OAKLY | 18/10/2017 | 18/10/2027 |
| PATRONA RZ | 25/10/2018 | 25/10/2028 |
| PLEASANCE | 18/10/2017 | 18/10/2027 |
| RED RAPID | 27/11/2006 | 08/10/2023 |

Continuación del Cuadro 4

| Variedad | Fecha de inscripción | Fecha de vencimiento |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| ROUXAI RZ | 08/05/2013 | 09/05/2028 |
| SARTRE RZ | 14/07/2015 | 15/06/2025 |
| SEMENTEL | 18/10/2017 | 18/10/2027 |
| SPECTATION | 18/10/2017 | 18/10/2027 |
| TWISTER VILLA 820 | 19/05/2015 | 19/05/2025 |
| VERAPAZ | 27/06/2018 | 27/06/2028 |
| WHITE BOSTON | 19/04/2005 | 21/07/2026 |
| XERES RZ | 18/09/2013 | 05/10/2023 |

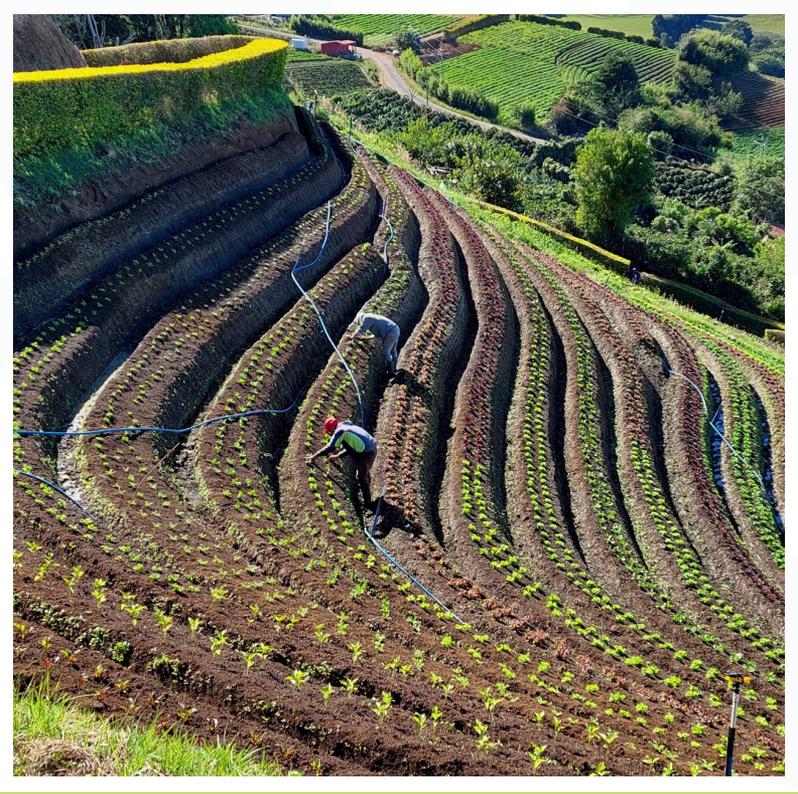
Selección de la semilla o plántulas

En cuanto a la selección de semillas se debe elegir un material registrado en la Oficina Nacional de Semillas (ONS), adecuado en función de factores como la precipitación, los períodos secos, la altitud y la temperatura de la región. Luego, es importante considerar aspectos relacionados con la resistencia a plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo (puede acceder al siguiente enlace para verificar variedades registradas <https://ofinase.go.cr/servicios/variedadescomerciales/>). La semilla tiene un precio elevado, por ello, la siembra en bandejas plásticas se muestra como una opción eficaz, dado que permite obtener plantas saludables y robustas. Además, son económicas y pueden ser reutilizadas.





Figura 10. Siembra de almácigo



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Elección de sustratos

Los sustratos deben cumplir funciones de soporte para las plantas, ser ligeros, contar con un alto porcentaje de espacio poroso (80 %), retener la humedad eficazmente, permitir una buena aireación y un drenaje adecuado, tener una baja propensión a la compactación, y estar libres de patógenos, semillas y malezas (López, 2017).

Según López (2017) los sustratos más utilizados en la elaboración de elaboración de almácigos de apio, culantro o lechuga son:

- **Compost:** compuesto por residuos orgánicos descompuestos. Este material cuenta con una estructura fina que mejora la aireación, retiene la humedad, absorbe nutrientes y libera gradualmente nutrientes para evitar

el lavado. Generalmente, se mezcla con sustratos inertes o inorgánicos como arena, turba, fibra de coco o cascarilla de arroz, en una proporción del 35 % al 50 %.

- **Humus o lombricompost:** se compone de los desechos producidos por las lombrices (*Eisenia foetida*), resultado de la digestión de residuos vegetales o excrementos animales descompuestos. Tiene propiedades químicas favorables, funciona como fertilizante y puede sustituir al compost.
- **Cascarilla de arroz:** sustrato orgánico con descomposición limitada debido a su elevado contenido de sílice, que otorga resistencia a insectos y patógenos a las plántulas, además de mejorar el drenaje y la aireación. Se aconseja utilizarlo en mezcla hasta en un 30 %.
- **Fibra de coco:** con un bajo nivel de nitrógeno, un alto contenido de potasio y aproximadamente 2 ppm de boro, este sustrato resulta ser una opción económica en comparación con sustratos importados como la turba.
- **Aserrín:** debido a su pH ácido, el aserrín puede resultar tóxico para ciertas plantas, dependiendo del tipo de árbol del cual proviene. Se aconseja lavarlo antes de usarlo y realizar una prueba antes de la siembra.
- **Turba:** compuesta por sustratos orgánicos naturales derivados de la descomposición total de musgos (género *Sphagnum*). La turba es el sustrato más propicio para la germinación y el enraizamiento en semilleros. Carece de nutrientes, pero destaca por su elevada capacidad de intercambio de cationes, retención de humedad y porosidad. Posee un pH ácido, un contenido de materia orgánica del 95 % y tiene un costo elevado, ya que se trata de un producto importado.

Al respecto, Quirós (2016) indica que una combinación frecuentemente empleada consiste en la mezcla de fibra de coco y peat moss en proporciones de 50:50 o 75:25. Aconseja no utilizar exclusivamente una sola materia prima, ya que, por ejemplo, el uso de abono orgánico o lombricompost como único sustrato para almácigo puede resultar en la quema de raíces y una baja tasa de germinación.

El sustrato elegido se introduce en un recipiente y se humedece gradualmente con agua hasta alcanzar un nivel de saturación que oscila entre el 80 % y el 90 % (esto se





verifica apretando el sustrato con la mano para confirmar su humedad). Después, se procede a llenar todas las bandejas con el sustrato humedecido y se aplica una ligera presión en cada celda para asegurarse de que ninguna quede incompleta. El objetivo es que el sustrato quede al nivel adecuado en cada celda (INTA, 2018).

Elaboración de almácigo

Las plántulas de apio, culantro y lechuga son adquiridas por los productores a través de empresas especializadas en la producción de almácigos.

El desarrollo de las plántulas debe realizarse en un entorno protegido y aislado para prevenir la entrada de contaminantes, plagas y enfermedades. Por lo anterior, es esencial mantener las instalaciones limpias y libres de contaminantes, colocándolas preferiblemente lejos del área de cultivo. Además, se debe garantizar la higiene del personal que trabaja en estas instalaciones y evitar que los trabajadores del campo entren en contacto con ellas.

El semillero se establece en recipientes apropiados como vasos y bandejas, lo cual proporciona condiciones ideales para las semillas y asegura una buena emergencia y desarrollo antes del trasplante al campo. Antes de la siembra, es crucial desinfectar los recipientes para prevenir la proliferación de hongos o bacterias, para lo cual se sugiere utilizar una solución diluida al 5% de hipoclorito de sodio o yodo agrícola en agua para llevar a cabo la desinfección.

Luego, para sembrar las semillas de apio, lechuga o culantro, es importante colocarlas a una profundidad adecuada en las bandejas, aproximadamente tres veces el tamaño de la semilla. Es fundamental evitar sembrar un exceso de semillas en el mismo espacio para asegurar un crecimiento adecuado de cada plántula. En las empresas dedicadas a la producción de plántulas, es común utilizar una semilla por bandeja. Las semillas de culantro requieren temperaturas entre 15–20 °C, mientras que las semillas de lechuga no germinan por debajo de 3–5 °C en el suelo o por encima de 25 a 30 °C (Jaramillo et al., 2014).

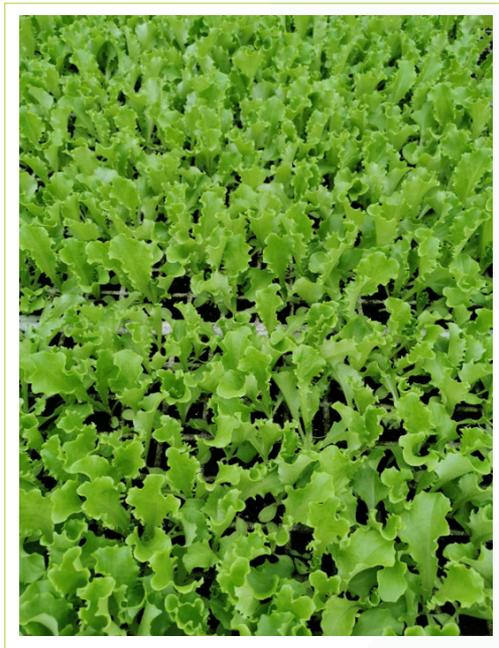
La frecuencia de riego variará según la ubicación del semillero (ya sea en lugares frescos o cálidos), el tipo de sustrato y las condiciones climáticas de la región. El objetivo es evitar que el sustrato se seque y cause deficiencias de humedad que puedan afectar la germinación de las semillas. Es importante aplicar el riego suavemente para evitar posibles daños mecánicos.



También, se pueden proporcionar nutrientes adicionales a las plántulas a medida que crecen. Para ello, se pueden utilizar fertilizantes orgánicos o específicos para almácigos, siguiendo las instrucciones de dosificación recomendadas.

Evidentemente, es esencial vigilar las plántulas en el semillero, ya que es el momento propicio para las primeras plagas y enfermedades, especialmente las transmitidas por la mosca blanca. Al adquirir un almácigo, se recomienda verificar que la empresa esté certificada por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Estas certificaciones aseguran que el almácigo se ha desarrollado en condiciones fitosanitarias adecuadas y está libre de enfermedades y plagas.

Figura 11. Almácigo de lechuga



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Siembra y trasplante

El trasplante de plántulas de apio se lleva a cabo después de 30 a 60 días desde la siembra, aunque este intervalo puede variar según las condiciones específicas. Una forma de determinar el momento adecuado es cuando la plántula alcanza una altura de aproximadamente 15 cm y





ha desarrollado de 3 a 4 hojas verdaderas, con un pecíolo de alrededor de 10 cm de longitud y un limbo de hoja de 4 a 5 cm. Ahora bien, para el trasplante se recomienda utilizar lomillos con una distancia de 40 cm entre ellos, y una separación de 40 cm entre las plantas en cada lomillo. Además, se pueden utilizar eras con un ancho de 0,70 m y una separación de 0,85 m entre los centros (CEDECO, 2021).

En el caso del culantro, si se aplica la siembra a campo abierto, es aconsejable llevarla a cabo durante una temporada lluviosa que cuente con al menos 15 días consecutivos de precipitación. Esto se debe tener en cuenta considerando que la germinación del culantro suele comenzar aproximadamente dos semanas después de la siembra (MAG, 2014).

En relación con lo anterior, el culantro se puede sembrar de dos formas principales: mediante siembra directa o mediante almácigo. En la siembra directa las semillas de culantro se colocan directamente en el suelo, formando hileras con una separación de 25 cm entre ellas. Las semillas se distribuyen a lo largo de las hileras de manera continua. Por otro lado, en la siembra mediante almácigo, se espera aproximadamente 20 días o hasta que las plántulas hayan desarrollado tres hojas verdaderas, para luego trasplantarlas al suelo. Durante el proceso de almácigo se preparan pequeños huecos en el suelo con una separación de 10 cm entre ellos (CEDECO, 2021).

Por su parte, el trasplante de plántulas de lechuga se realiza cuando las plantas tienen entre 30 y 40 días después de la siembra, la plántula debe tener un mínimo de 4 o 5 hojas verdaderas y un tamaño adecuado de 10–12 cm de altura (CEDECO, 2021). Además, se recomienda hacer una serie de hoyos en una hilera, con una separación de 25 cm a 30 cm entre cada hoyo, y se debe dejar la misma separación entre cada fila de hoyos. La profundidad ideal para los hoyos es de 8 cm a 10 cm. Este espaciado y profundidad de siembra permiten un adecuado desarrollo de las plántulas de lechuga (CEDECO, 2021).

Es recomendable trasladar el almácigo del vivero al campo durante las horas frescas de la mañana o después de las tres de la tarde, procurando un lugar sombreado para prevenir deshidratación de las plántulas. La plántula debe ser sembrada con una longitud equivalente a la del pilón donde se desarrolla el sistema radicular, asegurándose

de que el pilón quede completamente cubierto con suelo (Jaramillo, 2016). También, se sugiere seleccionar plantas con un desarrollo saludable de las raíces y que estén libres de plagas o enfermedades; se debe evitar trasplantar aquellas con hojas de coloración púrpura o deficiencias.

Figura 12. Siembra de culantro



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.

Distancias de siembra recomendadas

Apio

El apio desarrolla raíces secundarias en gran cantidad, las cuales se adentran en el suelo. No obstante, la mayoría de estas raíces secundarias se concentran en los primeros 20 cm. Se sugiere sembrar a una distancia de 20 cm entre plantas y 50 cm entre surcos.

Culantro

De acuerdo con el IICA (2007), las semillas se siembran en hileras, manteniendo una distancia de 30 a 50 cm entre ellas. Según la recomendación de Muñoz (1991), citado por Chicangana (2014), se sugiere sembrar el culantro en filas





separadas por 50 a 60 cm, con las plantas de cada fila distanciadas entre 15 a 21 cm, espaciado que se reducirá conforme la planta se desarrolle.

Lechuga

En el caso específico del cultivo de lechuga, se recomienda una distancia de 25 cm entre plantas y 50 cm entre las camas (Jaramillo, 2016). Es esencial destacar que las distancias de siembra pueden ajustarse según la época y el método seleccionado por la persona agricultora, ya sea en campo o ambiente protegido. Esta flexibilidad optimiza el uso de recursos y asegura un crecimiento eficiente del cultivo.

La producción de hortalizas como el apio, el culantro y la lechuga pueden ser cultivados en sistemas: (1) al aire libre; y (2) en ambientes protegidos.

1. **Sistema de campo abierto en monocultivo:** implica la siembra exclusiva de terreno y se aplica ampliamente en todo el país. Se practica la rotación de cultivos, incluyendo hortalizas como pepino y chile dulce, entre otras.

Figura 13. Cultivo de culantro y lechuga a campo abierto



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.

1. **Ambientes protegidos:** son instalaciones o estructuras diseñadas para proporcionar un control más preciso sobre las condiciones ambientales en las que se cultivan las plantas. Estos ambientes protegidos están destinados

a optimizar el crecimiento de las hortalizas al protegerlas de condiciones climáticas adversas, como temperaturas extremas, vientos fuertes, lluvias intensas, y a veces, de plagas y enfermedades.

En la producción de apio, culantro y lechuga, los ambientes protegidos más comunes son: los invernaderos, los microtúneles y las casas malla.

Los invernaderos son estructuras cerradas artificialmente con materiales transparentes, cuya función es mantener una temperatura regulada y proteger al cultivo del viento, lluvia y plagas. Son estructuras permanentes y de mayor costo, por lo cual se debe efectuar un estudio económico en función al cultivo que se quiera sembrar para estimar la rentabilidad. Este sistema posibilita la siembra durante todo el año y produce un producto de mayor calidad en comparación con el obtenido a campo abierto.

En Costa Rica, la mayoría de la producción de almácigos se realiza en ambientes protegidos para mejorar la calidad de las plántulas que se trasladan al campo.

Al construir un invernadero, según Ramírez et al. (2010) se deben considerar varios factores:

- La ubicación del invernadero debe estar al menos a 20 metros de las casas de habitación y alejado de las granjas porcinas para evitar la exposición a productos químicos y mantener medidas de bioseguridad.
- Es recomendable que el invernadero esté cerca del borde del camino para facilitar la carga y descarga de los productos cosechados.
- En áreas propensas a fuertes ráfagas de viento superiores a 40 km/h, se debe equipar el invernadero con una barrera rompevientos, que puede consistir en árboles de rápido crecimiento.
- La orientación del invernadero debe considerar tanto la trayectoria del sol como la dirección del viento dominante.
- En áreas con cambios bruscos de temperatura, se recomienda orientar el invernadero en dirección al viento dominante para mejorar la ventilación y eliminar excesos de temperatura y humedad, así como gases tóxicos.





La tecnología ha permitido desarrollar plásticos para ambientes protegidos que combinan capas y bloquean la radiación UV. Ejemplo de esto son los plásticos anti-insectos, que no eliminan las plagas, sino que impiden su ingreso al invernadero al bloquear la radiación UV necesaria para su supervivencia, sin afectar la radiación PAR esencial para las plantas (Gonzales, 2010).

Los diseños de los invernaderos se pueden clasificar de acuerdo a su forma y algunas características de la construcción. Estos variarán de acuerdo con las necesidades de la persona agricultor, zona, clima, topografía, potencial económico, etc. En nuestro medio los tipos más comunes son:

- **Capilla:** son estructuras modulares de un solo módulo, con techos plásticos inclinados, que pueden ser planos o semicirculares, contruidos en madera o metal, con paredes laterales equipadas con una malla anti-insectos de 50 “mesh” para el control de plagas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Ramírez et al., 2010).
- **Multi-capilla:** esta técnica implica la conexión de varios invernaderos en grupos para reducir los costos de construcción por metro cuadrado, al eliminar una pared entre las naves. La dimensión de estos invernaderos está limitada por el tipo de ventilación utilizado; en caso de ventilación natural, los módulos no deben exceder los 40 metros de ancho por 50 metros de profundidad para evitar la acumulación de aire y el calentamiento excesivo (Ramírez et al., 2010).

Los invernaderos multi-capilla deben contar con un canal central para drenaje y una abertura en el techo de 1 a 1.5 metros de altura. Su diseño simétrico proporciona estabilidad sin necesidad de anclajes adicionales al suelo (Ramírez et al., 2010).

- **Dentados:** el diseño dentado presenta aberturas cenitales en forma de dientes de sierra, es asimétrico y menos estable ante el viento, requiere anclajes al suelo y proporciona una buena ventilación, adecuada para zonas cálidas como Guanacaste (Ramírez et al, 2010).



Figura 14. Cultivo de apio en invernadero



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Los microtúneles son estructuras pequeñas y están compuestas por arcos cubiertos con plástico o sarán. Brindan protección temporal a los cultivos durante épocas de lluvia y sequía. Son económicas para proyectos de agricultura familiar, pero carecen de malla anti-insectos, lo que los hace vulnerables a plagas. Se recomienda cultivar plantas de porte bajo, como lechugas, culantro, repollo, rábanos y plantas aromáticas (Ramírez, 2022).

La preparación del suelo puede ser manual o mecanizada y tiene como objetivo aflojar la tierra para crear camas de 1,1 m de ancho y 30-40 cm de altura. Estas camas se separan mediante callejones con un ancho mínimo de 40 cm y una pendiente de al menos 0,5%, lo que no solo facilita el acceso del personal, sino que también permite el drenaje adecuado de las aguas pluviales (Ramírez, 2022).

El material utilizado para los arcos de los microtúneles varía según las condiciones ambientales, especialmente la velocidad del viento. En regiones muy ventosas, se recomienda orientar los túneles longitudinalmente al viento





para evitar “embolsamientos” de aire que puedan dañar la cubierta plástica. Entre los materiales comúnmente utilizados para los arcos se encuentran diferentes tubos plásticos, como el PVC de 1,27 cm de diámetro y 6 m de longitud, cortado a la mitad para hacer secciones de 3 m (Ramírez, 2022).

La cobertura plástica se emplea solo durante la época lluviosa para proteger los cultivos de daños mecánicos. Debe tener un espesor de 0,1 a 0,15 mm y un ancho de 1,5 a 2 metros. Se coloca sobre los arcos y las cuerdas, con una leve tensión longitudinal, y se ancla en ambos extremos. Las aperturas laterales del túnel tienen 60 cm de ancho en ambos lados para una ventilación adecuada. Los bordes del plástico se doblan hacia adentro y se sujetan con cinta adhesiva de 15 cm de largo y 5 cm de ancho (Ramírez, 2022).

En la época seca y durante periodos de escasez de lluvias como la canícula, se produce un aumento en los niveles de radiación solar, lo que ocasiona diversos problemas como fisiopatías en las hojas, quemaduras en los cultivos, mayor evapotranspiración y una reducción en la producción. Para contrarrestar esta situación, es necesario proteger los cultivos con pantallas de sombreado, las cuales limitan la cantidad de radiación que llega a las plantas y mantienen la calidad durante todo el año.

Figura 15. Microtúnel para cultivo de hojas verdes



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Las casas de malla han ganado popularidad entre los productores en áreas cálidas y cercanas al nivel del mar. Esta preferencia se debe a su estructura más económica en comparación con los invernaderos, su eficaz ventilación para disipar el aire caliente, la simplicidad en su construcción y su fácil mantenimiento, lo cual contribuye a extender la durabilidad de las mallas (INTA, 2022).

Existen diversas modalidades de casas de malla, distintas principalmente por el diseño de la parte superior, que puede ser con techos planos, a dos aguas o curvos. Cada variante de estructura involucra diferentes métodos constructivos, aunque todas son igualmente eficientes para prevenir la entrada de plagas. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada una de ellas:

- Casa de malla de techo plano: son más fáciles de construir que otros diseños, ya que las mallas se pueden unir al nivel de la superficie utilizando costuras. Esto ahorra tiempo y riesgos para el personal. La altura del piso al techo puede variar según las recomendaciones para la zona, logrando un volumen de aire homogéneo en la estructura (INTA, 2022).
- Casa de malla de techo a dos aguas: utilizan dos alturas en las líneas de tubos de manera intercalada para crear un declive en el techo en forma de sierra. Se colocan postes con alturas entre 4 a 5 m entre filas de tubos que tienen alturas de 3 a 3.5 m, siguiendo un patrón según el tamaño del módulo. Aunque este diseño requiere un proceso más lento al unir la malla con los cables que sostienen el tejido, la ventaja radica en que estos sistemas son más aerodinámicos para soportar mayores velocidades de viento (INTA, 2022).
- Casa de malla de techo curvo: presentan similitudes con los invernaderos tipo capilla. Aunque algunas empresas incluyen este diseño en sus servicios, es relevante señalar que la mayoría de los productores que adoptan esta modalidad han modificado proyectos de invernaderos antiguos para transformarlos en casas de malla. La razón principal es adaptar los cultivos a las condiciones ambientales, especialmente en las comunidades cercanas a las costas de Puntarenas y Guanacaste (INTA, 2022).

Nutrición

En un contexto de cambio climático, una fertilización adecuada proporciona a las plantas los nutrientes





necesarios para resistir condiciones climáticas extremas y variabilidad en los patrones de lluvia. Esto no solo asegura la continuidad de la producción agrícola, sino que también contribuye a la conservación de los recursos naturales al reducir la necesidad de expandir áreas de cultivo y, por lo tanto, prevenir la deforestación y la degradación del suelo.

Además, al optimizar el uso de fertilizantes y minimizar el exceso o la escasez de nutrientes, se promueve una agricultura más sostenible, lo cual reduce la contaminación del agua y la emisión de gases de efecto invernadero.

Requerimientos nutricionales

Apio

Para obtener un rendimiento de 30 toneladas por hectárea, se requieren aproximadamente 75 kg de nitrógeno, 12 kg de fósforo, 67 kg de potasio, 47 kg de calcio y 8 kg de magnesio por hectárea (Bertsch, 2003).

Culantro

Los requisitos nutricionales para el cultivo de culantro son bajos, respaldados por dos referencias de estudios realizados en Costa Rica.

Según un estudio de absorción de nutrientes llevado a cabo por Bertsch en 2003, se observó un orden de absorción de macronutrientes en el follaje: $K > N > P > Ca > Mg > Fe > Mn > Zn > Cu$.

La cantidad de nutrientes absorbidos en culantro coyote, sumando la parte aérea que comprende follaje, flor y desecho, así como la raíz, fue de 1372 mg/rollo de N, 169 mg/rollo de P, 1905 mg/rollo de K, 428 mg/rollo de Ca, 174 mg/rollo de Mg y 79 mg/rollo de S.

Sobre ello, Soto (2019) indica en sus resultados que el cultivo de culantro coyote bajo protección, hidropónico y bajo riego por goteo, mostró el máximo rendimiento durante el ciclo de invierno y consecuentemente una mayor absorción de nutrientes. En ambas etapas, de verano e invierno, el orden de absorción fue $K > N > P > Ca > S > Mg > Fe > Mn > B > Zn > Cu$, y en general la máxima absorción se presentó a los 40 DDT, cuando el cultivo acumuló 625 GD en verano y 608 GD en invierno.

En el caso del cultivo de culantro, la primera fertilización se lleva a cabo en el primer ciclo, a los 30 días después de la

germinación. En esta etapa se utiliza una fórmula rica en fósforo. Para los ciclos siguientes, la fertilización se realiza a los 15 días después de la cosecha. La segunda fertilización, en el primer ciclo, se realiza a los 50 días, mientras que en los ciclos posteriores se realiza a los 30 días después de la cosecha anterior. Si el cultivo se encuentra en condiciones favorables es posible ejecutar una tercera fertilización a los 70 días desde la siembra, en el caso del primer ciclo. Es importante tener en cuenta que todas las fertilizaciones deben basarse en un análisis del suelo (MAG, 2014).

Según Molina (2018), el culantro coyote presenta altos requerimientos nutricionales para lograr una productividad óptima en hojas. El cultivo responde positivamente a enmiendas orgánicas como abonos verdes, compostas, de estiércol y abonos orgánicos comerciales. Los requisitos nutricionales recomendados son de 175 a 200 kg/ha de nitrógeno, 75 a 100 kg/ha de P₂O₅ y 100 kg/ha de K₂O.

Lechuga

El programa de fertilización debe ajustarse al crecimiento vegetativo de la lechuga, que requiere macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, S, y micronutrientes como Fe, Mn, Cu, B y Zn.

Según Bertsch (2003), para obtener un rendimiento de 45 T, el cultivo absorbe 134 kg/ha de nitrógeno, 20 kg/ha de fósforo, 187 kg/ha de potasio, 16 kg de calcio y, por último, 63 kg/ha de magnesio.

Por su parte, Jaramillo (2016) expone que para rendimientos de 45 ton/Ha, son: 100 kg/N, 50 kg/ de fósforo como P₂O₅, 250 kg/ de potasio como K₂O, 51 kg de Calcio como CaO, 22 de Magnesio como MgO.

El primer fertilizante debe aplicarse durante el trasplante de manera localizada en la corona, a una distancia de aproximadamente cinco centímetros del tallo. Cuando se utilizan fuentes de nitrógeno en formas amoniacales, se recomienda su incorporación para prevenir la liberación de amoníaco (Jaramillo, 2016).

La segunda aplicación debe realizarse entre los 20 y 30 días después de la deshierba y el aflojamiento superficial del suelo, utilizando fórmulas químicas como 10-20-30. El propósito de esta segunda aplicación equilibrada es promover la formación de cabezas grandes y compactas (Jaramillo, 2016).





Los micronutrientes se aplican en forma foliar para ser absorbidos por las hojas, utilizando fuentes de fertilizantes foliares como sales, quelatos o compuestos orgánicos, y suelen ser administrados al follaje al menos semanalmente, a veces en combinación con insecticidas o fungicidas (López, 2017).

La aplicación de nutrientes directamente a través de la nutrición foliar asegura altos rendimientos, especialmente en ciclos de cultivo cortos o cuando la absorción de nutrientes del suelo es limitada. En momentos críticos, los fertilizantes foliares son una opción óptima para abordar deficiencias nutricionales. En casos de carencias de calcio o microelementos, se aconseja complementar con aplicaciones dirigidas al follaje de forma semanal (López, 2017).

Análisis de suelo e interpretación

Los análisis de suelos son de suma importancia porque nos permiten tomar en cuenta la disponibilidad de los nutrientes del suelo y determinar la cantidad de nutrientes que se debe incorporar de acuerdo con los requerimientos de la planta.



(Aporte nutrientes del suelo) – (Requerimientos del cultivo)
= Necesidad suplida por fertilizantes químicos

Fuente: Elaboración propia

Las variedades de apio, culantro y lechuga pueden tener distintos requerimientos nutricionales según su potencial de rendimiento. En este sentido, es importante comunicarse con la empresa matriz para obtener información precisa sobre estos requerimientos.

Algunos aspectos importantes a la hora de llevar a cabo el muestreo de suelo son:

1. Realizar un muestreo de suelo representativo, tomando muestras de diferentes áreas del campo de cultivo, recolectando submuestras a una profundidad de 15 a 30 cm, y mezclando bien para obtener una muestra compuesta.
2. Utilizar herramientas de muestreo limpias para evitar la contaminación de las muestras con residuos de otros



lugares y limpiarlas antes de cada muestreo para evitar la transferencia de materiales y garantizar resultados precisos.

- 3.** Si el campo de cultivo presenta variabilidad en cuanto a suelos, topografía o historial de cultivo, se debe considerar realizar una estratificación de la muestra. Esto permitirá un manejo más preciso y ajustado a las necesidades específicas de cada área.

A modo general, se recomienda llevar a cabo un análisis de suelo cada tres años con el propósito de evaluar varios aspectos, tales como: el comportamiento de la acidez del suelo, el desequilibrio de bases, las deficiencias nutricionales y el contenido de materia orgánica. El monitoreo del contenido orgánico permite evaluar si se ha logrado aumentar los niveles a través de la implementación de buenas prácticas, como la aplicación de abono orgánico, la reducción de la erosión y el uso de coberturas, entre otras medidas.

La materia orgánica desempeña un papel esencial al mejorar la capacidad de intercambio catiónico en el suelo. Asimismo, su contribución a la adaptación al cambio climático es significativa, ya que incrementa la retención de agua en el suelo, lo que proporciona un suministro constante durante las sequías y refuerza la resistencia ante tormentas intensas. Además, la descomposición de la materia orgánica libera nutrientes esenciales, lo cual mejora la fertilidad del suelo y facilita la recuperación de áreas afectadas por eventos climáticos extremos. Por último, los suelos ricos en materia orgánica actúan como sumideros de carbono, retirando el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y almacenándolo en el suelo. Esta acción contribuye significativamente a la mitigación del cambio climático al reducir las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

Ahora bien, como complemento a un plan de fertilización, es posible llevar a cabo un análisis foliar con el objetivo de verificar no solo los síntomas visibles de deficiencias nutricionales, sino también la escasez de nutrientes antes de que se manifiesten en las hojas. Este análisis contribuye a determinar la capacidad relativa del suelo para suministrar los nutrientes, entre otros aspectos importantes. En el cultivo de culantro coyote, se sugiere realizar un análisis foliar para identificar deficiencias nutricionales, con el objetivo de corregirlas mediante la aplicación de fertilizantes foliares (MAG, 2014).





Un análisis de suelo proporciona información precisa sobre los nutrientes presentes en el suelo y sus niveles. Esto permite una fertilización más precisa y eficiente, lo que evita la aplicación excesiva de fertilizantes químicos. Además, la reducción de la sobreutilización de fertilizantes contribuye a la mitigación del cambio climático, ya que disminuye la liberación de óxido nitroso (N₂O), un potente gas de efecto invernadero, al ambiente.

Uso de fertilizantes y enmiendas

Enmiendas

Una enmienda agrícola se refiere al uso de un producto que se añade al suelo con el propósito de corregir o mejorar aspectos químicos, biológicos o físicos, para así mejorar las condiciones generales del suelo.

La acidez que representa un riesgo significativo para la producción agrícola está relacionada con la presencia de aluminio intercambiable con carga +3, la cual suele encontrarse en niveles de pH por debajo de 5.5 (Arévalo et al., 2009).

Es importante destacar que el pH del suelo no es el único factor que puede afectar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Los nutrientes también interactúan entre sí en el suelo, lo cual puede influir en su disposición para las plantas (FAO, 2013).

A continuación, se presenta una descripción de algunas enmiendas comúnmente utilizadas en la producción de apio, culantro y lechuga:

Carbonato de calcio: la incorporación del carbonato de calcio en el suelo debe llevarse a cabo antes de la siembra del cultivo. El momento preciso dependerá del nivel de acidez del suelo determinado mediante un análisis previo. Luego, para lograr el efecto deseado, es fundamental aplicar la cal de 2 a 4 meses antes de establecer el cultivo, teniendo en cuenta la solubilidad del producto utilizado (Arévalo et al., 2009.)

Compost o bocashi: la función principal atribuida a las enmiendas orgánicas es la incorporación de materia orgánica en el suelo, con el propósito de generar humus y mejorar la fertilidad del suelo. Los factores que influyen en el proceso de compostaje o elaboración de bocashi son principalmente la naturaleza de los residuos biodegradables

y los microorganismos involucrados, el tamaño de las partículas, la temperatura y el pH del proceso (INTA, 2019). Estos pueden ser aplicados al momento de la siembra y durante el ciclo de producción de forma fraccionada en el contorno de la base de la planta.

Biochar: se trata de un material rico en carbono que se obtiene a través de la descomposición termoquímica de residuos orgánicos a temperaturas que oscilan entre los 300 y 700 grados Celsius, en ausencia de oxígeno (proceso de pirólisis). El empleo de este material tiene la capacidad de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo (INTA, 2019).

Vermicompost o lombricompost: se obtiene a través de la digestión por lombrices de materiales orgánicos, principalmente estiércol. Entre los desechos de estiércol utilizados se encuentran los provenientes de conejos, caballos y cabras. Además, se puede emplear broza de café y residuos vegetales para este propósito (MAG, 2014).

Fertilizantes

La absorción de nutrientes depende de varios factores, como la variedad del cultivo, la fecha de siembra, las condiciones del suelo (que están vinculadas al análisis del suelo) y el entorno. Para lograr un cultivo óptimo y minimizar la contaminación ambiental es esencial que se suministren los nutrientes en el momento preciso en que las plantas los necesitan. Esto es particularmente crucial para los nutrientes móviles, como el nitrógeno, que pueden ser lixiviados del perfil del suelo si no son absorbidos por las raíces de las plantas (Arévalo et al., 2009).

Abonos orgánicos utilizados

Entre los principales abonos orgánicos utilizados para la producción de hojas verdes se encuentran:

1. **Microorganismos de Montaña (MM) sólido:** los Microorganismos de Montaña (MM) incluyen hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos beneficiosos que habitan en suelos de montañas, bosques, parras de bambú y áreas sin agroquímicos. Se recolectan en la montaña, donde se han multiplicado de manera natural en la materia orgánica. La recolección se realiza con cuidado, evitando perturbar el entorno. Se retiran las hojas recién caídas y se toman las degradadas en el suelo por los microorganismos. Es crucial recolectar en distintas áreas para garantizar una variedad de cepas de microorganismos.





Elaboración MM sólido (estañón 200 litros)

Materiales:

1. 1 galón de melaza o azúcar (1 balde) más un galón de agua sin cloro.
2. 40 kg semolina de arroz (1 saco) (o concentrado animal o caña de azúcar picado).
3. 150 kg de tierra de montaña (3 sacos).
4. 1 estañón plástico 200 litros con tapa hermética.

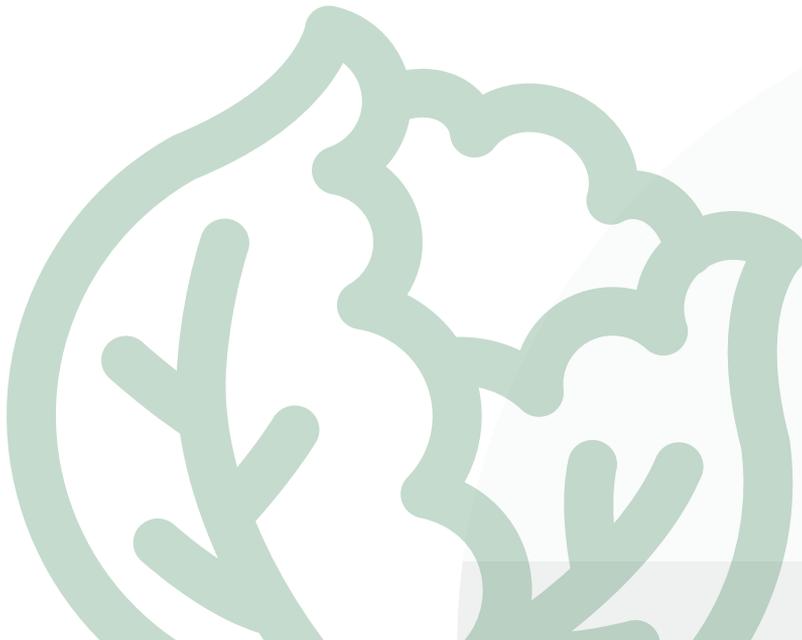
Preparación:

Colocar una capa de 10 cm de tierra de montaña más un saco de semolina, más melaza (regadera), luego mezclar materiales. Agregar agua hasta que quede con un 40 % de humedad (prueba del puño). Introducir poco a poco la mezcla en un estañón y pisonearlo bien para sacar aire de la mezcla. Una vez lleno y finalizado el pisoneo, tapar herméticamente. Guardar a la sombra por unos 30 días (según zona).

Aplicación:

Este MM sólido lo vamos a ocupar para hacer MM líquido. Este MM sólido se puede almacenar por 1 o 2 años. Se puede estar sacando porciones de 8-10 kg MM sólido para elaborar 200 litros de MM líquido.

Fuente: MAG, 2017.



2. Microorganismos de Montaña (MM) líquido: la reproducción de microorganismos de montaña en medio líquido se lleva a cabo para incrementar la cantidad de microorganismos benéficos reproducidos en medio sólido. Sirve de base para enriquecer los biofermentos y otros abonos foliares, incluidos los extractos de hierbas.

MM Líquido (estañón de 200 litros)

Materiales:

1. 6-8 kg de MM sólido.
2. 1 galón de melaza o 5 kg de azúcar en agua.
3. 200 l de agua sin cloro (de río o de lluvia).
4. Estañón plástico de 200 litros.
5. 1 saco limpio.

Preparación

Se agrega 6-8 kg de MM sólido al saco, se amarra, se introduce saco en estañón con 200 litros de agua mezclado previamente con un galón de melaza. Tapar con una tela para que no entren insectos. Guardar bajo sombra por unos 15 días.

A los 4 días se forman hongos, a los 8 días se forman bacterias y a los 15 días se forman levaduras. Después de 15 días se puede aplicar al campo. Una vez que se ha activado el MM líquido se puede pasar el saco con MM sólido a otro estañón con melaza y agua para activar otros 200 litros de MM líquido.

Aplicación

En hortalizas se puede aplicar semanalmente al suelo y vía foliar, 1 a 2 litros/ bomba de 18 litros. Controla enfermedades y plagas, y acelera el crecimiento de plantas y frutos.

Se puede aplicar 50 % - 100 % puro al suelo para controlar hongos.

Remojar semillas con MM para acelerar la germinación.

Fuente: MAG, 2017.

3. Bocashi: abono orgánico que se prepara mediante un proceso de fermentación controlada, en el que los microorganismos descomponen la materia orgánica y la convierten en un abono rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos.





Abono Tipo Bocashi (aprox. 28 qq), receta base.

Materiales:

- 1.** 10 sacos de gallinaza, cerdaza o boñiga (Deben estar secas), etc. (Fuente de NPK).
- 2.** 6 sacos de bagazo de caña o cascarilla de arroz (fibra) o cascarilla de café.
- 3.** 40 litros MM líquido activado o 10 kg MM sólido (2 baldes).
- 4.** 6 sacos de ceniza o carbón molido o carbón de granza de arroz.
- 5.** 20 litros de melaza, miel o azúcar (energía).
- 6.** 2 sacos de arena de tajo o de río (minerales).
- 7.** 2 sacos de Bocashi viejo (si hay disponible como potenciador).
- 8.** 1 saco de semolina de arroz o alimento animal o harina de maíz, etc.

Preparación

Cascarilla de arroz primero, más ceniza, más arena, más gallinaza, más melaza, más otros elementos, se mezclan bien y se humedece con MM y la melaza. Usar lona o plástico para evitar contaminación. Humedecer hasta hacer prueba del puño, que se haga un terrón en la mano. Introducir la mezcla en sacos limpios. Se apilan acostados en pellets para mejor aireación. Se deja fermentar unos 22 días, aunque esto depende del clima. En zona caliente tarda 10 días el proceso, mientras que en el valle central puede tardar 22 días. En la zona más fría es probable que dure un mes. La temperatura promedio debe andar en 50 a 60 grados. Si se va usar para almácigo es mejor dejarlo reposando unos 5 meses, para que no queme la semilla.

Aplicación

Abono rico en microorganismos y nutrientes. En hortalizas de hojas se aplica de 1 a 3 puños por planta (De 2 a 3 t por ha).

Fuente: MAG, 2017.



- 4. Compost:** abono orgánico producto de la descomposición controlada y natural de materiales orgánicos, como restos de comida, hojas, ramas, papel y otros desechos vegetales.



Ocho pasos para elaborar un compost

1. Escoger un buen lugar.
2. Tener listos los materiales, algunos habrá que picarlos.
3. Primera capa con residuos de cosechas y otras plantas – 15 – 20 cm de espesor. Segunda capa – estiércol – unos 10 cm. Luego una capa fina de cal o de microorganismos. Repita con capas de diferentes materiales hasta que se acaben. No sobrepasar la altura de 1.5 m.
4. Humedezca uniformemente (si tiene melaza aproveche y la incorpora).
5. Coloque respiraderos.
6. Cubra el montón con hojas secas, sacos o manteado. Déjelo reposar por tres semanas.
7. A las tres semanas voltee el montón uniformemente y vuélvalo a cubrir.
8. Cinco semanas después se vuelve a voltear. Se cubre de nuevo y se deja hasta completar 4 meses (8 semanas más).

Fuente: MAG, s.f.

El aumento de la temperatura en la elaboración de compost es esencial para acelerar y optimizar el proceso de descomposición de materiales orgánicos. Este aumento favorece la actividad de microorganismos beneficiosos, tales como bacterias y hongos, que descomponen la materia orgánica de manera más eficiente a temperaturas elevadas. Además, la generación de calor contribuye a la eliminación de patógenos y semillas de malas hierbas, mejora la calidad del compost al permitir una descomposición más completa, y reduce olores desagradables al mantener condiciones aeróbicas en el montón de compost. En última instancia, el compostaje a temperaturas más altas produce un compost de mayor calidad.

De modo que, para aplicar compost al suelo de manera efectiva se prepara el suelo, eliminando malezas. Luego, se determina la cantidad de compost necesaria según un análisis de suelo. Así pues, se distribuye uniformemente una capa de 2 a 4 pulgadas sobre la superficie y seguidamente se incorpora el compost mediante labranza ligera. Por último, se riega bien después de la aplicación y se espera





unas semanas antes de plantar para permitir que el compost se integre al suelo.

5. Biofermento de fósforo: producto que se obtiene de la fermentación de microorganismos beneficiosos, como bacterias y hongos, que tienen la capacidad de solubilizar el fósforo inorgánico y convertirlo en una forma asimilable por las plantas.



Biofermento de fósforo (estañón de 100 litros)

Materiales:

1. Estañón de 100 litros 6 kg sábila.
2. 1 galón de leche (suero).
3. 1 balde pasto fermentado (20 litros).
4. 1 galón de melaza.
5. 20 litros de MM líquido activado.
6. 5 kg de roca fosfórica o sulfato monopotásico.
7. 4 kg flor de azufre.
8. Agua sin cloro (agua de pozo, de río o llovida) para rellenar estañón.

Preparación

Mezclar ingredientes en el estañón, tapar herméticamente, poner manguera y botella con agua, para que salgan gases. En 15 días estará listo para usar.

Aplicación

Fertilizante líquido y tiene propiedades de fungicida. En hortalizas: aplicar 300 cc / bomba de 18 litros o 20 Litros. Cada 10 días. Se puede aplicar vía foliar, por goteo, o drench a la raíz.

Según el Ingeniero Jorge Garro del INTA, en cultivos como papa, tomate y chile dulce, se recomienda aplicar dos veces por semana. Para el follaje, la dosis sugerida es de 1 litro por bomba de 18-20 litros, mientras que para el suelo se aconseja aplicar 10 litros por bomba de 18-20 litros.

Fuente: MAG, 2017.



6. Biofermento de engruese: fermento enriquecido con sales minerales para asegurar un adecuado desarrollo de frutos y hortalizas.



Biofermento de engruese (estañón de 100 litros)

Materiales:

1. Base biofermento 1 más sulfato que se necesite según análisis de suelo: 8 kg de sulfato monopotásico (fósforo y potasio).
2. 4 kg de ácido bórico (Boro).
3. 3 kg Sulfato de Magnesio.
4. 3 kg de Silicio (arena o cenizas de cascarilla de arroz).
5. 1 galón de melaza.

Preparación

Se dejan 4 días la base 1 (tapado con manguera y botella con agua) sin aire. Luego, se mezcla con los minerales: fósforo, potasio, boro, magnesio y silicio, y se deja fermentar 15 días más.

Aplicación

Se debe aplicar después de etapa de floración en caso como cultivos de tomate y chile dulce, para ayudar al engruese de los frutos.

1. Dosis hortalizas: 300 cc / bomba 18-20 litros (Vía foliar y al suelo).

Fuente: MAG, 2017.





7. Abono foliar: a base de pasto tierno (enzimas).



Abono foliar a base de Pasto tierno (enzimas)

Materiales

1. 20 kg de hojas de pasto tierno (espinaca, kale, brócoli, poro u otra leguminosa).
2. 200 litros de agua.
3. 1 galón de melaza.

Preparación

Picar 20 kg de hojas, mezclarlas con 200 litros de agua y añadir 1 galón de melaza. Permitir la fermentación de manera aerobia o anaerobia durante 8 a 15 días. Después de este período, filtrar la mezcla y almacenar en recipientes oscuros, ya que la luz directa puede afectar la flora microbiana.

Aplicación

Utilizar como abono foliar y para el suelo en cultivos, proporcionando nitrógeno, enzimas, vitaminas, microorganismos benéficos, lactobacillus y otros minerales. Se recomienda aplicar al 10 %, es decir, 2 litros por bomba de 20 litros en hortalizas de hojas. En tomates y chiles dulces se puede duplicar la dosis, llegando a 4 litros por bomba de 18–20 litros, según las experiencias de Juan José Paniagua (Zarcero, 2012) y las observaciones de Rolando Tencio en huerta casera (2013–2023).

Fuente: MAG, 2017.



Si bien es cierto que este tipo de productos aportan nutrientes al suelo, es crucial destacar que su composición nutricional puede variar según las materias primas empleadas. Por este motivo, es esencial llevar a cabo análisis específicos para determinar su contenido exacto.

Se recomienda además realizar pruebas que permitan evaluar la efectividad de estos abonos en la fertilización de cultivos, así como su impacto en la calidad del suelo y la salud de las plantas. Estas pruebas proporcionan información valiosa sobre la dosificación adecuada y los posibles beneficios adicionales, como la mejora de la estructura del suelo y la reducción de la dependencia de fertilizantes químicos.



Figura 16. Biofábrica con bionsumos destinados a la nutrición, prevención y control de plagas y enfermedades



Fuente: Finca Henry Guerrero Rodríguez, Zarcero.





Riego

Un buen manejo del riego no solo es esencial para maximizar la productividad agrícola, sino que desempeña un papel crucial en la adaptación a las condiciones climáticas cambiantes y en la preservación de los recursos hídricos y naturales, porque:

1. Permite adaptarse a la escasez y variabilidad del agua debido a condiciones climáticas como sequías e inundaciones.
2. Asegura el suministro constante de agua a los cultivos en sequías, protegiendo cosechas y brindando seguridad alimentaria en zonas vulnerables.
3. Reduce el estrés hídrico en plantas, crucial en regiones calurosas y secas.
4. Aumenta la productividad y asegura la alimentación.
5. Previene la erosión y la salinización, conservando el suelo y la sostenibilidad de la agricultura a largo plazo.

Tipos de riego recomendado

En la producción de hojas verdes se utilizan diversos tipos de riego, y uno de los más destacados es el riego por goteo, lo cual es un sistema presurizado en donde el agua se conduce y distribuye a través de conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico, se considera un riego localizado, ya que humedece un sector de volumen de suelo adecuado para el desarrollo del cultivo. También, se le llama de alta frecuencia, lo que permite regar de una a dos veces al día, todos o algunos días, dependiendo del tipo de suelo y las necesidades del cultivo (Liotta, 2015).

Figura 17. Demostración de instalación de riego por goteo



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Entre las ventajas y desventajas del riego por goteo, se encuentran las expuestas en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Ventajas y desventajas del riego por goteo.

| Ventajas | Desventajas |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Importante ahorro de agua. • Mantenimiento constante de niveles de humedad en el suelo. • Posibilidad de fertiirrigación para ahorro de fertilizantes y mano de obra. • Aplicabilidad de otros productos. • Control efectivo de malas hierbas. • Menor consumo energético. • Reducción de mano de obra. • Facilidad de automatización. | <ul style="list-style-type: none"> • Susceptibilidad a la obstrucción de los emisores. • Mayor costo de instalación en comparación con otros sistemas de riego. • Necesidad de mantener una presión adecuada. • Posibilidad de acumulación salina en el suelo, requiriendo riegos adicionales para eliminar las sales. |

Fuente: Salinas et al, 2010.

Ahora bien, para su instalación, se requiere el uso de cintas de riego autocompensadas (presión es igual a lo largo de toda la cinta), verificar el volumen de agua y la distancia entre los goteros, asegurándose de que estén cerca de las plantas. Durante la temporada de verano, muchos agricultores optan por utilizar una doble manguera de riego para aumentar el área de cobertura (Quirós, 2021).

De igual forma, para optimizar la eficiencia del riego es esencial considerar las condiciones ambientales, tales como: el clima, el tipo de suelo, el estado del cultivo y las necesidades de las plantas. Además, resulta crucial minimizar las pérdidas de agua mediante inspecciones periódicas de los tubos, conexiones y empaques, así como llevar a cabo el mantenimiento adecuado de los equipos de riego para prevenir fugas y obstrucciones.

En relación con lo anterior, es esencial establecer un programa de riego que se adapte a las necesidades del cultivo y al clima local. En este sentido, es importante abordar tres aspectos clave: la cantidad, la frecuencia y el





momento adecuado para el riego. Variables como la tasa de evapotranspiración del cultivo, el estado de desarrollo de las plantas y la textura del suelo deben ser consideradas en el cálculo del riego. También, es fundamental determinar la densidad del suelo, la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente para diseñar un sistema de riego efectivo (Chavarría, 2020).

Fertirriego

El fertirriego se refiere al método de aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego. Entre sus beneficios se encuentran: aplicación uniforme de fertilizantes y la capacidad de ajustar la cantidad de agua y nutrientes según las necesidades específicas del cultivo. De esta manera los fertilizantes empleados suelen ser de forma sólida o líquida. En el caso de los sólidos es necesario que sean altamente solubles en agua y presenten concentraciones óptimas de nutrientes.

Al respecto, Molina (2016), mencionado por López (2017), señala que los fertilizantes nitrogenados incluyen el nitrato de amonio, el nitrato de calcio, el nitrato de potasio y la urea. Aquellos que contienen fósforo comprenden el ácido fosfórico y el fosfato monopotásico. Los que aportan potasio son el sulfato de potasio y el nitrato de potasio.

Los fertilizantes ricos en magnesio abarcan el sulfato de magnesio y el nitrato de magnesio. Además, se emplean otros fertilizantes en el fertirriego, como el sulfato de zinc, el sulfato de manganeso, el sulfato de cobre, el ácido bórico y el molibdato sódico, entre otros.

Calidad del agua

En relación con la calidad del agua es fundamental asegurarse de que el agua utilizada para el riego no provenga de fuentes contaminadas por vertidos de aguas residuales y productos químicos. Además, se debe evitar el uso de agua potable destinada al consumo humano para actividades de riego. También, es aconsejable evitar que la toma de agua del tanque de almacenamiento o reservorio se encuentre en la parte inferior, ya que esto podría ocasionar la remoción de lodo y aumentar el riesgo de contaminación física, química y biológica.

Si la calidad del agua no es adecuada o se desconoce, es

esencial buscar fuentes alternativas de agua para evitar la contaminación, o tomar medidas correctivas como la filtración o cloración. Además, se deben incorporar filtros en el equipo de riego para evitar la presencia de contaminantes físicos, como semillas transportadas por el agua, que podrían afectar a las plantas.

Ahora bien, para evaluar el impacto de la actividad agrícola y el uso de plaguicidas, se recomienda ejecutar análisis semestrales del agua fuente para detectar posibles residuos de plaguicidas utilizados en la actividad. Estos análisis no solo ofrecen información sobre la presencia de residuos químicos, sino también sobre el carácter salino del agua y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Sobre este asunto, se sugiere el uso de pH-metro y conductímetro, dado que estos instrumentos no solo representan herramientas indispensables para evaluar el pH del suelo y la conductividad eléctrica del agua de riego, sino que también desempeñan un papel crítico en la toma de decisiones informadas para optimizar la producción de cultivos.

Además, con el fin de evaluar el impacto de la actividad agrícola y el uso de plaguicidas, se sugiere aplicar un análisis semestral de la fuente de agua para detectar la presencia de residuos de plaguicidas utilizados en la actividad.

Por último, es aconsejable llevar a cabo inspecciones regulares del sistema de riego y sus componentes, siguiendo un plan de mantenimiento preventivo detalladamente documentado. Debe mantenerse un registro que incluya la fecha del riego, la cantidad de agua empleada y las revisiones periódicas del sistema de riego junto con sus componentes.

Conservación del agua

La conservación del agua en las fincas es esencial para adaptarse a los desafíos que plantea el cambio climático, garantizar la disponibilidad de agua para la agricultura y preservar los ecosistemas locales. A continuación, se presentan algunas prácticas que pueden contribuir a la conservación del agua en las unidades productivas.

- Implementar un plan de conservación y repoblación de especies de árboles y plantas autóctonas en las áreas de la finca que dispongan de pozos o afloramientos de agua, con el objetivo de preservar estas fuentes hídricas.





- Es esencial salvaguardar los árboles en las orillas de los ríos si la finca limita con uno. Debe respetarse la distancia establecida entre la ribera del río y el cultivo. Asimismo, se recomienda crear una barrera vegetal para prevenir la erosión y el arrastre de sedimentos al río durante las precipitaciones. Estas medidas contribuyen a preservar las fuentes de agua y fomentar la reforestación con plantas que atraen aves, las cuales actúan como controladores de insectos y polinizadores, lo que genera un impacto positivo en el medio ambiente.
- Implementar sistemas de cosechas de agua con el propósito de almacenarla y utilizarla durante los períodos secos. Esta práctica disminuye la necesidad del riego convencional y optimiza el aprovechamiento del agua disponible, lo cual constituye una alternativa climáticamente adecuada en regiones con escasez hídrica.

Por su parte, algunas técnicas de cosecha de agua que se pueden aplicar para la producción de hojas verdes son:

- **Captación de agua de lluvia en techos o superficies impermeables:** implica la instalación de sistemas de recolección de agua en techos y superficies impermeables. El agua recolectada puede ser almacenada en tanques y utilizada para el riego durante los períodos secos (JICA, 2015).
- **Estanques:** son reservorios de agua que se realizan excavando el suelo, el cual se cubre con un plástico para evitar la infiltración. La ubicación ideal para un estanque es una depresión natural ancha y plana con una garganta estrecha en el extremo inferior, que permite embalsar el agua con una represa transversal (MAG, 2010). El uso de la topografía para establecer un estanque permitirá reducir los costos de forma considerable.

En los cantones de Hojancha y Nicoya se han llevado a cabo experiencias de cosecha de agua. La mayoría de los sistemas de captación de agua se han construido mediante excavaciones en el suelo y recubrimientos con geomembranas. Estos reservorios tienen como objetivo principal hacer frente al déficit hídrico y la necesidad de irrigación en los cultivos agrícolas, causados por la escasez de agua asociada a fenómenos como la fase cálida del ENSO o El Niño, eventos de aridez estacional fuertes y sequías (UNA, 2020).

Las instalaciones de almacenamiento de agua deben estar construidas de tal forma que se evite el riesgo de desplome y el eventual daño a infraestructuras aguas abajo. Deben permanecer limpias y protegidas de fuentes externas de contaminación química, biológica y física (por ejemplo, la malla de protección perimetral con acceso restringido); además, de permitir una fácil conducción del agua hacia el cultivo.

Implementar sistemas de reciclaje y reutilización de agua en la finca, como la captación y filtración de agua de drenaje, para minimizar las pérdidas y optimizar el uso del recurso hídrico.

Control de plagas y enfermedades

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una práctica agrícola esencial para adaptarse al cambio climático. Al basarse en la comprensión de los ecosistemas agrícolas, permite a las personas agricultoras, extensionistas o interesadas, tomar decisiones flexibles frente a las variaciones climáticas.

Además, al promover métodos de control biológico, cultural y físico, reduce la dependencia de pesticidas químicos, minimizando los impactos ambientales y en la salud. También, fortalece la seguridad alimentaria y la resiliencia de la agricultura al conservar la biodiversidad y mejorar la resistencia de los cultivos en entornos climáticos cambiantes.

A modo general, es el conjunto de prácticas destinadas a mantener los niveles de enfermedades y plagas por debajo de un umbral económico aceptable, empleando diversas formas de control.

Estas estrategias incluyen el control químico, el control mecánico, el control biológico, el manejo del cultivo, así como otros enfoques como vacunas o antibióticos. Además, el pronóstico juega un papel fundamental en el MIP, pues permite anticipar la aparición de enfermedades y plagas, así como optimizar la acción de los enemigos naturales.

En un enfoque de manejo integrado de plagas, se utilizan cinco tipos principales de control:





- 1. Control biológico:** involucra la utilización de organismos vivos, como depredadores, parasitoides o patógenos, para controlar las plagas de manera natural.
- 2. Control cultural:** implica la implementación de prácticas agrícolas que modifican el entorno con el objetivo de reducir la población de plagas, tales como la rotación de cultivos o la eliminación de malezas.
- 3. Control físico:** consiste en la aplicación de métodos físicos, como el uso de trampas, barreras o mallas, con el fin de evitar la entrada o dispersión de plagas.
- 4. Control etológico:** implica el uso de atrayentes químicos, ya sean naturales o sintéticos (como feromonas, trampas, cebos, repelentes e inhibidores), para controlar las poblaciones de plagas que afectan cultivos importantes económicamente.
- 5. Control químico:** implica el uso de productos químicos como medida de control. Aunque el manejo integrado de plagas (MIP) busca reducir la dependencia de productos químicos, esta sigue siendo una medida efectiva y rápida. Sin embargo, es crucial utilizar productos químicos con baja toxicidad y alta selectividad para minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud.

Se debe destacar la importancia de identificar y monitorear regularmente las poblaciones de plagas y enfermedades en los cultivos. Esto permite tomar decisiones informadas sobre las estrategias de control más adecuadas, que pueden incluir métodos biológicos, culturales, mecánicos y químicos selectivos.

Principales enfermedades abióticas

Algunas enfermedades fisiológicas o abióticas comunes en los cultivos de apio, culantro y lechuga son:



Cuadro 6. Principales enfermedades abióticas en el cultivo de apio, culantro y lechuga

| Enfermedad | Descripción |
|----------------------------|---|
| Quemaduras por el sol | <p>Exposición excesiva al sol que puede generar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decoloración y marchitez de las hojas superiores. • Amarilleo o quemaduras en los bordes de las hojas. • Pérdida de turgencia y textura flácida en las hojas afectadas. • Detención del crecimiento de las hojas y el tamaño de la planta • Posible necrosis en las áreas más expuestas (apio) |
| Golpe de calor | <p>Sensibilidad a las altas temperaturas, lo cual puede provocar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marchitez y pérdida de turgencia en las hojas y tallos • Amarilleo o decoloración de las hojas. • Hojas con bordes enrollados o marchitas (apio) • Reducción del crecimiento y desarrollo de la planta. • Mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas. • Pérdida de sabor y aroma en las hojas (culantro) • Pudrición de la raíz en casos severos (apio). <p>En el caso de la lechuga, las altas temperaturas favorecen el crecimiento longitudinal, mientras que una mayor intensidad lumínica aumenta el ancho de las hojas. Esta situación es más notable en condiciones de bajas temperaturas. La combinación de luz débil y altas temperaturas puede provocar hojas etioladas.</p> |
| Golpe de frío | <p>Sensibilidad a las bajas temperatura. Las heladas pueden causar daños a la lechuga. En este caso, las células muertas de la epidermis se separan de las hojas externas, hinchan y se vuelven marrones, lo que aumenta la susceptibilidad al daño físico y al marchitamiento.</p> <p>En el caso del apio, Las hojas y los peciotos parecen marchitos y, una vez descongelados, aparecen empapados de agua. Los peciotos se congelan más rápido que las hojas.</p> <p>Un problema importante que puede surgir en el cultivo del apio es el "bolting". Este fenómeno puede ser desencadenado por múltiples factores, como la acumulación de bajas temperaturas durante la etapa juvenil, la duración de la exposición a temperaturas vernalizantes, el fotoperíodo corto, la edad de la planta al momento de la exposición y la sensibilidad de la variedad a las bajas temperaturas.</p> |
| Deficiencias nutricionales | <p>Falta de nutrientes esenciales en el suelo, como nitrógeno, fósforo, potasio u otros micronutrientes, que pueden causar síntomas de marchitez, coloración anormal de las hojas y un crecimiento deficiente de la planta.</p> |
| Exceso o déficit de agua | <p>Situaciones de exceso o falta de agua que pueden provocar problemas en las plantas, como marchitez, amarilleo de las hojas y pudrición de la raíz.</p> <p>La falta de disponibilidad de agua en la lechuga produce una reducción del sistema radicular en comparación con la parte aérea, lo que afecta directamente a la planta. Además, puede provocar necrosis en los bordes de las hojas o contribuir a la formación de cabezas defectuosas así como subida en flor prematura si las temperaturas son elevadas.</p> |

Fuente: Chaves et al 2017, Pino 2022.





Principales plagas y control recomendado

Entre las plagas más frecuentes en la producción de apio, culantro y lechuga se incluyen las siguientes:

Cuadro 7. Principales plagas en el cultivo de apio

| Plaga | Descripción | Forma de manejo y control |
|--|---|---|
| Minador de la hoja <i>Liriomyza spp</i> | Las larvas de esta mosca minadora se alimentan de los tejidos de las hojas, creando túneles característicos que afectan la capacidad de la planta para fotosintetizar y crecer adecuadamente. | Eliminar y destruir las hojas afectadas, así como los residuos de cultivos anteriores para reducir el refugio de las moscas minadoras. Introducir enemigos naturales como parasitoides que se alimentan de las larvas del minador. |
| Pulgones/Afidos | Los pulgones son insectos chupadores que se alimentan de la savia de las plantas, lo que puede debilitar el apio y transmitir enfermedades virales. | Realizar una buena gestión del riego y evitar el exceso de fertilización nitrogenada, ya que los brotes tiernos atraen a los pulgones. |
| Arañita Roja <i>Tetranychus urticae</i> | Los ácaros son plagas comunes en el cultivo de apio. Se alimentan de las hojas, causando manchas amarillas y necrosis, lo que afecta la salud general de la planta. | Mantener una humedad relativa adecuada en el cultivo y evitar el estrés hídrico para reducir la incidencia de ácaros. |
| Trips | Los trips pueden causar daños al alimentarse de las hojas y flores del apio. Sus ataques pueden provocar decoloración, deformación y caída prematura de las hojas. | Mantener el cultivo bien ventilado y eliminar malezas que puedan servir de refugio para los trips. |

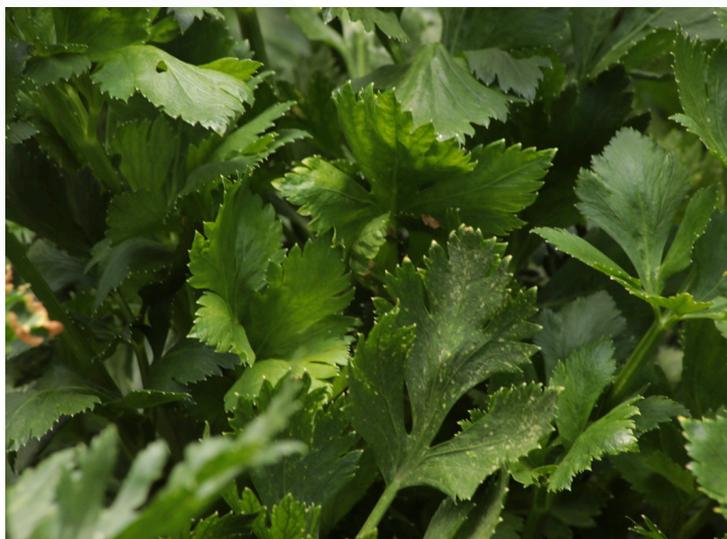
Fuente: Pino, 2022.

Figura 18. Daño por minador de la hoja *Liriomyza sp* en apio



Fuente: Finca Henry Guerrero Rodríguez, Zarcero.

Figura 19. Daño de araña roja *Tetranychus urticae* en apio



Fuente: Finca Carlos Mauricio Blanco Rojas Zarcero.





Cuadro 8. Principales plagas en el cultivo de culantro

| Plaga | Descripción | Forma de manejo y control |
|---|---|---|
| <p>Lorito verde o salta hojas <i>Empoasca sp</i></p> | <p>Los daños causados por las chicharritas en el culantro se manifiestan inicialmente con pequeños puntos amarillentos en las hojas, seguidos de arrugamiento y clorosis. Esto conduce a un crecimiento raquítico de la planta. Ellas pueden transmitir el fitoplasma Aster yellows Phytoplasma al culantro, causando daños al perforar los tejidos del tallo y las hojas, lo que resulta en la muerte de las células y la transmisión de enfermedades.</p> | <p>Intercalar cultivos resistentes o repelentes a las chicharritas puede reducir la incidencia de la plaga en el culantro. Preparación adecuada del suelo. Eliminación de malezas. Utilización de enemigos naturales, como avispas parasitoides. Rotación de cultivos. Empleo de trampas cromáticas.</p> |
| <p>Pulgones/Afidos <i>Aphis fabae</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Aphis gossypii</i></p> | <p>Cuando el cultivo es atacado por pulgones, se observan síntomas como amarillamiento, desecación y muerte de tejidos, pudiendo llevar a la muerte de la planta en casos extremos.</p> | <p>Introducción de enemigos naturales. Mantenimiento de higiene y eliminación de malezas. Uso de trampas cromáticas. Rotación de cultivos. Aplicación de extractos de plantas como neem o ajo, con propiedades repelentes e insecticidas.</p> |
| <p>Ácaros <i>Tetranychus telarius</i> L</p> | <p>Se alimentan de la superficie inferior de las hojas y causando síntomas como amarillamiento, bronceado y quemadura de las hojas. El follaje puede lucir deformado y arrugado, a veces con presencia de telarañas. Los ácaros son más activos en épocas secas y con altas temperaturas, prefiriendo los órganos más tiernos de la planta.</p> | <p>Introducción de ácaros depredadores o parasitoides que se alimentan de los ácaros fitófagos. Algunos de estos enemigos naturales incluyen ácaros depredadores como <i>Phytoseiulus persimilis</i> y <i>Amblyseius swirskii</i>. Eliminar malezas y restos de cosechas anteriores. Instalación de trampas cromáticas.</p> |
| <p>Minador de la hoja <i>Lyriomiza spp</i></p> | <p>Las larvas de <i>Lyriomiza</i> excavan galerías en las hojas de culantro, dejando líneas delgadas y sinuosas. Esto daña el tejido vegetal, causando decoloración, amarillamiento o marchitez. Prefieren las hojas jóvenes, afectando el crecimiento normal.</p> | <p>Eliminación manual de hojas afectadas. Uso de trampas y feromonas. Introducción de enemigos naturales de las larvas de <i>Lyriomiza spp.</i>, como parasitoides o depredadores. Control de arvenses.</p> |

Continuación del Cuadro 8

| Plaga | Descripción | Forma de manejo y control |
|---------------------------------------|---|--|
| Gusano cortador <i>Agrotis spp</i> | Las larvas de <i>Agrotis spp</i> debilitan el sistema radicular, causando un crecimiento lento y una menor absorción de nutrientes. Esto provoca marchitez y amarillamiento de las hojas por falta de agua y nutrientes. Además, pueden dañar la base de las plantas, afectando el tallo y la estructura basal. | Rotación de cultivos, manejo adecuado del riego y la fertilización, introducción de enemigos naturales como nematodos entomopatógenos o insectos parasitoides, y uso de trampas de feromonas |
| Nemátodos <i>Meloidogyne spp</i> | Genera problemas en el crecimiento radicular del cultivo dando como resultado la presencia de plantas enanas y amarillentas, este problema se presenta principalmente en zonas donde anteriormente se cultivó café. | El hongo <i>Trichoderma spes</i> efectivo contra nematodos del género <i>Meloidogyne spp</i> . La mecanización y extracción de raíces del cultivo anterior, junto con la solarización, son métodos de control adicionales. El uso de cultivos trampa atrae nematodos, pero se cosechan o destruyen antes de su reproducción. La rotación con cultivos no hospedantes reduce las poblaciones de <i>Meloidogyne spp</i> . |

Fuente: Flores 2011, Manotaba 2011, Altieri 1997.

Cuadro 9. Principales plagas en el cultivo de lechuga

| Plaga | Descripción | Forma de manejo y control |
|--------------------------------------|---|---|
| Gusano cortador <i>Agrotis sp</i> | Las larvas del gusano cortador permanecen enterradas en el suelo y salen para alimentarse de la planta durante la noche. Suelen atacar la base de los tallos y las raíces, lo que genera la sequedad y la caída de la plántula. | El control de malezas es crucial para reducir los ataques de cortadores, ya que las larvas invernan en ellas. Además, la preparación del suelo con rastras ayuda a destruir las larvas. Se sugiere el uso de trampas o tratamientos químicos para el control de infestaciones. |





Continuación del Cuadro 9

| Plaga | Descripción | Forma de manejo y control |
|--|--|--|
| <p>Minador de la hoja <i>Liriomyza spp</i></p> | <p>El adulto, una pequeña mosquita, deposita huevos en el envés de las hojas. Las larvas que eclosionan penetran en los tejidos de la hoja, lo cual causa desfiguración, formación de galerías y eventual caída de las hojas. La alimentación de la larva deja bandas plateadas que se vuelven negras.</p> | <p>Utilizar repelentes naturales (extractos de ajo, chile picante, jengibre, etc.) de forma preventiva, también se recomienda hacer aplicaciones de neem y aceites a base de cítricos.</p> <p>La eliminación de rastrojos y plantas hospederas, así como la colocación de trampas pegajosas amarillas contribuyen con disminuir y monitorear las poblaciones.</p> <p>Uso de mulch para el control de malezas hospederas. Muchas malezas de hoja ancha son hospedantes de la mosca, por lo que se convierten en "criaderos", por tanto el uso de esta práctica reduce el desarrollo de malezas en el cultivo.</p> <p>Debido a lo corto del ciclo de vida, a la rapidez de su multiplicación, al desarrollo de resistencia que han desarrollado a diferentes productos químicos, su combate resulta realmente difícil.</p> |
| <p>Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i></p> | <p>Esta plaga en su estado adulto es una pequeña mosquita de color blanco que mide entre 1 a 2 mm de longitud. La hembra coloca sus huevecillos en el envés de las hojas, y las ninfas permanecen en las hojas, alimentándose del jugo del tejido hasta llegar al estado adulto. Esta plaga afecta la maduración de los frutos de manera desigual, lo que resulta en coloraciones amarillas difusas y una disminución en los rendimientos.</p> | <p>Utilización de parasitoides como <i>Encarsia</i> y <i>Eretmocerus</i>, chinche pirata (<i>Orius sp</i>) chinche de ojos grandes (<i>Geocoris sp</i>) algunas especies de mariquitas (<i>Delphastus catalinae</i>).</p> <p>Utilización de cultivos trampa. El uso de trampas adhesivas es una técnica para reducir la plaga, así como el uso de feromonas.</p> |
| <p>Caracoles y babosas</p> | <p>Son conocidos por alimentarse de las hojas tiernas de la lechuga, dejando detrás de sí rastros de moco y agujeros en las hojas, lo que puede reducir la calidad del producto y disminuir el rendimiento de la cosecha.</p> | <p>Mantener el área libre de maleza, escombros y hojarasca reduce los refugios de caracoles y babosas.</p> <p>Colocar trampas con cebo atrayente alrededor del cultivo ayuda a reducir la población de estos moluscos.</p> <p>Plantar tomillo, eucalipto o menta alrededor de los cultivos repele babosas y caracoles.</p> |

Fuente: INIA 2018, Neval 2018, INTA 2010, Blanco et al 2021.

Figura 20. Cortadores *Agrotis* sp en cultivo de lechuga



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.

Figura 21. Caracoles y babosas en cultivos de lechuga



Fuente: Finca Luis Blanco Vargas, Zarcero.





Principales enfermedades y control recomendado

Entre las principales enfermedades a tener en cuenta en la producción de apio, culantro y lechuga se encuentran las siguientes:

Cuadro 10. Principales enfermedades en el cultivo de apio

| Enfermedad | Tipo | Descripción | Forma de manejo y control |
|---|------------|---|---|
| <i>Cercospora apii</i> | Fungosa | Sobrevive en semilla infectada y en residuos de plantas enfermas. El clima húmedo ayuda a la reproducción del hongo y las corrientes de aire, la movilización de trabajadores, animales e implementos en el campo se encargan de diseminarlo. Cosecha. Síntomas: manchas amarillas visibles en ambos lados de la hoja, crecen rápido, toman color oscuro y textura de papel. | Usar semilla sana. Rotación de cultivos. Eliminar residuos de cosecha. |
| <i>Septoria apii</i> | Fungosa | Sobrevive en invierno en semilla infectada y de plantas enfermas, le favorecen las condiciones de invierno. El salpique de las gotas de lluvia, la movilización de trabajadores, animales e implementos en el campo ayudan a la diseminación. Síntomas: manchas pequeñas amarillentas que luego son de color amarillo grisáceo. La orilla de la mancha es oscura y el tamaño puede llegar a 1,5 cm. La lesión tiene pequeños puntos negros (picnidios). | Usar semilla sana. Rotación de cultivos. Eliminar residuos de cosecha. Desinfectar herramientas de cosecha. |
| Pudrición suave bacteriana <i>Pectobacterium carotovorum</i> | Bacteriana | Las condiciones húmedas y cálidas favorecen a su desarrollo. Los tejidos afectados tienen apariencia húmeda, se suavizan y tiene un olor fuerte. La bacteria usualmente entra a la planta a través de las heridas. | Evitar heridas a la planta en el campo. |

Fuente: MAG, 2004.

Figura 22. Daño de *Cercospora apii* en apio



Fuente: Finca Henry Guerrero Rodríguez, Zarcero.

Cuadro 11. Principales enfermedades en el cultivo de culantro

| Enfermedad | Tipo | Descripción | Forma de manejo y control |
|--|-------------------|---|---|
| <p>Tizón bacteriano <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coriandricola</i></p> | <p>Bacteriana</p> | <p>La enfermedad produce lesiones en forma de venas angulares en las hojas, inicialmente translúcidas y luego de color negro o café en condiciones secas. En casos graves, estas manchas pueden unirse, causando marchitamiento. El patógeno se encuentra en la semilla, lo que facilita la propagación de la enfermedad. Además, la polinización de insectos puede contribuir a su diseminación. La bacteria puede persistir en el suelo y afectar a otras especies de plantas cultivadas e incluso malezas.</p> | <p>Para su prevención, se puede tratar la semilla antes de la siembra durante 6 días a 65°C con calor seco.</p> |





| Enfermedad | Tipo | Descripción | Forma de manejo y control |
|---|------------|--|---|
| Bacteriosis <i>Xanthomonas campestris</i> | Bacteriana | Aparecen manchas angulares húmedas y marrones en las hojas, a lo largo de las nervaduras. Estas áreas pueden volverse necróticas, con tejido muerto y seco, causando la muerte prematura de las hojas y reduciendo la capacidad fotosintética. En etapas avanzadas, las hojas pueden parecer quemadas, con áreas secas y necróticas que se extienden por toda la hoja. | Rotación de cultivos. Selección de variedades resistentes. Eliminación de malezas que pueden servir como hospederos alternativos. Controlar el riego para evitar el exceso de humedad en el follaje. Retirar y destruir las plantas infectadas. Desinfectar herramientas de cultivo regularmente. |
| Mancha foliar <i>Alternaria sp</i> | Fungosa | Se observan pequeñas manchas foliares de color amarillento en las hojas bajas de la planta. Los primeros síntomas se presentan en los bordes de las hojas, causando pequeñas e irregulares lesiones rodeadas de tejido amarillento. Estas afecciones también pueden observarse en los foliotes jóvenes, manifestando necrosis con manchas foliares de color marrón. | Mantener espacio entre plantas para mejorar la circulación de aire y reducir la humedad. Rotación de cultivos. Retirar y destruir plantas afectadas y restos de cosecha para prevenir la propagación. Mantener el área libre de malezas para reducir la competencia y eliminar posibles hospederos alternativos. Evitar el riego por aspersion; preferir el riego por goteo o directamente al suelo. Desinfectar herramientas de cultivo después de su uso para prevenir la propagación del patógeno. |
| Pudrición de la raíz <i>Rhizoctonia bataticola</i> | Fungosa | Las plántulas infectadas presentan marchitez y amarillamiento en las hojas. En la base de los tallos, se observan lesiones oscuras y húmedas causando pudrición del tallo. Las raíces infectadas muestran necrosis y se tornan marrones oscuro o negras. | Rotación de cultivos, eliminación de restos infectados y aireación del suelo reducen el patógeno. Usar semillas certificadas. Evitar riegos excesivos y promover suelo bien drenado con materia orgánica. |
| <i>Pythium spp</i> | Fungosa | Las plantas afectadas pueden mostrar un crecimiento débil, marchitamiento repentino y amarillamiento de las hojas. Además, las raíces pueden volverse blandas, acuosas y pudrirse, resultando en un sistema radicular poco saludable. También es posible observar pudrición en la base del tallo, lo que puede causar inclinación o colapso de las plantas. | Rotación de cultivos. Evitar el exceso de riego y asegurarse de un buen drenaje del suelo puede reducir la incidencia de <i>Pythium</i> , que prospera en suelos húmedos. Uso de enmiendas orgánicas también puede mejorar la estructura del suelo y promover un mejor drenaje. Eliminar residuos de cosecha. |

Fuente: MAG 2014, Narvaes 2023, CEDECO 2021.



Cuadro 12. Principales enfermedades en el cultivo de lechuga

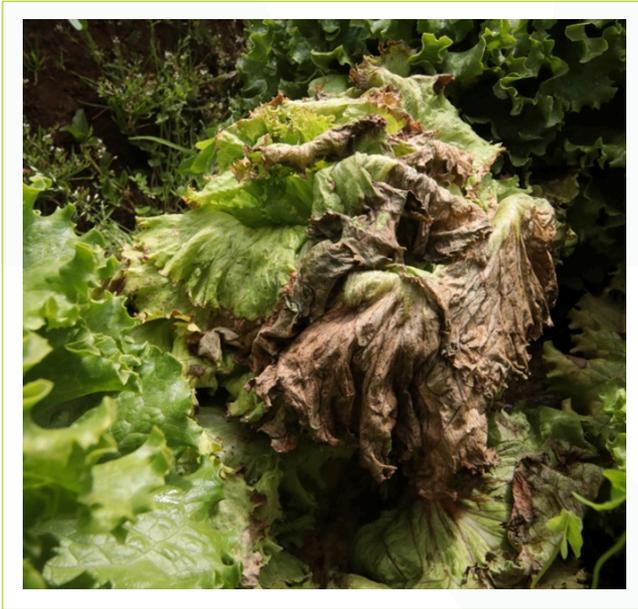
| Enfermedad | Tipo | Descripción | Forma de manejo y control |
|--|-----------------|---|--|
| <p>Mildeo vellosa <i>Bremia lactucae</i></p> | <p>Fungosa</p> | <p>Este patógeno produce la mayoría de las lesiones sobre el follaje más viejo, aunque puede infectar cualquier parte de la planta. Las manchas comienzan en forma de áreas amarillentas o verde claro sobre la superficie superior. Este puede vivir varios meses en residuos de cosecha. La humedad, la temperatura relativa alta y las temperaturas bajas, favorecen el desarrollo de la enfermedad.</p> | <p>Se recomienda mantener un periodo libre de cultivo de lechuga para reducir las fuentes de inóculo primario; al mismo tiempo tiene importancia erradicar malezas de la familia de las compuestas y eliminar completamente los residuos de la cosecha. Se usan fungicidas con compuestos cúpricos de amplio espectro (mancozeb, hidróxido de cobre).</p> |
| <p>Pudrición blanda <i>Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum</i></p> | <p>Bacteria</p> | <p>Clorosis y marchitamiento de hojas viejas, seguidos de lesiones acuosas en hojas nuevas y pudrición acuosa en la base del tallo. Las lesiones pueden ser verde oscuro, café o negras, afectando la cabeza y causando desintegración del tejido. Esta bacteria sobrevive en residuos de cosecha y tiene múltiples hospederos.</p> | <p>Evitar excesos en la fertilización nitrogenada y en el riego, así como el salpique excesivo, favoreciendo la aireación del suelo y del cultivo. Mantener niveles óptimos de potasio, calcio y zinc. Durante la cosecha y el empaque, minimizar el daño mecánico, ya que pequeñas heridas pueden facilitar la entrada de la bacteria, causando pudrición poscosecha.</p> |
| <p>Esclerotinia o podredumbre blanca</p> | <p>Fungosa</p> | <p>Los síntomas incluyen una vellosidad blanca en la base y costras negras. La enfermedad afecta principalmente el cuello de la planta, extendiéndose gradualmente y causando pudrición. Se observará una masa blanca algodonosa y corpúsculos negros en las hojas de lechuga.</p> | <p>Se puede recurrir a técnicas como la solarización antes de la siembra, especialmente durante el verano.</p> |

Fuente: Jaramillo 2016, Neval 2018.





Figura 23. Daño causado por Esclerotinia o podredumbre blanca en lechuga



Fuente: Luis Blanco Vargas, Zarcero.

.....
Figura 24. Pudrición suave bacterial (*Pectobacterium carotovorum*) en lechuga



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024.

Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades

Es fundamental que la persona extensionista recomiende solo los plaguicidas que se encuentran debidamente registrados y autorizados por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para el combate de plagas y enfermedades en la producción de apio, culantro y lechuga. Estos productos han pasado por rigurosas evaluaciones de seguridad y eficacia, lo que garantiza su idoneidad para proteger los cultivos de forma efectiva y segura. Al utilizar plaguicidas registrados, se reduce significativamente el riesgo de contaminación ambiental, daños a la salud humana y desarrollo de resistencia en las plagas, asegurando así la sostenibilidad y la calidad de los cultivos.

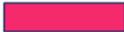
También es esencial que presten especial atención al etiquetado y el panfleto de los plaguicidas antes de su uso o recomendación a los agricultores. El etiquetado proporciona información crucial sobre la composición del producto, las dosis recomendadas, las precauciones de seguridad, el equipo de protección necesario y las instrucciones de manejo adecuadas. Es importante leer todas las instrucciones del etiquetado antes de usar cualquier plaguicida.

En la parte inferior de la etiqueta se presenta una franja coloreada denominada Banda Toxicológica. Los colores de esta banda señalan el nivel de riesgo asociado al plaguicida, tal como se ilustra en la siguiente figura. El color de la banda indica el grado de peligrosidad del producto para la salud humana, no su eficacia contra las plagas. Es importante tener en cuenta que un plaguicida con una banda verde puede ser igualmente eficaz que uno con una banda roja. Por lo tanto, siempre que sea posible, se recomienda seleccionar plaguicidas con bandas azules o verdes, ya que presentan menor riesgo para la salud.





Figura 25. Banda toxicológica de plaguicidas

| Categoría | Palabra de advertencia | Código Color | Símbolo | LD 50 Aguda Oral |
|-----------|------------------------|---|---|------------------|
| 1 | Peligro |  Rojo |  | 5 |
| 2 | Peligro |  Rojo |  | 50 |
| 3 | Peligro |  Amarillo |  | 300 |
| 4 | Atención |  Azul |  | 2000 |
| 5 | Atención |  Verde | Sin símbolo | +2000 |

Fuente: SFE, 2024

Para encontrar la lista de plaguicidas autorizados para la producción de apio, culantro y lechuga, puede consultar el siguiente enlace: <https://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/asp/Seguridad/Home.aspx>.

Durante la mezcla, se debe seguir un orden específico para garantizar la efectividad del proceso. Primero, se debe agregar agua hasta la mitad del tanque. A continuación, se incorporan los reguladores de pH para ajustar el nivel adecuado. Después, se añaden los sólidos, comenzando por los más difíciles de disolver, como los polvos mojables, y progresando hacia los granulados solubles.

Una vez incorporados los sólidos, se procede a agregar los líquidos, empezando por aquellos más difíciles de diluir, como las sustancias oleosas, y continuando con las soluciones a base de agua. Si es necesario, se añaden los fertilizantes foliares para complementar la mezcla. Finalmente, se completa el proceso con la inclusión de los adyuvantes surfactantes o adherentes, que mejorarán la eficacia y la adherencia del producto final.

Este orden asegura una mezcla homogénea y eficiente, lo que garantiza que todos los componentes se dispersen de manera uniforme y que el producto resultante sea óptimo para su aplicación.

La calidad del agua es fundamental para la preparación de la mezcla, ya que puede variar entre aguas alcalinas o

ácidas. Para evaluar y ajustar el pH del agua, se recomienda utilizar un papel pH-metro. El rango de pH ideal para el uso de agroquímicos oscila entre 5.5 y 6.5. En consecuencia, se deben seleccionar reguladores de pH que ayuden a mantener el agua dentro de este rango óptimo.

Para la aplicación de plaguicidas, es fundamental hacerlo en el momento oportuno, utilizando productos autorizados y respetando las dosis recomendadas. Además, es importante emplear el equipo adecuado y las boquillas correctas, así como asegurarse de utilizar una cantidad suficiente de agua. También es imprescindible considerar las posibles consecuencias ambientales y para la salud.

Límite Máximo de Residuos

El LMR, o Límite Máximo de Residuos, es la cantidad máxima de residuos de plaguicidas permitida en alimentos, asegurando la seguridad alimentaria y la salud pública.

El LMR es un estándar legal utilizado para fines administrativos. Cuando se excede el límite establecido de residuos de plaguicidas, se está infringiendo la ley, lo que obliga al Estado a tomar medidas para proteger la salud de la población.

Según el artículo 36 de la Ley 7664, conocida como Ley de Protección Fitosanitaria, el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) tiene la responsabilidad de retener, decomisar y eliminar los vegetales que contengan cantidades de residuos de plaguicidas superiores a los límites máximos permitidos para el consumo humano y animal.

Algunos aspectos a tener en cuenta para cumplir con los LMR incluyen: leer el panfleto y la etiqueta antes de la aplicación, respetar el periodo de carencia, calibrar los equipos, tener instrumentos para la medición de productos y revisar los LMR del plaguicida a utilizar. Para consultar los LMR, se puede acceder al siguiente enlace: https://app.sfe.go.cr/ws_FiscalizacionWeb/FrmConsultaLMR.aspx

Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades

Los bioinsumos son productos de origen biológico elaborados con microorganismos como bacterias, hongos o virus. Se emplean con el propósito de potenciar el rendimiento y el





bienestar de las plantas, así como las propiedades biológicas del suelo.

Además, son una opción para complementar los productos químicos sintéticos en la agricultura sostenible, con el fin de fomentar la salud de los ecosistemas agrícolas y mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente.

Algunos ejemplos de bioinsumos son: biopesticidas, bioestabilizadores, bioestimulantes, bioinoculantes, biocontroladores/microorganismos efectivos (biorremediadores, biotransformadores) y biofertilizantes.

Algunos bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades en la producción de hojas verdes se exponen a continuación:



- Biopesticida M5:** aporta muchos minerales, controla insectos, nemátodos y hongos como: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*.

Biopesticida M5 (estañón de 200 litros)

Materiales:

- 2 kg de ajos.
- 2 kg de chile picante, picados o licuados.
- 2 kg de cebolla morada, picados o licuados.
- 2 kg de jengibre, picados o licuados. Más plantas aromáticas al gusto: albahaca– (*Ocimum basilicum*), ruda (*Ruta graveolens*), hierbabuena (*Mentha spicata*), laurel (*Laurus nobilis*), orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Salvia rosmarinus*), menta (*Mentha spicata*), llantén (*Plantago major*), apazote (*Dysphania ambrosioides*), neem (*Azadirachta indica*).
- 1 galón de melaza.
- 1 galón de vinagre natural o artificial.
- 1 galón MM líquido.
- 1 galón alcohol de 80 grados.
- Agua para completar estañón de 200 litros.

Preparación

En un barril de 200 litros, agregar en una malla o saco poroso los materiales bien picados o machacados, agregar melaza, MM líquido, alcohol, vinagre, y completar con agua sin cloro hasta completar unos 180 litros; o sea, dejar un 25 % de espacio con oxígeno. Dejar el barril bien cerrado por 15 a 22 días, fermentación sin oxígeno. O bien, solo tapar con una malla oscura, o sea fermentación aeróbica.

Aplicación

Se aplican 300 cc a 500 cc por bomba de 18–20 litros. Se recomienda aplicar en el follaje y en el suelo para prevenir plagas y enfermedades. En hortalizas, se debe realizar cada 8 días, mientras que en frutales, la aplicación puede ser cada 22 días o mensualmente. Esta fórmula aporta una abundancia de minerales esenciales para el suelo y las plantas. Además, es posible combinarla con otros fertilizantes para optimizar la eficiencia y aprovechar la mano de obra. Esta receta ha sido ampliamente utilizada en la producción sostenible y orgánica del país durante más de 30 años.

Fuente: MAG, 2017.





2. Insecticida: Nematicida a base de Reina de la Noche.



Insecticida–Nematicida a base de Reina de la Noche (*Brugmansia arborea*) para 60 litros

Materiales:

1. 6 kg de flores y hojas de Reina de la Noche, bien picados.
2. 1 litro de melaza.
3. 3 litros MM líquido o más.
4. Agregar agua para llenar un estañón de 60 litros.

Preparación

Picar bien la Reina de la Noche (usar guantes), agregar melaza, más 3 litros de MM líquido o suero de leche, y agregar agua para rellenar un estañón de 60 litros. Tapar y dejar 8 días para que esté listo.

Aplicación

Se aplica al suelo al 50 % u 80 %. Se recomienda usar un mes antes de la siembra. Para controlar nemátodos, jobotos, gusanos cortadores.

También, a la hora de realizar el trasplante, se recomienda aplicar a drench alrededor de cada planta para evitar daño por nematodo, joboto o cortadores (dosis de 10 litros por bomba de 18–20 litros).

Aplicar en forma foliar para control de mosca blanca, cada 6 días: 300 cc /bomba 18 – 20 litros. Se le puede agregar jabón azul (200 gramos, previamente molido y derretido con agua caliente), unos 20 cc de aceite de cocina o aceite agrícola, para mejorar eficacia.

Se puede guardar 3 meses en envases bien cerrados. Usar con cuidado, dado que puede dañar las lombrices del suelo.

Fuente: MAG, 2017.



3. Fungicida para diferentes hongos patógenos (*Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, etc.) y royas.

Fungicida para diferentes hongos patógenos (*Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, etc.) y royas

Materiales:

1. Estañón plástico de 100 litros.
2. 1 kg de cal viva (óxido de calcio).
3. 1 kg de cobre.
4. 5 litros de sulfocálcico (ver preparación de Sulfocálcico).

Preparación

Mezclar todo en 100 litros de agua y aplicar al 100 %.

Aplicación

Aplicar así al 100 % inmediatamente, es decir, utilizarla recién elaborada sin almacenar.

Se recomienda realizar una prueba en una planta antes de la aplicación general para asegurarnos de que no se produzca quemadura. En caso de observar quemaduras, se debe ajustar la mezcla añadiendo más agua.

Fuente: MAG, 2017.





3. Bioinsecticida APICHI para controlar mosca blanca, ácaros, trips, áfidos, picudo. Su nombre obedece a sus ingredientes principales: ajo, pimienta y chile picante.



Bioinsecticida APICHI (pichinga de 20 litros)

Materiales:

1. 0,5 kg de ajo, picado o licuado, o bien en polvo.
2. 0,5 kg de pimienta negra o blanca, molida o en polvo.
3. 0,5 kg de chile picante, picado o licuado.
4. 1 litro de alcohol de 80 o 90 grados o vinagre natural o artificial.
5. Más MM líquido para completar 20 litros.

Preparación

Agregar ajo, pimienta, chile picante, bien picados o licuados, alcohol o vinagre, y MM líquido para completar pichinga de 20 litros.

Tapar estañón con tela oscura para que no entren insectos, y en 15 días estará listo para usar.

Aplicación

Para controlar: mosca blanca, ácaros, trips, áfidos, picudo.
Dosis hortalizas: 100 cc / bomba 18–20 litros. Aplicar cada 11 o 15 días de forma preventiva. Vía foliar y suelo.

Fuente: MAG, 2017.



4. **Sulfocálcico:** es un fungicida–acaricida, preventivo de uso permisible en agricultura orgánica, elaborado a base de minerales como azufre y cal.



Sulfocálcico o Sili–Sulfocalcio (barril de metal 50 litros)

Materiales:

1. 20 litros de agua (hervir agua a borbotones).
2. 1 kg de ceniza (fuente de silicio, entre otros minerales).
3. 1 kg de cal viva (óxido de calcio).
4. 2 kg de flor de azufre.
5. Mascarilla (olor fuerte), lentes y guantes.



Preparación

En una cubeta mezclar en seco la cal, la ceniza y el azufre, humedecer con agua esta mezcla de tal forma que quede como una masa. Poner a hervir 20 litros de agua en un estañón partido a la mitad u olla tamalera grande. Una vez que esté hirviendo a borbotones se debe agregar la mezcla de cal, ceniza y azufre a la olla u estañón, remover con un pedazo de madera por 20 a 30 minutos, hasta que cambie de color amarillo a un color rojizo o ladrillo. Luego se apaga el fuego y se deja enfriar. Una vez frío se debe filtrar con una manta o malla antiáfidos, y guardar en envases oscuros, ya que la luz lo degrada, y agregar 2 cucharadas de aceite en cada recipiente para evitar que entre aire. Puede durar así 1-2 años.

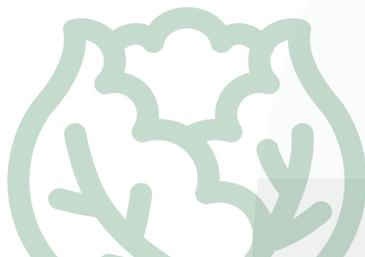
Aplicación

Dosis recomendadas para hortalizas: 100 cc por bomba de 18-20 litros. No se aconseja aplicar en cucurbitáceas como zapallo, pepino, melón, ni en plantas pequeñas recién germinadas ni durante la floración. Se sugiere realizar una prueba en una planta antes de la aplicación general para evitar posibles quemaduras.

El residuo que queda en el fondo del estañón puede utilizarse como sellador de podas, conocido como pasta sulfocálcica.

Fuente: MAG, 2017.

- 5. Caldo Bordelés:** se trata de un agente protector que crea una capa superficial que impide la penetración de hongos en los tejidos de las plantas y evita el desarrollo de patógenos. El caldo bordelés no tiene efecto curativo, simplemente previene que los patógenos se desarrollen en otras partes de las plantas. En cuanto a esto, Quirós (comunicación personal, diciembre de 2023) señala que puede utilizarse como bactericida.





Caldo Bordelés al 1 % (100 litros)

Materiales:

1. Estañón 100 litros de capacidad o más.
2. 1 kg de sulfato de cobre.
3. 1 kg de cal a la mezcla.
4. 1 machete o pedazo de hierro.

Preparación

En una cubeta agregar 1 kg de sulfato de cobre y mezclarlo con 10 litros de agua. En recipiente de 100 o 120 litros, agregar 90 litros de agua y disolver 1 kg de cal hidratada. Luego agregar la mezcla del cobre a la mezcla del calcio en el estañón de 100 litros. Revisar la acidez con un machete, si este se oxida agregar más cal a la mezcla, o bien usar un Phmetro digital o cinta de pH para ver que tenga un pH neutro cercano a 7.

Aplicación

En algunos cultivos se puede aplicar 100 % puro. En caso de tomate y chile dulce, cuando tengan unos 30 cm de altura aplicar así: 2 partes de Caldo Sulfocálcico y 1 parte de agua. Con una frecuencia cada 8 o 10 días. Cuando ya está en pleno desarrollo se puede aplicar 100 % puro.

Se hace mezcla y se aplica inmediatamente para prevenir daño por hongos como: antracnosis; alternaria, botrytis y mildiu. Aplicar solamente en hojas, ya que a nivel de raíz no se recomienda aplicar, pues afecta el suelo y se acumula el cobre. No se recomienda hacer aplicaciones en plántulas muy pequeñas, recién germinadas o en floración. Usar en 3 días máximo, no se debe almacenar este producto, ya que pierde eficacia.

Fuente: MAG, 2017.



6. Control de Mildiu polvoso y *Botrytis spp* (100 litros)



Control de Mildiu polvoso y *Botrytis spp.* (100 litros)

Materiales

1. 100 l agua.
2. 1 kg bicarbonato.

Preparación

En un estañón de 100 litros de agua se agrega 1 kg de bicarbonato (o sea, 10 gramos bicarbonato / litro de agua). Mezclar bien. Se puede agregar 1 litro de leche fresca de vaca.

Aplicación

Dosis hortalizas: 1 kg bicarbonato / 100 litros agua, se aplica de una vez. Aplicar en cultivos de hortalizas, tomate, chile dulce para controlar los mildiu, Ovidio, Botrytis spp.

Fuente: MAG, 2017.



Se recomienda realizar pruebas para verificar y definir la dosis adecuada de los insumos utilizados en el control de plagas y enfermedades. Estas pruebas permiten determinar la cantidad óptima de producto necesaria para un control efectivo, minimizando riesgos para el medio ambiente y la salud humana. Además, previenen efectos secundarios no deseados, contribuyendo así a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos.

Uso y manipulación de agroquímicos

En caso de ser necesario el uso de plaguicidas de origen químico, es importante asegurarse de seguir las recomendaciones del fabricante y aplicarlos de manera responsable, respetando los períodos de carencia y las dosis recomendadas y los productos autorizados por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para el cultivo. Además, priorizar el uso de productos de bajo impacto ambiental.

Algunas buenas prácticas asociados al uso responsable y eficiente de productos químicos son:

1. La adquisición de plaguicidas debe llevarse a cabo en establecimientos registrados y autorizados por la autoridad competente.
2. Es necesario disponer de instrumentos de medición precisos, como probetas y balanzas debidamente calibradas y exclusivas para este fin, que permitan utilizar cantidades exactas de plaguicidas.
3. Es necesario contar con un espacio de trabajo designado para llevar a cabo la mezcla y pesado de los agroquímicos. Este lugar debe ser abierto y bien ventilado, alejado de fuentes de agua destinadas para uso humano, animal o riego. Además, se recomienda que este espacio esté separado de la bodega de agroquímicos. Durante la manipulación de los productos, es imprescindible utilizar el equipo de seguridad adecuado.
4. La aplicación de plaguicidas debe realizarse en dirección del viento y se debe evitar el contacto con el rocío o la deriva. Además, es importante evitar el contacto con plantas y frutos recién pulverizados.
5. Leer las etiquetas y panfletos antes de aplicar cualquier producto. Al respeto, guardar panfletos y hojas de seguridad de los productos utilizados en la unidad productiva.
6. Durante las labores de aplicación, solamente se debe de permitir la presencia de los aplicadores en el área





tratada. Es responsabilidad de la persona empleadora asegurarse de que no haya otras personas no relacionadas con dicha tarea en el lugar. Posterior a este punto, es importante la colocación de rotulación de advertencia que indique “peligro área tratada con plaguicidas en el caso de que sean utilizados”.

7. Es necesario mantener registros de todas las aplicaciones de plaguicidas, los cuales deben incluir información, como: el nombre del cultivo, la ubicación de la unidad de producción (lote, bloque o sección), la fecha de aplicación, el ingrediente activo, el nombre comercial del producto utilizado, el nombre del aplicador, la plaga controlada, la justificación, la cantidad de producto aplicado, el equipo de aplicación, el período de reingreso y el período de carencia.
8. Si requiere utilizar plaguicidas como parte del MIP puede acceder a información sobre el manejo de plaguicidas autorizados en Costa Rica, en el link <https://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/asp/Insumos/ConsultaRegistroPlaguicida.aspx>

En este puede revisar las marcas registradas en el SFE, cultivos, dosificación, intervalos de aplicación y períodos de carencia.

9. Se deben proporcionar instalaciones para el aseo del personal que incluyen duchas con agua corriente fría o caliente, áreas separadas para la ropa sucia y limpia, iluminación y ventilación adecuada, pisos antideslizantes y privacidad para cada trabajador.

En definitiva, las y los trabajadores encargados del uso y manejo de plaguicidas deben recibir capacitación antes de comenzar su labor y al menos una vez al año. Esta capacitación debe abarcar medidas de prevención y protección, riesgos para la salud, así como primeros auxilios y procedimientos de emergencia. Es importante que los trabajadores capacitados demuestren competencia y conocimiento en el tema.

Es necesario emplear el equipo de protección personal de acuerdo con las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto. El equipo debe encontrarse en buen estado y, en caso contrario, debe ser reemplazado para garantizar la seguridad de la persona trabajadora, quien debe recibir capacitación sobre el uso adecuado del equipo y su mantenimiento. En la figura 8, se presenta infografía con el Equipo de Protección Personal (EPP) referido por el Consejo de Salud Ocupacional de Costa Rica.

Figura 26. Equipo de Protección Personal (EPP) según el consejo Salud Ocupacional de Costa Rica



Fuente: CSO, 2024

Después de concluir la jornada de aplicación es necesario lavar la ropa y el equipo de protección personal en el lugar de trabajo. Las aguas resultantes del lavado de la ropa que estuvo en contacto con plaguicidas no deben ser vertidas sin tratamiento en cuerpos de agua. Es importante almacenar el equipo de protección personal en un lugar separado de los plaguicidas.

Por último, se recomienda que las y los trabajadores involucrados en el manejo y uso de plaguicidas obtengan una recomendación médica que los clasifique como aptos para realizar dichas tareas. Esta recomendación se basa en los exámenes preexposición y los exámenes periódicos anuales.

Equipos de aplicación

Con respecto a los equipos de aplicación es necesario calibrarlos y asegurar la dosificación precisa de plaguicidas, dado que una dosis menor a la recomendada por el fabricante no controla adecuadamente las plagas y promueve su resistencia. Al contrario, una dosis excesiva daña el cultivo, contamina el medio ambiente y deja residuos en los productos cosechados.

Asimismo, es importante realizar inspecciones visuales periódicas de los equipos de aplicación para asegurar





su correcto funcionamiento. Esto implica verificar que no haya mangueras ni empaques dañados, diferencias notables en la descarga de las boquillas, discrepancias entre el caudal nominal y el caudal real de las boquillas, y derrames excesivos, entre otros aspectos. Cualquier anomalía debe ser comunicada de inmediato al encargado del mantenimiento de los equipos para su reparación o calibración correspondiente. Evidentemente, es esencial mantener registros de estas inspecciones.

Además, es importante utilizar boquillas de buena calidad, tener en cuenta la vida útil de las boquillas de acuerdo al material para sustituirlas en el tiempo recomendado y realizar calibración del equipo para conocer el volumen de caldo por área.

Finalmente, es necesario emplear el equipo de protección personal según las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto. El equipo debe encontrarse en buen estado y, en caso contrario, debe ser reemplazado para garantizar la seguridad de la persona trabajadora. También, es importante que este reciba capacitación sobre el uso adecuado del equipo y su mantenimiento, así como sobre la normativa nacional para el manejo de bodegas de plaguicidas en las unidades productivas.

Envases vacíos de agroquímicos

Con respecto a los envases vacíos de agroquímicos, estos no se deben utilizar para almacenar alimentos, agua u otras sustancias que puedan ser consumidas por personas o animales.

Por el contrario, es necesario realizar el proceso de triple lavado en los envases vacíos de plaguicidas. Este proceso implica agregar agua hasta un cuarto de la capacidad del envase vacío, agitar durante treinta segundos y verter la mezcla en el equipo de aplicación. Se repite este paso tres veces, realizando movimientos verticales, laterales y circulares. Posteriormente, se deben perforar los envases para evitar su reutilización. El líquido resultante del triple lavado no debe ser vertido directamente en cuerpos de agua sin tratamiento adecuado. Luego, se debe almacenar temporalmente en un lugar designado para su posterior devolución a la empresa proveedora correspondiente. También, existe la opción de entregar los envases en los centros de acopio del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), los

cuales son administrados por la Fundación Limpiemos Nuestros Campos. Para obtener más información, se puede visitar el sitio web <http://www.flnc-cr.org/>.

Figura 27. Triple lavado



Fuente: CSO, 2024

Además, es crucial que el productor cuente con una mesa o cama biológica para gestionar los residuos del lavado del equipo de aplicación. Estas instalaciones son altamente eficaces para acumular, retener y descomponer microbiológicamente los vertidos de pesticidas generados durante la preparación de mezclas agrícolas, el llenado de equipos de aplicación, excedentes de uso agrícola y los residuos al limpiar dichos dispositivos. La cama biológica desempeña un papel clave en la prevención de la contaminación del suelo y las fuentes de agua (SFE, 2020).

Las camas biológicas, construidas a nivel del suelo, presentan dimensiones más extensas, mientras que las mesas, erigidas verticalmente en estañones, se elevan sobre el nivel del suelo (SFE, 2020).

El Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) (2020) recomienda los siguientes pasos para establecer una mesa biológica:

1. Colocar un estañón azul.
2. Agregar una primera capa de arcilla de 10 a 15 cm de espesor, que absorbe y retiene los residuos.
3. Aplicar una segunda capa de mezcla con un 25 % de





abono orgánico, un 25 % de broza y un 50 % de paja de un material rico en lignina, como rastrojo de maíz, paja de arroz o tallos de zacate gigante picado.

4. Colocar una tercera capa de tierra con un espesor de 10 a 15 cm.
5. Sembrar una planta indicadora de humedad, como el zacate.
6. Cubrir con un techo plástico para evitar la entrada de lluvia.

Sumado a lo anterior, y con el objetivo de prevenir y controlar los riesgos laborales asociados al proceso de triple lavado, es importante recordar que esto se debe llevar a cabo en un área designada específicamente para esta tarea. La persona trabajadora debe utilizar la indumentaria de trabajo y el equipo de protección personal adecuado, lo cual incluye: delantal, guantes, botas impermeables, lentes, entre otros.

Control de arvenses

Algunas especies de arvenses que compiten con las plantas de apio, culantro y lechuga por nutrientes, agua y luz solar son: canutillo (*Commelina difusa*), moriseco (*Bidens pilosa*), dormilona (*Mimosa pudica L.*), santa lucía (*Ageratum conyzoides*), yerbamora (*Solanum americanum*), escobilla (*Sida acuta Burm f.*), bledo (*Amaranthus spinosus L.*), coyolillo (*Cyperus rotundus L.*), verdolaga (*Portulaca oleracea L.*), pasto (*Cynodon dactylon L.*), pega pega (*Desmodium sp*), entre otras.

Entre los métodos de control de arvenses más comunes se encuentran las siguientes:

Control cultural

Una vez que se ha establecido el cultivo en la finca, se lleva a cabo la eliminación de malezas utilizando herramientas como el azadón, la motoguadaña o el machete, especialmente en fincas de menor tamaño. Durante la temporada de lluvias estas labores de deshierba se realizan con mayor frecuencia, ya que las malezas tienden a crecer más rápidamente en comparación con la temporada seca.

Al respecto, López (2017) señala otras prácticas de control cultural, tales como:

- Realizar la limpieza de los implementos de labranza y herramientas, así como optar por trasplantes que no contengan semillas o propagación de malezas, son métodos efectivos para evitar la introducción de nuevas malezas en la zona de siembra.
- Siembra de multicultivos, el aumento de la densidad de siembra, el empleo de una variedad precoz y de crecimiento rápido.
- Aplicación de enmiendas para hacer el cultivo más competitivo.
- Rotación de cultivos, ya que si se cultiva de manera constante en un mismo terreno durante varios años, las malezas existentes pueden multiplicarse considerablemente, lo que dificulta su control.
- La utilización de coberturas impide que las semillas de malezas germinen, y se pueden emplear restos de cosecha de gramíneas o materiales plásticos para este propósito.

Control químico

Las personas agricultoras emplean herbicidas con el propósito de simplificar las tareas de gestión del cultivo, teniendo la opción de utilizar herbicidas selectivos.

En cuanto a esto, se señala que para el éxito en este tipo de control intervienen los siguientes aspectos: la dosis adecuada del herbicida, calibración del equipo, boquillas apropiadas, forma y hora de aplicación, estado de desarrollo de las malezas y condiciones climáticas. Además, es aconsejable evitar el uso de productos demasiado residuales, con el fin de reducir la contaminación de los mantos acuíferos y del suelo mismo (Orellana et al., s.f.).

Se recomienda consultar los productos autorizados para su uso en este tipo de cultivos, según lo indicado en las pautas de control químico para otras plagas.

El método de control de malezas más adecuado dependerá de la situación específica de cada campo y de las prácticas agrícolas utilizadas.





Cosecha Y postcosecha



A continuación, se presentan algunas buenas prácticas a tener en cuenta durante la cosecha y postcosecha de hojas verdes:

Momento de la cosecha

La organización y planificación eficiente de la cosecha es fundamental para minimizar la exposición al sol y a las condiciones adversas. Se recomienda realizar la cosecha preferiblemente durante las horas más frescas del día.

El apio se recoge al alcanzar su máximo tamaño, evitando que los pecíolos externos se vuelvan esponjosos y secos, ya que esto afecta negativamente a su calidad para el consumo. La cosecha del apio se lleva a cabo de manera manual, empleando un cuchillo bien afilado para obtener un corte preciso. La mayoría de productores optan por cosecharlo cuando la planta alcanza aproximadamente 50 cm de altura. Algunos sostienen que se debe recolectar entre 80 y 90 días después del trasplante. En cualquier situación, es importante que la planta no presente tallos en flor (Cerdas et al., 2004). A la vez, el apio, al tener una gran área expuesta, es vulnerable a la pérdida de agua. Para preservar su frescura y peso, se aconseja cortarlo temprano en el día, ya que los síntomas de deshidratación incluyen tallos doblados y falta de crujido al romperse.

Por su parte, la cosecha del culantro se ejecuta de manera manual, eligiendo el momento óptimo cuando las hojas alcanzan el tamaño adecuado. Para esto, se emplean herramientas manuales como tijeras o cuchillos, asegurando un corte cuidadoso de las hojas externas maduras, para permitir el desarrollo continuo de las más jóvenes. Al almacenar el culantro en bolsas de polietileno, nylon o polipropileno durante 12 a 14 días a 10 °C, se conserva su calidad extra, y dicha calidad puede prolongarse hasta por 20 días a la misma temperatura (Cerdas et al., 2016).

Por último, la cosecha de la lechuga se lleva a cabo sujetando la cabeza de la hortaliza con una mano y utilizando un cuchillo afilado en la otra para realizar un corte a nivel del suelo. Se retiran del campo las hojas sucias, quemadas por el sol, enfermas o dañadas por insectos. En el caso de la lechuga, los principales indicadores de madurez incluyen el tamaño del producto, la compactación de la cabeza o grado de arrollamiento, y el tiempo transcurrido desde el trasplante, que varía entre 40 y 60 días según el tipo de cultivo, la





región y los factores climáticos (Cerdas et al., 2004). Tanto el tamaño como la compactación de la cabeza son criterios fundamentales para determinar el momento adecuado de la cosecha.

Adicionalmente, se recomienda almacenar la lechuga a una temperatura de 0 a 2 grados Celsius, con una humedad del 80 al 100 %, durante un período de 14 a 22 días (FAO, 2003).

Además, se debe mantener una higiene personal rigurosa durante la cosecha, lo cual implica vestimenta y calzado limpios, el lavado de manos antes de manipular el producto, y la abstención de fumar, comer o beber en las cercanías de los cultivos. Se recomienda que el personal con lesiones abiertas, como heridas infectadas, sea temporalmente reubicado en otro puesto que no esté relacionado con el empaque del producto final, para evitar riesgos para la seguridad del producto. De igual manera, las personas con gripe u otras enfermedades, como hepatitis, que trabajan en el proceso de empaque, deben ser enviadas a casa hasta su recuperación. Normativas reconocidas, como la ISO 22000 y el sistema HACCP, centran sus esfuerzos en temas de seguridad alimentaria.

Así mismo, es esencial que el personal cumpla con el lavado de manos de manera obligatoria antes de iniciar sus labores, después de utilizar los servicios sanitarios y al manipular materiales que puedan entrar en contacto con la fruta o los utensilios de cosecha. Se recomienda la instalación de mensajes visibles, como pictogramas, que resalten la relevancia del lavado de manos, especialmente después de usar el baño, antes de manipular los productos.

El equipo de trabajo encargado de la cosecha debe vestir de manera apropiada, incluyendo sombreros de ala ancha, camisas de manga larga, pantalones largos, botas limpias y otros elementos que eviten la contaminación. Esta medida contribuye a mantener la higiene durante el proceso. También, en situaciones en las que las condiciones laborales o la duración de la jornada requieran que los trabajadores coman en el lugar de trabajo, se recomienda contar con un comedor designado donde puedan calentar y resguardar sus alimentos de forma segura, lo cual reduce el riesgo de contaminación.

Paralelamente, se sugiere implementar una revisión periódica de la calidad del agua utilizada en los procesos de poscosecha, especialmente durante las etapas de lavado y desinfección

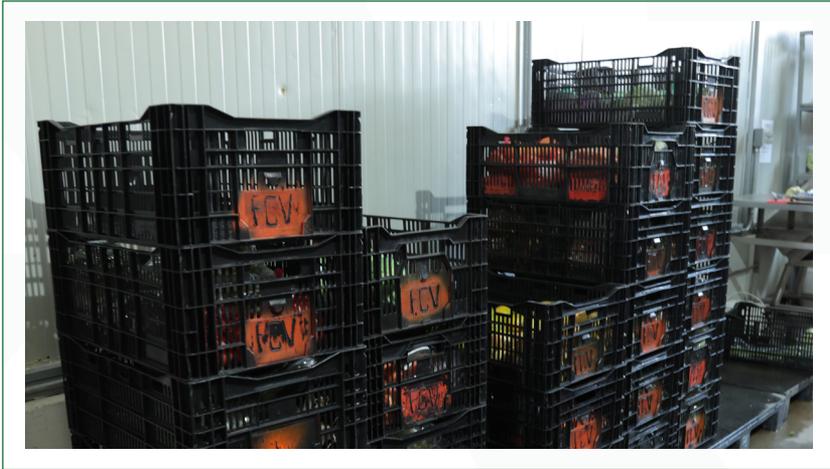
de los productos. Esta práctica se considera fundamental para garantizar la eficacia de los procedimientos de higiene y asegurar la integridad sanitaria de los productos finales. La evaluación regular de la calidad del agua contribuirá a mantener los estándares de seguridad alimentaria, lo cual promueve la producción de alimentos de alta calidad y la satisfacción del consumidor.

Se sugiere incorporar un proceso específico de lavado y desinfección para lechuga y apio, considerando la normativa requerida por distintos mercados. Al respecto, se recomienda incluir al menos dos estaciones: una de lavado para la eliminación de residuos de campo y otra de desinfección. En esta última etapa se aconseja emplear agentes desinfectantes como: cloro, ácido peracético o ácido láctico, siguiendo las dosificaciones recomendadas por el fabricante. Es importante destacar que, idealmente, el culantro no debería someterse a procesos de lavado. Esta medida contribuirá a cumplir con los estándares de calidad y seguridad alimentaria exigidos en los diferentes mercados.





Figura 28. Estibado de producto



Fuente: Finca Henry Guerrero Rodríguez, Zarcero.

Finalmente, se deben mantener registros precisos de la cosecha que incluyan la identificación de la unidad de producción cosechada (lote, bloque o sección), la fecha de la cosecha, la cantidad de producto, el tipo y tamaño de la fruta, así como el nombre y la firma del responsable de la cosecha. Asimismo, se aconseja llevar un registro detallado de los despachos de productos, que contemple el nombre y código del productor, la identificación del lote de producto, la cantidad, el tipo y tamaño del producto, el destino, la fecha y hora de entrega, la identificación del vehículo y del transportista, el nombre y firma del responsable de despacho en el campo, y el nombre de la persona receptora del producto.

Transporte del producto

Para transportar hojas verdes desde la finca hasta los mercados o centros de acopio, se recomienda el uso de cajas plásticas. Es esencial organizar las unidades dentro de las cajas para evitar daños mecánicos durante el transporte. Se deben tener precauciones adicionales, como evitar el exceso de velocidad en carreteras en mal estado, el manejo brusco del vehículo y asegurar el buen estado del sistema de suspensión y amortiguación del transporte (Saborío, 2021). Los vehículos destinados al transporte deben cumplir con requisitos estrictos para mantener la integridad y prevenir

cualquier forma de contaminación. Estos vehículos no deben haber sido utilizados previamente para otros fines, como la manipulación de plaguicidas, combustibles, aceites, animales o cualquier otro material que no sea vegetal o producto de cosecha.

De igual forma, es fundamental que el transporte se lleva a cabo en vehículos limpios y en óptimas condiciones, libres de cualquier residuo o suciedad que pueda afectar la calidad del producto. Además, la disposición de la carga en el vehículo debe ser cuidadosamente planificada y ejecutada.

Para esto es necesario, implementar un procedimiento de lavado de vehículos con una frecuencia establecida, así como mantener un registro detallado de estas labores.

Durante el transporte es esencial evitar el contacto con sustancias tóxicas o productos que puedan provocar contaminación. Se debe manipular con cuidado durante la carga y descarga del vehículo, utilizando equipo adecuado como paletas, carretillas o cintas transportadoras para minimizar el contacto directo con las hortalizas.

Al llegar al centro de acopio se descargan con cuidado las cajas plásticas. Posteriormente, se pesan y registran para el control de entrega y compensación al productor. El vaciado puede ser en seco mediante una faja transportadora o en agua, sumergiendo las cajas en un tanque para que se vacíen por flotación (Saborío, 2021).

Gestión de residuos

Dentro de la parcela, se debe designar áreas específicas para la disposición separada de los distintos tipos de residuos generados durante la jornada de cosecha, incluyendo la basura general y los desechos de plantas.

Además, es esencial recolectar y eliminar adecuadamente los residuos desechados, así como las plantas enfermas y los restos al final de la cosecha. Esto implica retirar estos residuos del área de cultivo para prevenir la propagación de enfermedades y plagas. Una práctica recomendada es el compostaje de todos los restos de cosecha, ya que el proceso de compostaje genera altas temperaturas que ayudan a destruir hongos y bacterias.





Tecnologías de precisión en la **producción de** **hojas verdes**





A continuación, se presentan algunas tecnologías y aplicaciones que se pueden utilizar para apoyar la producción de hojas verdes.

- 1. Estaciones meteorológicas:** en Costa Rica es posible acceder a las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología (INM) a través de su sitio web oficial: <https://www.imn.ac.cr/web/imn/inicio> . La opción de solicitar datos climáticos de estas estaciones emerge como una alternativa sumamente valiosa para fundamentar decisiones relacionadas con la planificación, siembra y cosecha de cultivos.
- 2. Sensores:** permite el monitoreo en tiempo real de parámetros clave para la producción agrícola, tales como: suelo, agua, plantas y clima. Esto facilita la agricultura de precisión, lo cual reduce costos y aumenta rendimientos al recopilar y analizar datos de cada planta. Además, posibilita un riego eficiente y el uso adecuado de fertilizantes.
- 3. Teledetección con drones:** la inspección y análisis ágil de cultivos en vastas extensiones se logra gracias al empleo de drones que sobrevuelan la zona, recolectando datos sobre las plantas mediante cámaras que capturan imágenes multiespectrales, térmicas y de la vida real.

Los drones permiten la realización de estudios topográficos, una gestión eficiente del agua, el monitoreo de los cultivos durante sus distintas etapas fenológicas y fisiológicas, el control de la temperatura en áreas cubiertas por invernaderos y la supervisión de la irrigación en toda la extensión del cultivo. En este sentido, se convierten en una herramienta complementaria a los sensores, lo cual mejora el análisis y la optimización de las prácticas agrícolas e incluso posibilita la anticipación y abordaje de futuros problemas.

- 4. Sistemas de Información Geográfica (SIG):** los SIG permiten la integración y análisis de datos geospaciales para la toma de decisiones. Se puede utilizar SIG para planificar la rotación de cultivos, identificar zonas de alto rendimiento y evaluar la eficacia de las prácticas agrícolas.
- 5. Internet de las Cosas (IoT):** la IoT en la agricultura implica la conexión de dispositivos y sensores a través de Internet para recopilar y compartir datos en tiempo real. Esto facilita





el monitoreo y control remoto de sistemas de riego, maquinaria agrícola y condiciones climáticas.

6. Gestión de cultivos basada en satélites: Las imágenes de satélite proporcionan una visión global de las condiciones de los cultivos y la salud de las plantas a lo largo del tiempo. Esto es útil para la planificación a largo plazo y la evaluación de la productividad de grandes extensiones de tierra.

7. El Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT): Su sitio web es <https://www.snitcr.go.cr/> . Es un paso muy importante en el proceso de consolidación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica. Es un conjunto de políticas, normas, tecnologías, recursos humanos y datos geoespaciales que se integran para proporcionar información territorial de calidad. El SNIT tiene como objetivo principal facilitar el acceso, la interoperabilidad y el uso de la información geoespacial en el país.

Se puede acceder a datos catastrales, información sobre el uso del suelo, cartografía detallada, datos hidrográficos y climáticos, así como información sobre infraestructura agrícola. También, pueden beneficiarse de imágenes satelitales y datos ambientales. Esta variedad de información facilita la toma de decisiones informadas en la planificación de cultivos, gestión de recursos y adaptación a condiciones climáticas y ambientales.

8. Google Earth Engine: Su sitio web es <https://earthengine.google.com/>. Es una plataforma en la nube desarrollada por Google que ofrece acceso y capacidades de análisis a gran escala para datos geoespaciales. Permite el acceso a datos globales, almacenamiento y procesamiento en la nube, herramientas de análisis, series temporales y colaboración.

Además, posibilita el monitoreo de cultivos, la detección de cambios en el uso del suelo, predicciones de rendimiento, gestión de recursos naturales, planificación de la rotación de cultivos, monitorización de condiciones ambientales, estimación de necesidades de riego y evaluación de impactos ambientales. Esta herramienta facilita a los agricultores tomar decisiones informadas, optimizar la gestión de sus cultivos y adoptar prácticas agrícolas más sostenibles. Actualmente, hay muchos tutoriales gratuitos disponibles para su uso.

- 9. Climate Serv:** Su sitio web es <https://climateserv.servirglobal.net/ClimateSERV>. Permite a profesionales, científicos, e instancias gubernamentales poder analizar con facilidad las precipitaciones históricas de los últimos 30 años y contrastarlas con pronósticos a 180 días para áreas específicas de interés. Esto mejora la comprensión y facilita decisiones más informadas sobre asuntos relacionados con la agricultura y la disponibilidad de agua.
- 10. Aplicaciones:** el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) ha desarrollado una aplicación que permite a los usuarios en el campo identificar el orden del suelo, el suborden. También, proporciona la capacidad de identificar características en función de las muestras tomadas durante los muestreos.

La aplicación “Weather Channel” es una herramienta popular para obtener información meteorológica en línea. Ofrece pronósticos del tiempo detallados, mapas interactivos, alertas meteorológicas en tiempo real, noticias y vídeos relacionados con el clima. Sumado a ello, se puede personalizar la experiencia del usuario, como la adición de ubicaciones favoritas y alertas personalizadas.

“Windy” es una plataforma en línea que ofrece información meteorológica detallada y mapas interactivos. Proporciona datos en tiempo real, pronósticos a largo plazo y presenta mapas interactivos que incluyen información sobre temperatura, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, humedad, entre otros.

- 11. Plataformas de agricultura digital:** plataformas de agricultura digital son sistemas integrados que utilizan tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para recopilar, analizar y presentar datos relevantes para la toma de decisiones en la agricultura. Estas plataformas buscan mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en la gestión agrícola.

En definitiva, es importante resaltar que hay una abundancia y diversidad de aplicaciones y plataformas de agricultura digital que reflejan una creciente adopción de tecnologías innovadoras en el sector agrícola. Al respecto, se debe recordar que antes de adoptar aplicaciones o plataformas de agricultura digital es crucial definir necesidades, priorizar la facilidad de uso y compatibilidad, así como asegurarse de recibir capacitación y soporte, y considerar la seguridad y escalabilidad.





Bibliografía



Altieri, M. (1997). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>

Arévalo, G. y Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. https://www.se.gov.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf

Bertsch, F. (2003). Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica.

Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO). (2021). Manual producción de Apio. San José, Costa Rica. [Documento PDF].

Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO). (2021). Manual producción de Culantro. San José, Costa Rica. [Documento PDF].

Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO). (2021). Manual producción de Lechuga. San José, Costa Rica. [Documento PDF].

Chicangana, D. (2014). Evaluación de las densidades de siembra en dos cultivares de cilantro *Coriandrum sativum*. https://issuu.com/dumer/docs/tesis_evaluaci__n_de_densidades_de_

Cerdas, M. y Montero, M. (2004). Guías técnicas del manejo postcosecha del apio y lechuga. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/J11-8683.pdf>

Cerdas, M y Montero, M. (2016). Efecto de cambios en manejo poscosecha sobre la calidad y vida útil del culantro coyote para exportación (*Eryngium foetidum*L). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242016000100051#:~:text=El%20culantro%20almacenado%20en%20bolsas,d%C3%ADas%20a%2010%C2%BOC.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2019). DECRETO EJECUTIVO DE EMERGENCIA N° 41852-MP-MAG Y N° 41944-MP. <https://www.cne.go.cr/recuperacion/declaratoria/planes/Plan%20General%20de%20la%20Emergencia%20%20Deficit%20Hidrico.pdf>





Flores, J. (2011). Etiología del amarillamiento o fuego del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Un nuevo problema fitopatológico. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/7376c965-077b-4bd3-b202-bbc7274265c7/content>

Guevara, Y. y Maselli, A. (2004). Bacteriosis en Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) causada por *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson en Venezuela. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61223114>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2007). Guía práctica para la exportación a EE. UU. Cilantro. <http://repiica.iica.int/docs/B3444e/b3444e.pdf>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2017). Guía técnica: Obras de conservación. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/6144>

Instituto de Investigación Agropecuaria. (2018). Manejo Integrado de Plagas y enfermedades. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66740/NR41204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2010). Manual de recomendaciones en el cultivo del chile, pimentón o ají (*Capsicum sp.*). <http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/00/00380-manualchile.pdf>

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2018). Establecimiento de almácigos para la producción de hortalizas. Guanacaste, Costa Rica.

ITIS. (2023). Integrated Taxonomic Information System. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30492#null

Jaramillo, J. (2016). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente antioqueño. https://issuu.com/sheencat90/docs/manual_del_cultivo_de_la_lechuga

Jaramillo, J.; Aguila, P.; Malagón, E.; Tamayo, P., Argüello, O y Guzmán, M. (2014). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga en el oriente antioqueño. https://repositorio.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13758/75472_65800.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). (2015). Guía técnica para cosechar el agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en la Sierra. https://www.jica.go.jp/Resource/project/ecuador/OO1/materials/ku57pq000011cym2-att/water_harvest_sp.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2010). Manual técnico para la elaboración de estructuras de captación de agua en escorrentía para uso agropecuario. <http://infoagro.go.cr/bibliotecavirtual/P10-9623.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2014). Manual Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Culantro Coyote. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO1-10801.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2014). Producción de abono orgánico en pequeña escala con lombriz californiana (*Eisenia foetida*). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO4-10723.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2017). Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO8-10924.pdf>

Nerval. (2018). Plagas y enfermedades más importantes de la lechuga. <https://www.ne-val.com/plagas-enfermedades-mas-importantes-lechuga/>

Liotta, M. (2015). Manual de riego por goteo. <http://www.prosap.gov.ar/Docs/3-%20Sistema%20de%20riego%20por%20goteo.pdf>

López, L. (2017). Manual para la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*). INTA. San José, Costa Rica.

Molina, M. (2018). Culantro Orgánico. <https://silo.tips/download/culantro-organico-nombre-cientifico-eryngium-foetidum-l-apiaceae-nombres-comunes>

Narváez, E. (2023). Tecnificación del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*), asociado a un aporte al mejoramiento de los mercados campesinos en Rovira Tolima. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1306&context=ingenieria_agronomica





Oficina Nacional de Semillas (ONS). (s.f.).
Variedades Comerciales. [http://ofinase.go.cr/servicios/
variedadescomerciales/](http://ofinase.go.cr/servicios/variedadescomerciales/)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
y la Agricultura (FAO en español). (2023). Manejo Integrado
de plagas y plaguicidas. [https://www.fao.org/pest-and-
pesticide-management/ipm/integrated-pest-
management/es](https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
y la Agricultura (FAO en español). (2003). Manual para
la preparación y venta de frutas y hortalizas del campo
al mercado. [https://www.fao.org/3/Y4893S/y4893s00.
htm#Contents](https://www.fao.org/3/Y4893S/y4893s00.htm#Contents)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
y la Agricultura (FAO en español). (2012). Manual de
Buenas Prácticas Agrícolas para el productor
Hortofrutícola. [https://openknowledge.fao.org/server/
api/core/bitstreams/5e3902ba-cea5-4029-ad97-
dcf21cc1ec4e/content](https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5e3902ba-cea5-4029-ad97-dcf21cc1ec4e/content)

Pino, M. (2022). Guía didáctica: Cultivo y producción
de apio. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.
php/101152/mod_folder/content/0/Guia%20apio%20
y%20lechuga%202022.pdf?forcedownload=1](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/101152/mod_folder/content/0/Guia%20apio%20y%20lechuga%202022.pdf?forcedownload=1)

Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA).
2015. Análisis del consumo de frutas, hortalizas, pescados
y mariscos en los hogares costarricenses. [https://
www.pima.go.cr/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-
Consumo.pdf](https://www.pima.go.cr/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-Consumo.pdf)

Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA). (2016).
Análisis del consumo de frutas, hortalizas, pescado y
mariscos en los hogares costarricenses. [www.pima.go.cr/
wp-content/uploads/2017/07/Analisis-Consumo.pdf](http://www.pima.go.cr/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-Consumo.pdf)

Quirós, S. (2016). Guía para la producción de tomate
en la agricultura familiar. [http://www.platicar.go.cr/
images/buscador/documents/pdf/2021/MANUAL%20
POSCOSECHA_min_ed.pdf](http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/MANUAL%20POSCOSECHA_min_ed.pdf)

Quirós, S. (2021). Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de
tomate. San José, Costa Rica.



Ramírez Matarrita, R.; Aguilar Rodríguez, J. y León González, R. (2010). Introducción a los cultivos protegidos bajo cobertura plástica en Costa Rica. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) – Sistema Unificado de Información Institucional (SUNII).

Ramírez, R. (2022). Diseño y construcción de microtúneles y túneles altos. http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Microtuneles_min_ed.pdf

Ruiz, J., Medina, G., González, I., Flores, H., Ramírez, G., Ortiz, C., Byerly, K. y Martínez, R. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_REQUERIMIENTOS_AGROECOLOGICOS_DE_CULTIVOS_2da_Edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/REQUERIMIENTOS-AGROECOLOGICOS-DE-CULTIVOS-2da-Edicion.pdfS%20PRACTICAS%20AGRICOLAS_min_ed.pdf

Shaxson, F. y Barbe, R. (2005). Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. El significado de la porosidad del suelo. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. <https://www.fao.org/3/y4690s/y4690s06.htm#TopOfPage>

Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (2015). Área sembrada y producción de las principales actividades agrícolas 2012–2015. http://sepsa.go.cr/DOCS/BEA/BEA26/menu_super_produccion.html#cerrar

Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (s.f.). Boletín Estadístico SEPSA Agropecuario Serie Cronológica 2019–2022 Edición N° 33. Junio, 2023. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BEA-0033.pdf>

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2023). Resultados obtenidos en los análisis realizados en vegetales frescos para verificar el cumplimiento de los límites máximos de residuos de plaguicidas. https://www.sfe.go.cr/DocsResiduosAgroquim/Informe_Analisis_de_Residuos_2022.pdf







Anexos





Anexo 1

Anexo 1. Lista de buenas prácticas agrícolas para la adaptación de los cultivos de apio, culantro y apio al cambio climático

| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|--|---|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 1 | Generalidades | Conocer acerca de las generalidades del cultivo, incluyendo taxonomía, características botánicas, requisitos de clima y suelo, así como las etapas fenológicas. | | | | |
| 2 | Planificación | Elaborar un diagnóstico de finca considerando elementos como registros y antecedentes, disponibilidad de recursos, análisis de suelos, análisis fitopatológico, información climática local, entre otros. | | | | |
| 3 | Planificación | Elaborar un plan de manejo de finca. | | | | |
| 4 | Preparación del Suelo | Preparar el suelo adecuadamente antes de la cosecha mediante técnicas como eras, tomillos, camas, entre otras | | | | |
| 5 | Preparación del Suelo/Análisis de suelo e interpretación | Realizar un análisis de suelo para lograr una fertilización más precisa y eficiente, evitando la aplicación excesiva de fertilizantes químicos. | | | | |
| 6 | Preparación del Suelo | Realizar un análisis fitopatológico. | | | | |
| 7 | Preparación del Suelo | Utilizar enmiendas para corregir la acidez del suelo. | | | | |
| 8 | Preparación del Suelo | Utilizar materia orgánica durante la preparación del suelo. | | | | |
| 9 | Uso de coberturas | Emplear coberturas en el suelo. | | | | |
| 10 | Prácticas de conservación suelo | Implementar prácticas de conservación del suelo, como curvas a nivel, acequias de tadera, barreras vivas y gavetas de infiltración, entre otras. | | | | |
| 11 | Varietades | Utilizar variedades autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS). | | | | |

| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|------------------------|---|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 12 | Variedades | Considerar elementos como precipitación, períodos secos, altitud, temperatura, resistencia a plagas y enfermedades al seleccionar semillas o plántulas. | | | | |
| 13 | Selección de sustratos | Seleccionar sustratos de calidad que brinden un buen soporte a la planta. | | | | |
| 14 | Elaboración almácigo | Elaborar almácigos en un entorno protegido y aislado para prevenir la entrada de contaminantes, plagas y enfermedades. | | | | |
| 15 | Elaboración almácigo | Mantener las instalaciones limpias y libres de contaminantes, preferiblemente ubicándolas lejos del área de cultivo. | | | | |
| 16 | Elaboración almácigo | Garantizar la higiene del personal que trabaja en estas instalaciones y prevenir el contacto de los trabajadores del campo con ellas. | | | | |
| 17 | Elaboración almácigo | Utilizar recipientes que posibiliten una emergencia y desarrollo adecuado de la planta antes del trasplante. | | | | |
| 18 | Elaboración almácigo | Desinfectar los recipientes para prevenir la proliferación de hongos o bacterias. | | | | |
| 19 | Elaboración almácigo | Colocar las bandejas en cuartos oscuros o germinadores, o cubrirlas con plástico negro, retirándolo al iniciar la emergencia de las plántulas. | | | | |
| 20 | Elaboración almácigo | Considerar elementos como la temperatura y la humedad para favorecer la germinación. | | | | |
| 21 | Elaboración almácigo | Suministrar nutrientes adicionales a medida que las plántulas crecen. | | | | |
| 22 | Elaboración almácigo | Supervisar las plántulas en el semillero, ya que es el momento propicio para la aparición de las primeras plagas y enfermedades. | | | | |





| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|------------------------------------|---|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 23 | Elaboración almácigo | Al comprar almácigo, asegurarse de adquirirlo de empresas certificadas por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). | | | | |
| 24 | Siembra y trasplante | Prevenir el contacto del fertilizante con el sistema de raíces de las plántulas para asegurar su supervivencia y desarrollo óptimo. | | | | |
| 25 | Siembra y trasplante | Realizar riegos tanto en el almácigo como en el terreno de siembra para garantizar la adecuada disponibilidad de humedad. | | | | |
| 26 | Distancia de siembra | Acogerse a las distancias de siembra recomendadas, ya sea en campo abierto o en ambientes protegidos. | | | | |
| 27 | Distancia de siembra | Al seleccionar el diseño y construir ambientes protegidos, considerar la ubicación del invernadero, accesos y factores climáticos como viento y temperatura. | | | | |
| 28 | Requerimientos nutricionales | Conocer los requerimientos nutricionales según la variedad de cultivo para optimizar el uso de fertilizantes y evitar excesos o deficiencias de nutrientes. | | | | |
| 29 | Análisis de suelo e interpretación | Realizar una correcta interpretación del análisis de suelo. | | | | |
| 30 | Análisis de suelo e interpretación | Para un análisis de suelo preciso, se debe tomar muestras de diversas áreas usando herramientas limpias, evitando contaminación. Limpiar las herramientas antes de cada muestreo para asegurar precisión. En casos de variabilidad, considerar estratificar la muestra. | | | | |
| 31 | Análisis de suelo e interpretación | Realizar un análisis de suelo cada tres años con el propósito de evaluar la acidez, desequilibrio de bases, deficiencias nutricionales y contenido de materia orgánica. | | | | |



| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|------------------------------------|---|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 32 | Análisis de suelo e interpretación | Como complemento al plan de fertilización, realizar análisis foliar para detectar deficiencias nutricionales antes de manifestarse en las hojas. | | | | |
| 33 | Análisis de suelo e interpretación | A partir del análisis de suelo, seleccionar que enmienda pueda dar mejor resultados al cultivo. | | | | |
| 34 | Análisis de suelo e interpretación | Seleccionar la enmienda más adecuada para el cultivo a partir del análisis de suelo. | | | | |
| 35 | Fertilizantes | Utilizar abonos orgánicos. | | | | |
| 36 | Riego | Seleccionar un método de riego que se adapte al tipo de producción y a las condiciones climáticas, preservando los recursos hídricos y naturales. | | | | |
| 37 | Riego | Establecer un programa de riego adaptado a las necesidades del cultivo y al clima implica considerar cantidad, frecuencia y momento adecuado | | | | |
| 38 | Riego | Realizar inspecciones y mantenimiento periódico al sistema de riego. | | | | |
| 39 | Riego | Utilización de acolchado para mantener la humedad en el suelo. | | | | |
| 40 | Calidad del agua | Asegurarse de que el agua utilizada para el riego no provenga de fuentes contaminadas por vertidos de aguas residuales y productos químicos. | | | | |
| 41 | Calidad del agua | Evitar el uso de agua potable destinada al consumo humano para actividades de riego. | | | | |
| 42 | Calidad del agua | Evitar ubicar la toma de agua en la parte inferior del tanque para prevenir la remoción de lodo y reducir el riesgo de contaminación. | | | | |





| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|-----------------------|---|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 43 | Calidad del agua | Si la calidad del agua no es adecuada o se desconoce, es esencial buscar fuentes alternativas o aplicar medidas correctivas como filtración o cloración para evitar la contaminación. | | | | |
| 44 | Calidad del agua | Incorporar filtros en el equipo de riego para prevenir la presencia de contaminantes físicos, como semillas transportadas por el agua, que podrían afectar a los cultivos. | | | | |
| 45 | Calidad del agua | Realizar un análisis semestral de la fuente de agua para detectar la presencia de residuos de plaguicidas utilizados en la actividad. | | | | |
| 46 | Conservación del agua | Implementar un plan de conservación y repoblación de especies autóctonas en áreas con agua para preservar fuentes hídricas. | | | | |
| 47 | Conservación del agua | Es fundamental proteger los árboles en las orillas de los ríos si la finca limita con uno, respetando la distancia establecida entre la ribera del río y el cultivo. | | | | |
| 48 | Conservación del agua | Establecer una barrera vegetal para prevenir la erosión y el arrastre de sedimentos hacia el río durante las precipitaciones. | | | | |
| 49 | Conservación del agua | Implementar sistemas de cosecha de agua con el propósito de almacenarla y utilizarla durante los periodos secos. | | | | |
| 50 | Conservación del agua | Construir instalaciones de almacenamiento de agua que eviten el riesgo de desplome y daño a infraestructuras aguas abajo. | | | | |

| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|--|--|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 51 | Conservación del agua | Mantener instalaciones de almacenamiento de agua limpias y protegidas contra contaminantes, facilitando la conducción del agua al cultivo. | | | | |
| 52 | Conservación de agua | Implementar sistemas de reciclaje y reutilización de agua, como captación y filtración del agua de drenaje, para optimizar su uso en la finca. | | | | |
| 53 | Principales plagas y control recomendado | Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar plagas. | | | | |
| 54 | Principales enfermedades y control recomendado | Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar enfermedades. | | | | |
| 55 | Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades | Usar bioinsumos para la prevención y control de plagas. | | | | |
| 56 | Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades | Usar bioinsumos para la prevención y control de enfermedades. | | | | |
| 57 | Uso y manipulación de agroquímicos | Usar agroquímicos siguiendo recomendaciones del fabricante, respetando períodos de carencia y dosis recomendadas. | | | | |





| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|------------------------------------|--|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 58 | Uso y manipulación de agroquímicos | Priorizar el uso de productos de bajo impacto ambiental. | | | | |
| 59 | Uso y manipulación de agroquímicos | Adquirir plaguicidas en establecimientos registrados y autorizados por la autoridad competente. | | | | |
| 60 | Uso y manipulación de agroquímicos | Disponer de instrumentos de medición precisos, como probetas y balanzas debidamente calibradas, para utilizar cantidades exactas de plaguicidas. | | | | |
| 61 | Uso y manipulación de agroquímicos | Disponer de un espacio adecuado para mezclar agroquímicos, que sea abierto y ventilado, lejos de fuentes de agua y separado de la bodega. | | | | |
| 62 | Uso y manipulación de agroquímicos | Utilizar equipo de seguridad durante la manipulación de agroquímicos. | | | | |
| 63 | Uso y manipulación de agroquímicos | Aplicar plaguicidas en dirección del viento, evitando el contacto con el rocío o la deriva, y evitar el contacto con plantas y frutos recién pulverizados. | | | | |
| 64 | Uso y manipulación de agroquímicos | Permitir únicamente la presencia de los aplicadores durante las labores de aplicación en el área tratada. | | | | |
| 65 | Uso y manipulación de agroquímicos | Mantener registros de todas las aplicaciones de plaguicidas. | | | | |
| 66 | Uso y manipulación de agroquímicos | Proveer instalaciones de aseo con duchas, áreas separadas para la ropa, iluminación, ventilación, pisos antideslizantes y privacidad para el personal. | | | | |
| 67 | Uso y manipulación de agroquímicos | Capacitar a los trabajadores encargados del uso y manejo de plaguicidas antes de comenzar su labor y al menos una vez al año. | | | | |
| 68 | Uso y manipulación de agroquímicos | Emplear el equipo de protección personal según las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto es necesario. | | | | |



| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|------------------------------------|--|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 69 | Uso y manipulación de agroquímicos | Emplear el equipo de protección personal según las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto es necesario. | | | | |
| 70 | Uso y manipulación de agroquímicos | Mantener el equipo en buen estado y reemplazarlo según sea necesario para garantizar la seguridad del trabajador. | | | | |
| 71 | Uso y manipulación de agroquímicos | Proporcionar capacitación al trabajador sobre el uso adecuado y el mantenimiento del equipo. | | | | |
| 72 | Uso y manipulación de agroquímicos | Lavar la ropa y el equipo de protección personal en el lugar de trabajo después de concluir la jornada de aplicación es necesario. | | | | |
| 73 | Uso y manipulación de agroquímicos | No verter sin tratamiento en cuerpos de agua las aguas resultantes del lavado de la ropa que estuvo en contacto con plaguicidas. | | | | |
| 74 | Uso y manipulación de agroquímicos | Almacenar el equipo de protección personal en un lugar separado de los plaguicidas. | | | | |
| 75 | Uso y manipulación de agroquímicos | Obtener recomendación médica basada en exámenes preexposición y periódicos para los trabajadores en el manejo de plaguicidas. | | | | |
| 76 | Equipos de aplicación | Calibrar los equipos de aplicación para asegurar la dosificación precisa de plaguicidas. | | | | |
| 77 | Equipos de aplicación | Realizar inspecciones visuales periódicas de los equipos de aplicación para asegurar su correcto funcionamiento. | | | | |
| 78 | Equipos de aplicación | Mantener un registro de las inspecciones visuales realizadas. | | | | |
| 79 | Equipos de aplicación | No utilizar envases vacíos de plaguicidas para almacenar alimentos, agua u otras sustancias consumibles por personas o animales. | | | | |





| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|-----------------------|--|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 80 | Equipos de aplicación | Realizar el proceso de triple lavado en los envases vacíos de plaguicidas. | | | | |
| 81 | Equipos de aplicación | Llevar a cabo el proceso de triple lavado en un área designada específicamente para esta tarea. | | | | |
| 82 | Equipos de aplicación | Perforar y almacenar temporalmente los envases vacíos para evitar reutilización indebida, luego devolver a la empresa proveedora. | | | | |
| 83 | Control de arvenses | Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar arvenses. | | | | |
| 84 | Cosecha y poscosecha | Realizar la cosecha preferiblemente durante las horas más frescas del día. | | | | |
| 85 | Cosecha y poscosecha | Cosechar en el momento óptimo de madurez. | | | | |
| 86 | Cosecha y poscosecha | Mantener y limpiar regularmente equipos y materiales de cosecha, lavándolos con agua tratada para prevenir contaminación del producto. | | | | |
| 87 | Cosecha y poscosecha | Utilizar recipientes de cosecha exclusivamente y evitar su uso para otros productos como fertilizantes, plaguicidas, lubricantes, aceites, desinfectantes, herramientas, bolsas u otros. | | | | |
| 88 | Cosecha y poscosecha | Diferenciar con colores distintivos o marcar claramente los recipientes similares utilizados para diferentes fines, evitando confusiones. | | | | |
| 89 | Cosecha y poscosecha | Almacenar los productos cosechados en áreas limpias, protegidos bajo techo y sobre tarimas para evitar el contacto con el suelo. | | | | |
| 90 | Cosecha y poscosecha | Implementar medidas adecuadas de protección para evitar el acceso de animales, tanto domésticos como silvestres. | | | | |



| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|----------------------|---|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 91 | Cosecha y poscosecha | Tratar con delicadeza los productos es esencial para prevenir daños físicos o deformaciones. | | | | |
| 92 | Cosecha y poscosecha | Tras la cosecha, almacenar los productos en un lugar fresco, evitando la exposición al sol y protegiéndolos contra golpes y daños. | | | | |
| 93 | Cosecha y poscosecha | Clasificar y seleccionar los productos, descartando o reutilizando los dañados, enfermos o de calidad inferior | | | | |
| 94 | Cosecha y poscosecha | Realizar la limpieza o lavado de los productos en el campo cuando el producto se dirige directamente de la finca al mercado, para eliminar residuos de cosecha y microorganismos. | | | | |
| 95 | Cosecha y poscosecha | Mantener una rigurosa higiene personal durante la cosecha: vestimenta y calzado limpios, lavado de manos antes de manipular los productos, y evitar fumar, comer o beber cerca de los cultivos. | | | | |
| 96 | Cosecha y poscosecha | Evitar que personas infectadas o portadoras de enfermedades transmitidas por alimentos participen en la cosecha o manipulación de productos y materiales relacionados. | | | | |
| 97 | Cosecha y poscosecha | Evitar la participación de personas con lesiones abiertas en actividades que comprometan la seguridad del producto hasta su completa recuperación. | | | | |
| 98 | Cosecha y poscosecha | Obligar al personal a lavarse las manos antes de comenzar labores, después de usar los servicios y al manipular materiales en contacto con el producto o utensilios de cosecha. | | | | |





| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|----------------------|--|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 99 | Cosecha y poscosecha | Instalar mensajes visibles, como pictogramas, resaltando la importancia del lavado de manos, especialmente después de usar el baño y antes de manipular los productos. | | | | |
| 100 | Cosecha y poscosecha | Vestir adecuadamente al equipo de cosecha, con sombreros, camisas y pantalones largos, botas limpias, previene la contaminación y asegura la higiene durante el proceso | | | | |
| 101 | Cosecha y poscosecha | Disponer de un comedor designado para resguardar y calentar alimentos, reduciendo el riesgo de contaminación, es recomendado en situaciones laborales que requieran comer en el lugar de trabajo | | | | |
| 102 | Cosecha y poscosecha | Mantener registros precisos de la cosecha. | | | | |
| 103 | Cosecha y poscosecha | Se aconseja mantener un registro detallado de los despachos de productos | | | | |
| 104 | Cosecha y poscosecha | Utilizar cajas plásticas para transportar los productos desde la finca hasta los mercados o centros de acopio. | | | | |
| 105 | Cosecha y poscosecha | Organizar las unidades en las cajas es esencial para prevenir daños mecánicos durante el transporte, evitando apilar los productos en niveles elevados. | | | | |
| 106 | Cosecha y poscosecha | Los vehículos no deben haberse utilizado previamente para otros fines que no sean vegetales o productos de cosecha | | | | |
| 107 | Cosecha y poscosecha | Realizar el transporte en vehículos limpios y en óptimas condiciones, sin residuos que afecten la calidad del producto. | | | | |
| 108 | Cosecha y poscosecha | Planificar cuidadosamente la disposición de la carga en el vehículo. | | | | |



| Número | Apartado del manual | Práctica sugerida | ¿Realiza la práctica sugerida? | | | |
|--------|----------------------|--|--------------------------------|----|------------|-----|
| | | | Si | No | En proceso | N/A |
| 109 | Cosecha y poscosecha | Evitar que el producto entre en contacto con sustancias tóxicas o productos contaminantes durante el transporte | | | | |
| 110 | Cosecha y poscosecha | Manipular con cuidado durante la carga y descarga del vehículo, utilizando el equipo adecuado | | | | |
| 111 | Cosecha y poscosecha | Mantener la temperatura adecuada es crucial para preservar la frescura y prevenir la sobre maduración del producto durante el transporte. | | | | |
| 112 | Gestión de residuos | Asignar áreas específicas para la disposición de diversos tipos de residuos generados durante la cosecha | | | | |
| 113 | Gestión de residuos | Recolectar y eliminar adecuadamente los residuos de producto, plantas enfermas y restos al final de la cosecha | | | | |
| 114 | Gestión de residuos | Compostar todos los restos de cosecha y frutos ayuda a destruir hongos y bacterias debido a las altas temperaturas generadas en el proceso. | | | | |
| 115 | Gestión de residuos | Sobre plásticos y mallas; conocer su vida útil es clave para planificar mantenimiento, reemplazo o disposición. Considerar reutilización o almacenamiento para reciclaje promueve prácticas sostenibles. | | | | |
| 116 | Gestión de residuos | Retirar, lavar y almacenar adecuadamente los plásticos al llegar al final de su vida útil antes de su disposición final a través de un gestor autorizado. | | | | |
| 117 | Tecnologías | Utilizar tecnologías y aplicaciones para respaldar la producción de los cultivos. | | | | |





A large rectangular area consisting of 14 horizontal white lines on a dark background, serving as a writing space.





A large vertical rectangular area consisting of alternating white and light gray horizontal stripes, serving as a writing space for notes.

Apuntes



