



Chile dulce

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

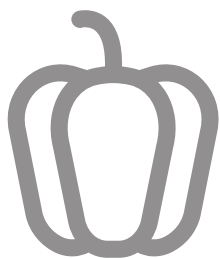


Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible

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



ADAPTATION FUND



Chile dulce

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
Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria

Instituto Nacional de Innovación
y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Instituto Nacional de Aprendizaje

FUNDECOOPERACIÓN para
el Desarrollo Sostenible

Chile dulce
(Capsicum annum)

**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

Stephanie Quirós Campos

San José, Costa Rica
2024





Tabla de contenidos	5
Agradecimientos	7
Listado de Figuras	8
Listado de Cuadros	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	16
Importancia del cultivo de chile dulce en Costa Rica	18
II. Aspectos generales de la planificación del cultivo	20
Diagnóstico de la finca	21
Plan de manejo	23
Sistema de registros	23
III. Generalidades del cultivo	25
Taxonomía	26
Descripción botánica	26
Requerimientos de clima y suelo	26
Etapas fenológicas	28
IV. Manejo del cultivo	29
Preparación del suelo	30
Uso de coberturas	31
Prácticas de conservación del suelo	32
Semilla	35
Varietades	35
Selección de la semilla o plántulas	36
Elección de sustratos	37
Elaboración de almácigo	38
Siembra y trasplante	39

Tabla de contenidos

Distancias de siembra recomendadas _____	40
Nutrición _____	46
Requerimientos nutricionales del chile dulce _____	46
Análisis de suelo e interpretación _____	48
Uso de fertilizantes y enmiendas _____	50
Enmiendas _____	50
Fertilizantes _____	51
Riego _____	60
Tipos de riego recomendados _____	61
Calidad del agua _____	65
Conservación del agua _____	65
Tutorado o amarre _____	67
Control de plagas y enfermedades _____	69
Manejo Integrado de Plagas (MIP) _____	69
Principales enfermedades abióticas _____	70
Principales plagas y control recomendado _____	71
Principales enfermedades y control recomendado _____	76
Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades _____	80
Límite Máximo de Residuos _____	82
Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades _____	83
Uso y manipulación de agroquímicos _____	90
Equipos de aplicación _____	93
Envases vacíos de agroquímicos _____	94
Control de arvenses _____	96
V. Cosecha y postcosecha _____	98
Momento de la cosecha _____	99
Manipulación del producto _____	100
Transporte del producto _____	101
Gestión de residuos _____	102
VI. Tecnologías de precisión en la producción de chile dulce _____	103
VI. Bibliografía _____	107
VII. Anexos _____	114
Anexo 1. Lista de buenas prácticas agrícolas para la adaptación del cultivo de chile dulce (<i>Capsicum annuum</i>) al cambio climático _____	115





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 de chile dulce	19
Figura 2.	Mapa de suelos de Costa Rica	30
Figura 3.	Fotografía Aparato A	33
Figura 4.	Marcado curva de nivel	34
Figura 5.	Raíces en adobe de almácigo de chile dulce	37
Figura 6.	Producción de chile dulce en invernadero	43
Figura 7.	Tecnología de macrotúneles	44
Figura 8.	Curvas de absorción de nutrientes kg/ha, durante todo el ciclo del cultivo de chile dulce variedad dulcítico establecido bajo condiciones de ambiente protegido EEAFBM	47
Figura 9.	Bioinsumos para la nutrición, prevención y control de plagas y enfermedades	60
Figura 10.	Demostración de instalación de riego por goteo	61
Figura 11.	Riego por goteo en cultivo de chile dulce	63
Figura 12.	Uso de malla para tutorado de chile dulce	69
Figura 13.	Daño del picudo del chile <i>Anthonomus eugenii</i> cano	75
Figura 14.	Mosca blanca <i>Bemisia tabasi</i> en cultivo de chile dulce	75
Figura 15.	Mancha de cercospora o cercosporosis en chile dulce	80
Figura 16.	Banda toxicológica de plaguicidas	81
Figura 17.	Equipo de Protección Personal (EPP) según el consejo Salud Ocupacional de Costa Rica	92
Figura 18.	Triple lavado	94





Cuadro 1. Total de fincas con cultivo de chile por extensión sembrada y cosechada en hectáreas según provincia, 2014	19
Cuadro 2. Variedades de chile dulce registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS)	36
Cuadro 3. Requerimiento de macronutrientes para el cultivo de chile dulce	52
Cuadro 4. Ventajas y desventajas del riego por goteo	62
Cuadro 5. Enfermedades fisiológicas o abióticas en el cultivo de chile dulce	71
Cuadro 6. Principales plagas en el cultivo de chile dulce	71
Cuadro 7. Principales enfermedades en el cultivo de chile dulce	76

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.

**La Dirección Nacional de Extensión
del Ministerio de Agricultura y Ganadería**

Introducción





Enfoques: una salud, sostenibilidad, 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 chile dulce. 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

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 cual 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.

Migración 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 cambiar. 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 para asumir el relevo en 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, lo cual facilita el relevo generacional.

4. Aprovechamiento del desarrollo tecnológico en el sector: orientar al sector agropecuario para aprovechar oportunidades tecnológicas, mejorar competitividad y rentabilidad, motivando la participación de la población joven y contribuyendo al relevo generacional.

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 protegen 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 asegurar su uso sostenible. Los agricultores 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.
- 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 chile dulce en Costa Rica

El cultivo del chile dulce ocupa el sexto lugar entre las hortalizas más cultivadas y representa una actividad agrícola de gran importancia para numerosas comunidades en Costa Rica. Su producción no solo genera ingresos significativos para el país, sino que también crea empleo en las áreas rurales y contribuye al desarrollo económico. Además, el chile dulce desempeña un papel esencial en la dieta costarricense y es ampliamente utilizado en la gastronomía local, con un consumo promedio de 3.5 kg per cápita al año (INTA, 2018).

La Región Central, que abarca las provincias de Cartago, Alajuela y San José, concentra la mayor cantidad de hectáreas sembradas de chile dulce, con un total de 1,085.53 hectáreas sembradas y 978.39 hectáreas cosechadas (ver Cuadro 1), siendo Cartago la provincia con la mayor área de cultivo. Además, las regiones Pacífico Central (Puntarenas) y Chorotega (Guanacaste) están emergiendo como zonas significativas en la producción de chile dulce en el país (INEC, 2015).





Cuadro 1. Total de fincas con cultivo de chile por extensión sembrada y cosechada en hectáreas según provincia, 2014.

Provincia	Total de fincas	Extensión, has Sembrada	Extensión, has Cosechada
San José	684	146,99	141,93
Alajuela	480	273,47	244,18
Cartago	511	323,21	295,37
Heredia	150	46,42	43,67
Guanacaste	141	88,56	73,57
Puntarenas	267	145,55	125,47
Limón	132	61,34	54,20
Total	2 365	1 085,53	978,39

Fuente: INEC, 2014.

En 2018, el país logró una producción de 8,533 toneladas (SEPSA, 2022). A nivel nacional, los rendimientos varían desde 8.2 hasta 43 toneladas por hectárea en cultivos a campo abierto (MAG, 2007), mientras que en invernaderos, se han alcanzado rendimientos de hasta 128 toneladas por hectárea (Soto et al., 2020).

Como aspecto relevante, el consumo per cápita de chile dulce es considerable a nivel nacional, y se ha encontrado que una tendencia de aumento de residuos químicos en el producto empacado, en el 2021 un 73% de las muestras procesadas no cumplió con los LMR permitidos. (SFE, 2022).

Figura 1. Cultivo de chile dulce



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024.

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 chile dulce.

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

- **Identificación de vulnerabilidades:** a través del diagnóstico de finca se pueden 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 permite 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 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:

- **Registros y antecedentes** sobre siembras anteriores de chile dulce y cultivos previos que hayan usado el mismo suelo. Esto tiene por propósito conocer los tipos de cultivos, su duración y las prácticas agrícolas utilizadas y tener 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.
- **Análisis fitopatológico** para mantener la salud de los cultivos, prevenir pérdidas económicas y promover prácticas agrícolas sostenibles y eficientes.
- **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 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.

Un documento de plan de manejo del cultivo permite disponer de información detallada sobre la situación de la finca, y define acciones concretas y calendariza las prácticas principales a fin de anticipar problemas, organizar los recursos disponibles y proyectar cosecha y comercialización de la producción. Es esencial avanzar en 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 chile dulce 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

El chile dulce se clasifica taxonómicamente de acuerdo con el Sistema Integrado de Información Taxonómica (2023) de la siguiente manera:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. Reino: Plantae | 6. Orden: Solanales |
| 2. Subreino: Viridiplantae | 7. Familia: Solanaceae |
| 3. Superdivisión: Spermatophyta | 8. Género: Solanum |
| 4. División: Magnoliophyta | 9. Especie: lycopersicum |
| 5. Clase: Magnoliopsida | |

Descripción botánica

El tallo es erecto, cilíndrico y con ramificaciones dicotómicas. Puede alcanzar una altura de 150 cm o más, dependiendo de las condiciones agroclimáticas y el manejo. En invernaderos, el cultivo puede llegar a alcanzar hasta tres metros de altura, mientras que, a libre exposición en campo, no supera los dos metros.

Las hojas son simples, alternas, elípticas y con ápice acuminado. La planta es monoica, con flores hermafroditas que presentan cinco a siete estambres y un solo estigma. El cáliz está compuesto por cinco sépalos de color verde, y la corola consta de cinco pétalos blancos. El ovario es súpero, bi o trilocular.

El fruto es de forma cónica, brillante, su coloración es verde oscuro en estado inmaduro y rojo intenso brillante en la maduración. El fruto presenta un pedúnculo alargado que lo distingue de los restantes híbridos comerciales. El chile dulce presenta un sistema radicular compuesto por una raíz pivotante principal, raíces adventicias y ramificaciones. La profundidad de las raíces puede variar entre 70 y 120 cm (INTA, 2018).

Requerimientos de clima y suelo

Altitud

El cultivo se adapta muy bien a altitudes de 0 hasta 2300 msnm, dependiendo de la variedad (Orellana et al., s.f.).

Temperatura

Las condiciones de temperatura ideales para el desarrollo del cultivo se sitúan en un rango de 20 a 25 °C. Temperaturas medias por encima de los 30 °C o por debajo





de los 15 °C pueden provocar el aborto y la caída de flores, así como afectar la formación de los frutos (INTA, 2018). La temperatura óptima del suelo para germinación es de 18 – 30 °C (INTA, 2010).

Humedad relativa

La humedad relativa (HR) ideal para el desarrollo óptimo de la planta oscila entre el 60 % y el 80 %. Sin embargo, niveles elevados de humedad relativa pueden dar lugar a la caída de flores, deformación de los frutos, pudrición y mayor riesgo de enfermedades causadas por hongos y bacterias. Por lo tanto, es importante mantener un equilibrio adecuado de humedad en el ambiente de cultivo para evitar estos problemas y promover un crecimiento saludable de la planta de chile dulce (INTA, 2018).

Precipitación

El cultivo de chile necesita alrededor de 900 a 1200 mm de agua desde el trasplante hasta la cosecha (Orellana et al., s.f.). Aunque el chile dulce puede tolerar el estrés hídrico, si este dura mucho tiempo, puede resultar en daños irreversibles, tales como la caída de las hojas, flores y, por último, de los frutos.

Luminosidad

La diversidad de cultivares existentes muestra que las exigencias fotoperiódicas varían de 12 a 15 horas por día en la planta de chile dulce. Es una planta de días cortos, lo cual significa que su floración se produce de manera más óptima y abundante en los días cortos, como en diciembre, siempre y cuando la temperatura y otros factores climáticos sean adecuados (Orellana et al., 2014). En áreas con baja luminosidad se observa un mayor alargamiento de los tallos, lo cual favorece el crecimiento vegetativo a expensas de la producción de frutos (INTA, 2018).

Suelo

Para lograr una producción óptima es crucial conocer el tipo de suelo en el que se realizará la siembra. Los suelos ideales tienen una textura que va desde franco hasta franco arenoso, y deben contar con una buena retención de agua, un buen drenaje y una buena fertilidad. Por su parte, los suelos arcillosos con problemas de drenaje pueden tener un impacto negativo en el sistema radicular. Los períodos breves de encharcamiento pueden afectar el desarrollo del sistema radicular y aumentar la propensión a enfermedades fungosas. Desde una perspectiva nutricional es esencial

que los suelos sean fértiles y mantengan un rango de pH entre 5.5 y 6.5 (INTA, 2010).

Etapas fenológicas

Según INTA (2018), las etapas fenológicas del chile dulce se pueden dividir en cuatro períodos, cuya duración depende de las condiciones climáticas y el manejo agronómico específico del cultivo:

- 1. Germinación y emergencia:** comienza con la aparición de la radícula y puede durar entre siete y catorce días, dependiendo de la temperatura en los viveros de producción de plántulas.
- 2. Plántula:** abarca desde la emergencia y alargamiento del hipocótilo hasta la caída de los cotiledones. Esta etapa dura entre 28 y 35 días, y cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas, está lista para ser trasplantada. Durante esta etapa el crecimiento de la parte aérea es lento, mientras que el sistema radicular se desarrolla en mayor medida.
- 3. Crecimiento vegetativo:** comienza después de la formación de la sexta u octava hoja. En esta etapa el sistema radical disminuye su crecimiento, mientras que la parte aérea se desarrolla, mostrando una mayor elongación de los entrenudos. La duración de esta etapa varía entre 35 y 55 días después del trasplante, dependiendo del manejo y las condiciones climáticas.
- 4. Floración y fructificación:** comienza entre los 45 y 55 días después del trasplante. Durante esta etapa la planta produce flores terminales, y una vez que los frutos cuajan y aumentan de tamaño, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de flores. Sin embargo, con la maduración del fruto puede haber una nueva etapa de crecimiento vegetativo y floración, influenciada por el manejo agronómico y las condiciones edafoclimáticas de la zona.

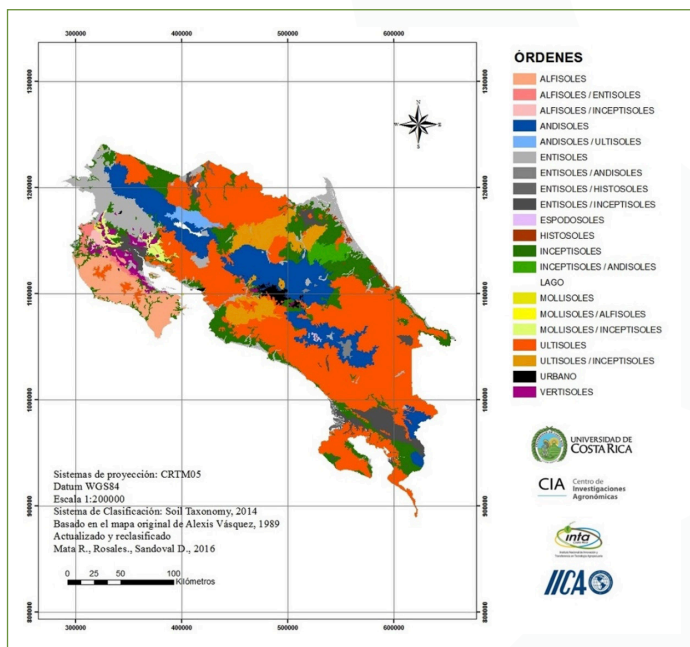




Manejo del cultivo

Costa Rica dispone de 20 órdenes de suelos en todo el país, muchos de los cuales se emplean en la producción de chile dulce. Un primer paso en el diagnóstico del terreno para la siembra consiste en determinar su orden de suelo, lo cual se puede lograr mediante el uso del mapa de suelos (ver figura 2) proporcionado por el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica (UCR, 2016). Esta información inicial permite identificar características específicas del suelo, tales como: su origen, profundidad del horizonte y la capacidad de retención de fósforo en suelos volcánicos presentes; aspectos fundamentales para el desarrollo de la planta.

Figura 2. Mapa de suelos de Costa Rica



Fuente: CIA, 2016.

Preparación del suelo

1. Labranza mínima o siembra directa. Estas prácticas reducen la perturbación del suelo, preservan su estructura y evitan la pérdida de nutrientes y la erosión.
2. El uso del análisis de suelo es la primera fuente de información que el técnico o productor debe tener a





mano para poder, de forma precisa, determinar 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. Además, el análisis químico de suelos permite conocer el nivel de acidez (pH) del suelo y el contenido de aluminio. Esta información permite aplicar una corrección de acidez con enmiendas ricas en calcio.

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 que facilita la asimilación por parte de 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. Se aconseja colocar los cultivos entre lomillos, especialmente cuando se siembran en terrenos abiertos o en sistemas semiprotectidos. Por lo general, los lomillos deben tener una altura mínima de 30 cm y una separación entre lomillos que varía de 100 cm a 130 cm, dependiendo de la estación del año. Así mismo, durante la época de lluvia se recomienda elevar la altura de los lomillos y aumentar la distancia entre ellos para favorecer la ventilación en el cultivo y prevenir la acumulación de agua alrededor de las raíces (INTA, 2018).

Uso de coberturas

El uso de coberturas es una práctica beneficiosa que permite controlar las malezas 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 chile dulce en Costa Rica se utilizan diversas coberturas comunes, tales como:



1. **Mulch orgánico:** está compuesto por restos de bagazo de caña, fibra de coco, zacate seco, hoja de palma y otros materiales orgánicos. Se aplica alrededor de las plantas para suprimir malezas, conservar la humedad y enriquecer el suelo al descomponerse.
2. **Plástico negro:** colocado en el suelo, aumenta la temperatura, controla malezas y retiene humedad. Previene el contacto de frutos con tierra y enfermedades. Es crucial utilizar el riego por goteo cuando se tiene plástico en el suelo y considerar la gestión ambiental de los desechos.

Prácticas de conservación del suelo

Uno de los problemas más significativos en la mayoría de los cultivos radica en la falta de aplicación de prácticas de conservación del suelo. En particular, en el caso de cultivos como el chile dulce, que suelen establecerse en terrenos arrendados o prestados con pendiente de 0-25 % (MAG, 2007), la erosión hídrica provocada por las lluvias o el riego conduce a la pérdida de suelo debido a la escorrentía. Esta erosión tiene consecuencias graves, incluida la pérdida de nutrientes esenciales, la materia orgánica y la disminución del horizonte fértil del suelo, a veces hasta en 25 a 30 cm. Además, la pérdida de esta materia orgánica libera CO₂, lo que agrava el problema del calentamiento global.

Pues bien, dada esta preocupante situación, se torna imperativo implementar prácticas que contribuyan a la conservación y, en algunos casos, a la mejora de la calidad de los suelos agrícolas. En el contexto de la producción de chile dulce, a continuación, se presentan algunas prácticas de conservación del suelo utilizadas

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 puede ayudar a delinear las curvas de nivel horizontales de las laderas. Eso 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 3. 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 4. 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.





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.

Semilla

Variedades

En Costa Rica, se reconocen 17 variedades de chile dulce autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS), entidad encargada de regular la importación de semillas al país. Estas variedades incluyen:

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

Variedad	Fecha de inscripción	Fecha de vencimiento
9581	18/08/2020	18/08/2025
AGRONOMICO	31/05/2005	22/02/2027
BACHATA RZ	21/12/2011	18/01/2027
BRIGHT STAR	07/09/2011	24/08/2025
CALIFORNIA WONDER 300	19/04/2005	21/07/2026
CAPITAN 748	22/01/2014	21/01/2024
GARABITO	21/12/2011	19/12/2027

Continuación del Cuadro 2

Variedad	Fecha de inscripción	Fecha de vencimiento
IGUAZU	23/01/2019	23/01/2024
KYLIE (ANTES MARLIE)	11/11/2020	11/11/2025
NATHALIE	26/05/2005	08/03/2026
POLARIS	07/09/2011	24/08/2025
PS 16364212	20/03/2013	20/03/2028
SHITARA	07/07/2023	07/07/2028
SV 1634 PH	09/04/2019	09/04/2024
SV4215PH (ANTES PS 4215)	14/07/2015	14/01/2026
SYMPHATY RZ	21/12/2011	18/01/2027
ZIDENKA RZ	21/12/2011	18/01/2027

Fuente: ONS, 2024.

Según las pruebas de validación realizadas para la Región Chorotega, se recomienda el uso de variedades como Macaby, 9581, Big Stars y Attys, todas ellas del tipo Lamuyo. Además, se sugiere el cultivo de la variedad Legion, que es de tipo jalapeño.

Selección de la semilla o plántulas

Para la selección de variedades a usar se recomienda en primera instancia el uso de variedades registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS). A partir de esto, para la selección de la variedad a usar se debe tener en cuenta el diagnóstico del área de siembra y elegir un material que sea adecuado en función de factores, tales como: la precipitación, los períodos secos, la altitud y la temperatura de la región, y aspectos relacionados con la resistencia a plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo. En el siguiente enlace pueden acceder al registro de variedades de la ONS <https://ofinase.go.cr/servicios/variedadescomerciales/>

Antes de proceder con la siembra es recomendable verificar la tasa de germinación y la calidad de las semillas, descartando cualquier ejemplar dañado o de calidad inferior. Asimismo, se recomienda llevar un registro detallado de





los resultados obtenidos con las distintas variedades de chile dulce utilizadas en cada temporada. Esto facilitará la toma de decisiones futuras en función del rendimiento y la adaptabilidad de las semillas seleccionadas.

Figura 5. Raíces en adobe de almácigo de chile dulce



Fuente: Invernadero Carlos Mauricio Blanco Rojas
y Mauricio Valenciano, Zarcero.

Elección de sustratos

Entre los materiales comúnmente utilizados en la elaboración del sustrato se incluyen: suelo, piedra pómez, granza de arroz, piedra volcánica, suelo fermentado, turba y fibra de coco (INTA, 2018). Existen a su vez sustratos comerciales que contienen musgo del género *Sphagnum*, vermiculita, cuya cualidad del mineral es retener agua.

Según Monge (2007) con el uso de sustrato comercial Germinating mix (musgo esfangíneo + perlita + vermiculita) mezclado con lombricompost, en una relación de 1:1, se obtuvo un mayor grosor de tallos y número de hojas.

Luego, cuando se desea utilizar un nuevo sustrato en la producción de almácigos se debe aplicar en primera instancia una caracterización minuciosa de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. La oportunidad de

aprovechar gran cantidad de materiales depende de un buen conocimiento de estas propiedades, ya que nos permite determinar las técnicas de manejo pertinentes (Monge, 2007).

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 chile dulce son adquiridas por las personas productoras a través de empresas especializadas en la producción de almácigos. Sus precios son similares en caso de que el o la productora elabore sus propios almácigos.

Inicia con la siembra de las semillas en bandejas de plástico. En este sistema se utiliza un sustrato previamente elaborado y las bandejas se mantienen en un invernadero con control de fertilización y riego. Una ventaja significativa de este enfoque es la reducción del riesgo de transmisión de patógenos a las semillas, además de producir plántulas homogéneas y vigorosas (INTA, 2010).

Al respecto, es importante mantener las instalaciones limpias y libres de contaminantes, ubicándose preferiblemente lejos del área de cultivo. Además, se debe asegurar la higiene del personal que trabaja en estas instalaciones y evitar que las personas trabajadoras provenientes del campo entren en contacto con ellas.

Así las cosas, para lograr una distribución uniforme del riego, la bandeja se coloca en un recipiente con agua para que el sustrato absorba la humedad por capilaridad. Se evita saturar el sustrato al 100 % y se retira la bandeja cuando alcanza aproximadamente un 80 % de humedad.

La frecuencia de riego se ajusta según las condiciones climáticas, y la nutrición de las plántulas se realiza cada dos días con una solución nutritiva a la mitad de la dosis de hidroponía estándar (INTA, 2018). La falta o el exceso de





humedad pueden influir en la germinación de las semillas. Además, es necesario resguardar las plántulas contra posibles enfermedades, ya sea mediante el empleo de fungicidas químicos o la utilización de organismos biológicos como *Trichoderma* sp., *Bacillus subtilis*, *Beauveria* sp., entre otros (INTA, 2018).

En el país, la mayoría de los agricultores adquieren el almácigo de chile dulce en una empresa viverista. Se recomienda que cuando se compra un almácigo se debe constatar que la empresa viverista se encuentre certificada por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Estas certificaciones garantizan que el almácigo se ha desarrollado en condiciones fitosanitarias adecuadas y está libre de enfermedades y plagas.

Siembra y trasplante

En primera instancia, para sembrar las semillas de chile dulce es importante colocarlas a una profundidad de tres veces su tamaño. Es fundamental evitar sembrar un exceso de semillas en el mismo espacio para asegurar un crecimiento adecuado de cada plántula.

La semilla germina de 8 a 12 días después de la siembra, aunque esto puede variar según el vigor de la semilla. Aproximadamente, entre los 25 y 34 días después de la siembra, las plántulas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, momento propicio para realizar el trasplante (INTA, 2010). En cuanto a esto, 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.

Por último, se aconseja llevar a cabo el trasplante por la mañana y previamente efectuar un riego tanto en el almácigo como en el terreno de siembra para asegurar la disponibilidad de humedad. Es recomendable 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. Además, se aconseja preparar un hoyo ligeramente más grande que el tamaño de la raíz de la planta para el trasplante. Previo a la siembra es importante haber preparado el suelo con el objetivo de que durante la siembra y todo el ciclo del cultivo tenga las mejores condiciones.



Distancias de siembra recomendadas

Las distancias de siembra varían desde 0,70 m hasta 1,20 m entre hileras, y de 0,40 m a 0,60 m entre plantas, lo cual resulta en una densidad que va desde 15,000 hasta 25,000 plantas por hectárea (INTA, 2010). En ambientes protegidos, la distancia entre hileras es de 1,20 m y entre plantas es de 0,25 m, con lo que se logra una densidad de 20,000 plantas por hectárea (INTA, 2010).

Al respecto, 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.

Para condiciones secas como Guanacaste, se recomienda un distanciamiento de 1,80 metros entre el centro de cada cama, con un ancho de cama de 90 centímetros y una altura de 25 centímetros, adoptando una forma convexa para facilitar el escurrimiento del agua hacia los laterales de la cama.

Los sistemas de siembra comunes para el chile dulce, así como para otras hortalizas, incluyen el campo abierto y los ambientes protegidos, que abarcan invernaderos, macrotúneles, techos y bandas plásticas. A continuación, se proporciona una descripción de cada uno de estos sistemas.

- 1. Campo:** el chile dulce puede ser cultivado como monocultivo o en asociación, siendo común esta última opción, especialmente con el café. La poda total o la renovación de los cafetales se convierte en una oportunidad para llevar a cabo el cultivo del chile dulce.

El chile dulce se adapta a las características topográficas y al sistema de siembra específico del cafetal, y generalmente se realiza durante el primer año. Esta práctica resulta beneficiosa para el café, ya que enriquece el suelo con nutrientes, se aplican pulverizaciones foliares y se implementa el riego, lo cual contribuye al crecimiento y desarrollo de las plantas de café. Además, en este tipo de sistema se utilizan bandas plásticas para reducir el impacto de las lluvias.

- 2. Bandas plásticas:** es una cobertura plástica temporal utilizada en cultivos de porte alto como chile dulce y tomate, con la intención de protegerlos del daño mecánico





causado por las lluvias (efecto paraguas). Son de bajo costo y pueden ser contruidos por las y los productores (Ramírez et al., 2010).

Para construirlos, el suelo debe acondicionarse para lograr una textura suelta. Se crean lomillos de 0,75 a 1 metro de ancho y 40 cm de alto. Es crucial aumentar la separación entre los lomillos en 30 cm adicionales en comparación con los cultivos sin cobertura plástica, ya que el flujo de agua de lluvia desde el techo cercano puede afectar las raíces (Ramírez et al., 2010).

En cuanto a la estructura y la instalación del plástico, se inicia colocando postes de bambú o madera con al menos 2,54 cm de diámetro (1 pulgada), a una distancia de 2 a 3 metros sobre el centro del lomillo, enterrándolos entre 50 a 80 cm en el suelo. La altura máxima del techo dependerá de la variedad de cultivo a sembrar, generalmente alrededor de 2 metros (INTA, 2010).

Luego, para mejorar la protección contra la lluvia muchas personas agricultoras fijan reglas en forma de "T" de 1,1 metros de largo sobre cada poste, inclinadas ligeramente para facilitar el drenaje. Una vez que el plástico está sobre la regla se coloca una segunda regla para presionar la cobertura de manera efectiva. El plástico utilizado, de 0,75 mm de grosor y 1,1 metros de ancho, tiene una vida útil de aproximadamente 6-8 meses debido a las raspaduras causadas por los clavos y las reglas de madera. Es importante buscar formas de aumentar su durabilidad (Ramírez et al., 2010).

La tecnología ha permitido desarrollar plásticos para invernaderos 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).

- 3. 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 chile dulce, los ambientes protegidos más comunes son: los invernaderos 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 que se debe efectuar un estudio económico en función al cultivo que se quiera sembrar para estimar la rentabilidad.

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.

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, construidos 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 6. Producción de chile dulce en invernadero



Fuente: Invernadero Carlos Mauricio Blanco Rojas y Mauricio Valenciano, Zarcero.

Los túneles altos son estructuras temporales cubiertas con plásticos o telas de diferentes colores que se emplean en cultivos de gran altura como chile dulce, pepino y tomate. Su propósito es resguardar estas plantas del daño mecánico ocasionado por las lluvias intensas o la radiación solar excesiva.

Figura 7. Tecnología de macrotúneles



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024

Para instalar los túneles altos, es crucial acondicionar el suelo para que quede suelto. Se recomienda crear lomillos de 40 a 60 cm de ancho y 30 a 40 cm de altura, agregando compost orgánico. La separación entre los lomillos debe ser 30 cm mayor que en cultivos sin cobertura para evitar daños por el agua de lluvia. También se pueden usar mangas horizontales o macetas hidropónicas (Ramírez, 2022).

El diseño y los materiales de los parales y los arcos que constituyen la estructura de los túneles altos pueden variar y dependerán del nivel de inversión y la disponibilidad de materias primas en cada localidad. Los diseños más comunes incluyen la forma de T y la forma de capilla.

Los cultivos de porte alto como el chile dulce son muy sensibles al estrés hídrico y calórico causado por la alta





radiación, especialmente en la temporada seca. Esto puede resultar en un desarrollo reducido de las plantas y daños en los frutos, disminuyendo su valor económico. Para contrarrestarlo, se puede instalar un sarán con un 50% de sombreado en la estructura de los túneles, ofreciendo una protección rentable para los cultivos, especialmente en zonas de baja altitud cerca de la costa (Ramírez, 2022).

Las **casas de malla** han ganado popularidad entre las personas productoras 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 del chile dulce

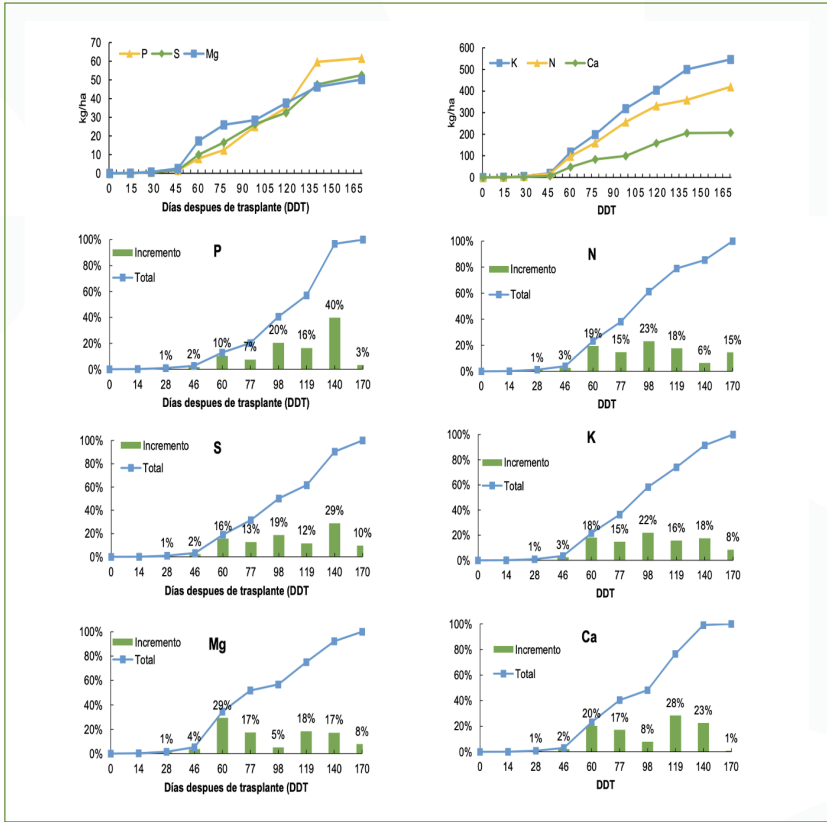
En cuanto a la variedad de chile dulcítico se determinaron sus necesidades nutricionales mediante la obtención de las curvas de absorción de nutrientes. El orden de extracción de macronutrientes durante los primeros 46 días después del trasplante (DDT) fue el siguiente: $K > N > Ca > P > S > Mg$ (INTA, 2018).

Por su parte, en cuanto a los micronutrientes, se observó que el orden de extracción, en cantidades de gramos por hectárea, fue el siguiente: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$, destacando significativamente el Fe en comparación con los demás nutrientes. La absorción de Mn, Zn y Cu tiende a disminuir a partir de los 140 DDT, mientras que las plantas mantienen un aumento en el consumo de Fe y B. Este último presenta una leve disminución a partir de los 98 DDT, pero muestra una tendencia al incremento después de los 119 DDT (INTA, 2018).





Figura 8. Curvas de absorción de nutrientes kg/ha, durante todo el ciclo del cultivo de chile dulce variedad dulcítico establecido bajo condiciones de ambiente protegido EEAFBM, La Garita, Alajuela, Costa Rica, 2015-2016.



Fuente: INTA, 2018.

Según Azofoifa et al. (1998), para el chile dulce variedad 589, el orden de extracción de nutrientes es $K > N > P > Ca > S$ y Mg. La extracción de nutrientes, considerando una densidad de siembra de 20,833 plantas y un rendimiento de 46.3 t/ha de fruta comercial, fue de 180 kg/ha para K, 139 kg/ha para N, 26 kg/ha para P, 38 kg/ha para Ca, y 13 kg/ha para S y Mg.

Al final del ciclo, la planta acumula más N, P, Mg, K y S en los frutos, mientras que el Ca se encuentra principalmente en la parte aérea. Entre los 96 y 124 DDS, las plantas absorben el 9, 7, 4, 7, 3, 6, 3, 5 y 4% de K, Ca, Mg, N, P y S, respectivamente. Este periodo coincide con la mayor tasa de crecimiento de la fruta. Posteriormente, entre los 152 y

166 DDS, la planta inicia un segundo ciclo de crecimiento (Azofeifa et al., 1998).

Análisis de suelo e interpretación

Los análisis de suelos son de suma importancia porque 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.

$$\begin{aligned} & (\text{Aporte nutrientes del suelo}) - (\text{Requerimientos del cultivo}) \\ & = \text{Necesidad suplida por fertilizantes químicos} \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia

Las variedades de chile dulce pueden tener distintos requerimientos nutricionales según su potencial de rendimiento. En este sentido, es importante comunicarse con la empresa productora 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.

El análisis foliar es un análisis químico que permite determinar los contenidos de nutrientes (Macro y Micro) que se encuentran en la parte aérea de la planta. Este tipo de análisis se recomienda ejecutar una vez al año como complemento al análisis del suelo. Los datos obtenidos en el laboratorio se pueden cotejar en una tabla para interpretación de análisis, con el fin de aplicar ajustes al plan de fertilización. Este tipo de análisis permite detectar deficiencias o excesos de nutrientes en el cultivo antes de que se manifiesten visualmente los síntomas, lo cual permite tomar acciones correctivas y evita pérdidas en la producción. Además, ayuda como complemento en la planificación de la fertilización, y evita aplicar más fertilizante de lo requerido.

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).

Ante ello, se recomienda llevar a cabo un análisis del suelo para evaluar su composición química y física, incluyendo el pH y los niveles de nutrientes. Con base en estos resultados, se determinará la enmienda necesaria y la cantidad apropiada para corregir la acidez. Este enfoque personalizado previene problemas como la sobreaplicación y asegura que la incorporación de enmiendas se realice de manera efectiva dentro del plan general de manejo del suelo y cultivo, con lo cual se optimizan las condiciones para el crecimiento de las plantas.

A continuación, se presenta una descripción de algunas enmiendas cálcicas utilizadas en la producción de chile dulce:

Cal agrícola: la incorporación del carbonato de calcio en el suelo debe llevarse a cabo antes de la siembra del cultivo, y el momento preciso dependerá del nivel de acidez del suelo determinado mediante un análisis previo. 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).

Cal dolomita: es un tipo de cal que contiene carbonato de calcio y carbonato de magnesio en proporciones variables. Se utiliza en el cultivo de chile dulce con varios propósitos, como ajustar el pH del suelo, aportar calcio y magnesio, y mejorar la estructura del suelo. Estos beneficios pueden favorecer el crecimiento de las plantas al corregir la acidez del suelo, proporcionar nutrientes esenciales y mejorar la retención de agua y nutrientes en el suelo.





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.

Tanto el bocashi como el compost son productos orgánicos beneficiosos; el bocashi se caracteriza por ser un compost mejorado que incorpora microorganismos eficientes y materiales fermentados, mientras que el compost tradicional es una mezcla de materiales orgánicos descompuestos. Mientras que el compost puede estar listo para su uso en aproximadamente 2 a 6 meses, el bocashi, debido a su proceso de fermentación, puede estar listo en un tiempo más breve, generalmente de 2 a 4 semanas. Es importante tener en cuenta estos tiempos al planificar y aplicar enmiendas, lo cual optimiza los beneficios para el cultivo.

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).

Yeso agrícola o sulfato de calcio: beneficia la producción de chile dulce al mejorar la estructura del suelo, reducir la compactación y proveer calcio esencial. Además, favorece la formación de agregados, lo que facilita el crecimiento de raíces y optimiza el acceso a nutrientes. Su aplicación aumenta la eficiencia hídrica y nutricional, por lo cual es crucial en regiones con desafíos de gestión del agua.

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).

Una vez trasplantado el chile dulce al terreno, a los 8 días se realiza una fertilización rica en fósforo. Así mismo, a los 15 días después de la siembra se aplican fórmulas químicas ricas en fósforo, nitrógeno, magnesio, calcio y potasio (INTA, 2010).

En relación con esto, Salazar et al. (2012), expone los requisitos macronutricionales para el cultivo de chile utilizados como referencia para calcular las dosis de fertilización. Esto se indica a continuación (en kg por tonelada) en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Requerimiento de macronutrientes para el cultivo de chile dulce

Nutriente	Dosis (en kg por tonelada)	Función
Nitrógeno (N)	2,4 - 4,0	Componente de proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos.
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,4 - 1,0	Transferencia de energía y metabolismo de proteínas.
Potasio (K ₂ O)	3,4 - 5,29	Esencial para la fotosíntesis, transporte de fotosintatos y almacenamiento de almidones.
Calcio (CaO)	0,55 - 1,80	Contribuye a la división celular, mantiene la integridad de las membranas y favorece el desarrollo uniforme del fruto.
Magnesio (MgO)	0,28 - 0,49	Forma parte de la molécula de clorofila y actúa como cofactor en reacciones enzimáticas, lo que aumenta la producción de azúcares.

Fuente: Salazar et al., 2012.

Según Bertsch (2003), la producción de una tonelada de chile requiere 4 kg de nitrógeno (N), 0,4 kg de fósforo (P), 6 kg de potasio (K) y 0,2 kg de magnesio (Mg).





Abonos orgánicos utilizados

Entre los principales abonos orgánicos utilizados para la producción de chile dulce 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). En caso de tomate y chile dulce, aplicar unos 100 gramos por planta y repetir cada 15 o 22 días.

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.

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 (Zarcelo, 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 9. Bionsumos para 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 chile dulce 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 10. Práctica instalación 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 4. 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 fertirrigación 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.

En regiones donde el suministro de agua es limitado es posible lograr un aumento significativo en la producción utilizando la misma cantidad de agua que se empleó en otros sistemas.

Ahora bien, se requiere una inversión elevada debido a la cantidad significativa de emisores, tuberías y equipamiento especial en el sistema de riego. No obstante, el aumento relativo de los costos, en comparación con otro sistema de irrigación, es justificado por los beneficios en términos de eficiencia y productividad.

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).

Luego, para evaluar la disponibilidad de agua en el suelo, se recomienda el uso de tensiómetros. Estos dispositivos se colocan en el área de riego a una profundidad que coincida con la ubicación de la mayoría de las raíces activas, lo cual permite determinar el nivel de pérdida de agua en el suelo. En algunas fincas, también se utiliza mulch, que puede ser orgánico o inorgánico, alrededor de las plantas de chile dulce. Esta práctica beneficia al mantener la humedad del suelo, lo que reduce la evaporación y disminuye la necesidad de riego frecuente.

Según Delgadillo et al. (2022), el uso de acolchados, como la corteza de árbol, reduce la evaporación y mejora la retención de humedad en el suelo. Este método aumenta el contenido de humedad en un 30% durante un período prolongado. Además, la descomposición lenta de la relación carbono-nitrógeno con el aserrín conserva la humedad, lo cual genera aumentos notables del rendimiento en cultivos como arándanos, fresas y rododendros (azaleas) en un rango del 35 % al 79 % (Chopra et al., 2020).

Figura 11. Riego por goteo en cultivo de chile dulce



Fuente: Invernadero Carlos Mauricio Blanco Rojas y Mauricio Valenciano, Zarcero.



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.

En la Región Chorotega, se utiliza nutrientes solubles para garantizar un suministro eficiente y equilibrado para el cultivo de chile dulce, lo que promueve un crecimiento óptimo y una mayor productividad. Además, se presta especial atención a la compatibilidad de las mezclas de nutrientes para evitar la obstrucción de los goteros de riego. Esto garantiza una distribución uniforme de agua y nutrientes, previniendo deficiencias nutricionales y un crecimiento desigual de las plantas.

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.

Finalmente, se recomienda realizar un lavado de terminales cada 15 días. Al concluir el ciclo, se sugiere llevar a cabo un lavado general del sistema utilizando melaza (miel de ingenio) a una dosis de 1 a 1,5 galones por hectárea. Este proceso implica inyectar la melaza 15 o 20 minutos antes de finalizar el riego, manteniendo el sistema lleno durante 24 horas. Al día siguiente, se reinicia el riego, permitiendo que el sistema se llene nuevamente antes de abrir las terminales para eliminar la suciedad acumulada.

Evidencias de uso en la la Región Chorotega, indican que el total de horas de riego acumulado para todo el ciclo del





chile es de 1846 m³, ajustado según las características del suelo y las condiciones agroclimáticas.

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.

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 de chile dulce.

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.

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 el cultivo de chile dulce 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 de chile dulce 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.

Tutorado o amarre

El tutorado, también conocido como amarre, implica guiar la planta en una dirección vertical mediante técnicas como la poda, con el propósito de mejorar la productividad, la aireación de la planta y la calidad de los frutos.

En la construcción de la espaldera, o tutorado, es importante utilizar postes que sean económicos, fácilmente disponibles y prácticos. Se pueden emplear materiales como reglas sobrantes de aserraderos, bambú, caña brava o caña india, eligiendo aquellos que sean más adecuados para las necesidades de las personas productoras. En nuestra región, la caña india suele ser una elección popular.

Es importante enterrar los postes a una profundidad de al menos 40 cm o 50 cm en el suelo, asegurando así una base sólida y estable. Este paso es esencial para prevenir cualquier movimiento o colapso de los postes debido a las condiciones climáticas o al peso de las plantas (López, 2017).

Además, es necesario asegurarse de que los postes tengan una altura aérea que varía entre 1.8 y 2.5 metros, dependiendo de las variedades e híbridos plantados, y

mantener un espaciado de 3.0 metros entre cada poste dentro de cada hilera (INTA, 2010).

El mecate para espaldera es un cordel de amarre de plástico, comúnmente conocido como 'cocateca', que ha reemplazado al alambre liso debido a su menor costo, durabilidad, resistencia a las condiciones climáticas y facilidad de manejo. Este cordel se utiliza para asegurar firmemente los postes colocados a lo largo de la hilera de siembra, los cuales servirán como soporte para las plantas a través de la cuerda o amarra de plantas. Por lo general, se colocan dos filas de cordel, a veces tres, dependiendo del crecimiento del cultivo y los recursos disponibles. Ocasionalmente, se emplea el sistema de prensado de plantas, que consiste en tirar dos cuerdas a ambos lados de la hilera de plantas para comprimirlas y mantenerlas en su lugar, con el objetivo de ahorrar en la amarra individual, que es más lenta y costosa. También, en algunos lugares, se ha introducido la espaldera tipo red, que es utilizada por varios productores (MAG, 2007).

Al respecto, la amarra para plantas tiene como objetivo sostener las plantas en posición vertical para evitar que se doblen o rompan debido al peso, el viento o el maltrato. Se utiliza cordel económico y manejable, se corta en segmentos de 0.5 metros y se emplean dos o más unidades por planta según sea necesario. Las personas productoras han usado diversos materiales, como pabito, hilos de sacos de abono, nylon de neumáticos y cordel plástico en rollos por kilo. En cuanto a esto, es fundamental amarrar las plantas inmediatamente después del trasplante, cuando han alcanzado suficiente altura y tienen un buen desarrollo inicial, lo cual evita que se doblen o dañen debido al peso o al viento, y promueve un crecimiento recto y saludable para una cosecha exitosa. Asimismo, es importante llevar a cabo inspecciones regulares para evaluar la estabilidad de los postes y su capacidad para sostener el crecimiento de las plantas. En caso de detectar problemas es importante aplicar las reparaciones o reemplazos necesarios de manera oportuna.

El uso de mallas para el tutorado de chiles dulces también es una práctica común en la agricultura. Las mallas proporcionan soporte a las plantas, ayudan a distribuir uniformemente el peso de los frutos y facilitan el acceso para la cosecha.





Figura 12. Uso de malla para tutorado de chile dulce



Fuente: Invernadero Carlos Mauricio Blanco Rojas y Mauricio Valenciano, Zarcero.

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.

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 el cultivo de chile dulce son:





Cuadro 5. Enfermedades fisiológicas o abióticas en el cultivo de chile dulce

Enfermedad	Síntoma	Condiciones favorables para el desarrollo	Forma de manejo y control
Quemadura del sol	En los frutos verdes, se desarrollan áreas blancas y brillantes en la parte expuesta al sol. Estas lesiones actúan como puertas de entrada para hongos y bacterias, lo que resulta en la pudrición de los frutos.	Ocurre cuando el fruto se expone al sol, principalmente durante épocas secas.	Mantener el cultivo sano reduce la pérdida de hojas y la exposición prolongada de los frutos al sol.
Pudrición apical	La deficiencia de calcio es la principal causa de la pudrición apical. Inicialmente, se manifiesta como un área acuosa en la zona apical del fruto. Con el tiempo, el tejido afectado se seca y adquiere un color café claro. Esta lesión puede ser colonizada por hongos saprófitos.	Deficiencia de calcio	No se registra en la literatura control para esta enfermedad abiótica.

Fuente: Barrantes 2010, INTA 2018.

Principales plagas y control recomendado

Entre las plagas más frecuentes en la producción de chile dulce se incluyen las siguientes:

Cuadro 6. Principales plagas en el cultivo de chile dulce

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Minador de la hoja <i>Liriomyza spp</i>	La mosquita adulta deposita huevos en el envés de las hojas. Las larvas, al eclosionar, se alimentan de los tejidos de la hoja, lo cual causa desfiguración y formación de galerías. Las hojas afectadas se secan y caen, mostrando bandas plateadas que eventualmente se vuelven negras.	En estudios de laboratorio se identificó la cepa INTA-H-26 de <i>Beauveria bassiana</i> , que ha mostrado resultados prometedores en el control de los primeros estadios larvarios. Además, <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i> ha demostrado eficacia contra insectos micro lepidópteros, incluyendo <i>Tuta absoluta</i> . Rotación de cultivos. Mulch para controlar malezas hospederas; al limitar el desarrollo de malezas de hoja ancha se reduce su papel como "criaderos" de la mosca, lo cual beneficia el cultivo. Retiro de las hojas infectadas en campo. Trampas adhesivas y feromonas: la trampa amarilla es eficaz para monitoreo y control de poblaciones, siendo una técnica recomendada para reducir la plaga. Insecticida químico: comenzar aplicaciones después de 60 días del trasplante o al detectar un 20 % de hojas con una o más minas. Se puede utilizar cipermetrina (entre 60 y 20 días antes de la cosecha) y abamectina.

Continuación del Cuadro 6

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i></p>	<p>Adulto de 1 a 2 mm, deposita huevos en el envés de las hojas. Las ninfas se alimentan hasta llegar a la fase adulta. Afecta la maduración de los frutos, lo que causa coloraciones amarillas y 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>En Centroamérica, el 'chinche pirata' del género <i>Orius sp.</i> es el principal depredador de trips en aguacate, registrado como biocontrolador permitido por el SFE.</p> <p>Cultivos trampa: opción efectiva en la segunda mitad del período crítico. Se basa en sembrar hospedantes más atractivos que el chile dulce, distrayendo así a los insectos. En Costa Rica se ha experimentado con vainica, berenjena y tabaco, preferidos por el biotipo local.</p> <p>Trampas adhesivas y feromonas: la trampa amarilla es eficaz para monitoreo y control de poblaciones, siendo una técnica recomendada. Se recomienda el uso de insecticidas como permetrina, malatión, bifentrina, dimetoato.</p>
<p>Picudo del chile <i>Anthonomus eugenii cano</i></p>	<p>Barrenador del chile: Escarabajo negro que perfora el fruto para depositar huevos, lo que causa daños y abre la puerta a posibles enfermedades. Además, se alimenta de flores y ovarios.</p> <p>El picudo tiene alta capacidad reproductiva, depositando aproximadamente 350 huevos en un mes con acceso a alimentación y un periodo de 1 a 3 semanas sin ella.</p> <p>Varios investigadores informan que el ciclo de vida del barrenillo del chile dura 2 semanas en condiciones cálidas (27 °C), 3 semanas en condiciones ambientales templadas (21 °C) y 6 semanas en condiciones frescas.</p>	<p>Eliminación de malezas que pueden ser hospederas del insecto.</p> <p>Se recomienda, como medida postcosecha, incorporar las plantas al suelo para reducir la presencia del picudo. Además, es fundamental recolectar los frutos dañados para prevenir la propagación del insecto.</p> <p>Uso de algunos hongos entomopatógenos <i>Beauveria Vassiana</i> y <i>Metarhizium sp</i> como una medida de control natural.</p> <p>Respecto al uso de insecticidas químicos, las aplicaciones deben iniciarse cuando las infestaciones superan el 5 % de botones florales. Se recomienda realizar las aplicaciones durante los periodos de actividad del insecto, entre las 9 a 10 a.m. y de 5 a 6 p.m.</p> <p>Dentro del control químico, se recomienda las aplicaciones de piretroides, endosulfán, malatión, fipronil a las dosis recomendadas.</p>





Continuación del Cuadro 6

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Trips <i>Frankliniella sp.</i>, <i>Thrips tabaco</i></p>	<p>Los trips, insectos de 1–2 mm de longitud con cuerpo alargado y coloración crema a café, son una plaga global que se encuentra comúnmente en puntos de crecimiento, yemas florales y flores.</p>	<p>Evitar el uso de material vegetal contaminado, eliminar arvenses y restos vegetales antes de establecer la plantación. En invernaderos colocar trampas pegajosas de color azul para evitar la entrada de trips y para detectar la presencia de los primeros individuos. Se pueden hacer aplicaciones de jabón potásico los cuales debilitan el exoesqueleto de los insectos. En presencia de poblaciones de trips muy altas, alternar los insecticidas spinosad y buprofezin cada 5 días para romper el ciclo de vida, teniendo en cuenta los residuos sobre el cultivo..</p>
<p>Áfidos <i>Myzus persicae</i>, <i>Aphis gossypii</i></p>	<p>Suelen formar colonias en el envés de hojas tiernas y yemas, succionando savia y causando encrespamiento y clorosis. Al ser portadores de enfermedades virales, se recomienda un control continuo con insecticidas sistémicos en áreas propensas a estas enfermedades.</p>	<p>Eliminar plantas hospederas silvestres de áfidos y virus, como algunas cucurbitáceas, y cultivar en ambientes controlados son prácticas clave para obtener plantas sanas en las primeras etapas de desarrollo. Se pueden realizar aplicaciones de endosulfán.</p>
<p>Ácaros <i>Polyphagotarsonemus latus</i> <i>Tetranychus urticae</i></p>	<p>Causa daño en el foliole al alimentarse de las células de las hojas, lo que genera un aspecto moteado o decolorado. Además, provoca tejido necrótico en las hojas, visible como áreas afectadas. Este daño afecta negativamente la salud de la planta, lo cual causa un retraso en el crecimiento y una disminución en la producción de frutos en las plantas infestadas.</p>	<p>Fomentar depredadores naturales. Rotación de cultivos. Aplicar insecticidas específicos. Monitoreo regular y mantener higiene eliminando rastros. Se pueden realizar aplicaciones de azufre fino, y de acaricidas químicos selectivos.</p>
<p>Gallina ciega o jobotos <i>Phyllophaga spp</i></p>	<p>La larva blanquecina en forma de C se alimenta de las raíces de la planta, causando primero un aspecto clorótico y luego marchitez. El daño suele aparecer en parches.</p>	<p>Buena preparación del suelo para exponer huevos y larvas a la luz solar y a los enemigos naturales. Colocación de trampas de luz para capturar adultos y reducir su ovoposición, junto con la aplicación de agroquímicos como diazinón, clorpirifós y carbofuran en el suelo.</p>



Continuación del Cuadro 6

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Gusanos del fruto <i>Heliothis spp.</i> <i>Spodoptera spp</i></p>	<p>Las larvas causan daño al alimentarse de varias partes de la planta, incluyendo hojas, frutos, flores y brotes terminales. En las hojas, producen bordes irregulares y orificios, sin afectar las nervaduras gruesas. También dañan botones florales y perforan los frutos, facilitando la pudrición con sus excrementos.</p>	<p>Liberación de parásitos y enemigos naturales. Buena preparación del suelo para destruir larvas y pupas. Eliminación de residuos de cosecha y hospederos alternos. Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i>. Monitoreo constante de la plantación, dos o más frutos dañados de una muestra de 25 frutos a mostrado ser un buen umbral para iniciar el control de larvas. Se puede utilizar insecticidas como permetrina, acefato, carbaril que pueden ser utilizados en alta incidencia.</p>
<p>Gusano cortador <i>Agrotis spp</i></p>	<p>Las larvas cortan las plántulas a nivel del suelo.</p>	<p>Preparación del suelo para destruir larvas y pupas, exponiéndolas a enemigos naturales. Aplicación de químicos al suelo después de la siembra como clorpirifos, diazinón y carbaril después de la siembra y la utilización de sebos con insecticida.</p>
<p>Mosca del chile <i>Neosilba sp</i></p>	<p>Los adultos ovipositan bajo el cáliz de los frutos. Cuando los huevos eclosionan, las larvas penetran y se alimentan internamente, causando pudrición y caída de los frutos. En el inicio del ataque, los frutos adquieren un tono amarillo debido a las galerías en la pulpa causadas por la larva. En ataques severos, muchos frutos son abortados. Las heridas provocadas por las larvas pueden facilitar la entrada de patógenos secundarios.</p>	<p>Eliminar los frutos dañados por la mosca y usar productos de baja residualidad como los piretroides y aplicar tomando en cuenta el periodo de carencia del producto.</p>
<p>Nemátodos <i>Meloidogyne spp</i> <i>Helycotilenchus sp</i> <i>Pratylenchus sp</i></p>	<p>Las raíces del chile pueden desarrollar agallas por nemátodos, especialmente <i>Meloidogyne</i>, lo cual causa síntomas como amarillamiento, enanismo, marchitez en cator, menor tamaño y cantidad de hojas, y frutos más pequeños y de calidad inferior.</p>	<p>Variedades resistentes, almácigos libres de nemátodos, eliminación de residuos de cosecha y uso nematocidas granulados al suelo.</p>

Fuente: INTA 2010, Barrantes 2010, INTA 2016, Hilje 2001, Giustolin et al. 2001, Pacheco et al. 2013, Damian 2015, Orellana et al. s.f., Velásquez et al., 2013, INTA 2018, Blanco et al 2021.





Figura 13. Daño del picudo del chile *Anthonomus eugenii cano*



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024.

Figura 14. Mosca blanca *Bemisia tabaci* en cultivo de chile dulce



Fuente: Invernadero Carlos Mauricio Blanco Rojas y Mauricio Valenciano, Zarcero.



Principales enfermedades y control recomendado

Entre las principales enfermedades a tener en cuenta en la producción de chile dulce se encuentran:

Cuadro 7. Principales enfermedades en el cultivo de chile dulce

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Pudrición blanda <i>Pectobacterium carotovora</i></p>	<p>Bacteria que puede sobrevivir en suelo o residuos enfermos, muestra síntomas iniciales en el pedúnculo y cáscara de la fruta. Se propaga por salpicaduras de agua de lluvia o riego por aspersión, siendo crucial evitar daños en el tejido de las plantas para prevenir su dispersión a través de insectos, viento y labores culturales.</p>	<p>El plástico debe ser transparente. Se recomienda usar plásticos con un grosor entre 25 y 50 micras. Deben hacerse pruebas con diferentes grosores para identificar el más efectivo para las condiciones particulares de la zona. Se requiere un tiempo de exposición de 30 a 45 días en la época seca y de seis a ocho semanas en la época lluviosa.</p> <p>Utilización de plántulas desarrolladas en viveros.</p> <p>Eliminación de residuos de cosecha.</p> <p>Rotación de cultivos.</p> <p>Uso de semilla certificada y libre de patógenos.</p> <p>Mantenimiento de un buen drenaje en el suelo.</p> <p>Pueden realizarse aplicaciones preventivas de antibióticos, bactericidas o fungicidas a base de cobre.</p>





Continuación del Cuadro 7

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Putrición de la raíz, pata negra o mal del talluelo <i>Phytophthora capsici</i>, <i>Rhizoctonia spp.</i> y <i>Fusarium sp.</i></p>	<p>Estos patógenos pueden persistir en el suelo por mucho tiempo, incluso sin la presencia de plantas de Chile. Un síntoma distintivo es la marchitez diurna, que mejora hacia la tarde, pero se vuelve permanente después de tres días. También, es común observar lesiones de color café en el ápice o los bordes de las hojas.</p> <p>En el suelo, los síntomas comunes son la putrición en la base del tallo y en partes de la raíz principal, junto con el deterioro de las raicillas secundarias. Esto afecta el flujo de agua y nutrientes hacia la parte superior de la planta, así como la transferencia de carbohidratos hacia las raíces.</p>	<p>Optar por parcelas sin cultivos anteriores de Chile es clave. En fincas de café, la alternancia con tomate ayuda a prevenir la propagación de patógenos. Emplear semillas certificadas y en buen estado para mitigar el riesgo de enfermedades en nuevos campos.</p> <p>Al trasplantar, verificar que las plántulas estén sanas, sin deformidades y con un buen desarrollo radicular. Para prevenir enfermedades, construir surcos elevados evitando contacto directo con el agua de riego.</p> <p>La calidad del agua de riego es esencial; podría transportar plagas, especialmente si hay cultivos de Chile aguas arriba y los sedimentos fluyen hacia el río.</p> <p>Realizar evaluaciones periódicas de plagas en el campo, establecer umbral de daño económico, identificar áreas afectadas y evaluar contaminación ambiental, son pasos esenciales antes de implementar medidas de control de plagas. Registrar detalladamente estas evaluaciones y capacitar al personal son prácticas fundamentales.</p> <p>Contar con mapas que identifiquen las zonas afectadas por plagas es crucial para la aplicación precisa de medidas de control, favoreciendo la "agricultura de precisión".</p> <p>Se recomienda realizar aplicaciones de cobre en mezcla con maneb, mancozeb.</p>
<p>Putrición humedad del hongo blanco <i>Sclerotinia sclerotium</i></p>	<p>El hongo sobrevive en el suelo en forma de esclerocios. Los síntomas incluyen marchitez, amarillamiento y necrosis generalizada. En condiciones húmedas se observa micelio blanco con esclerocios negros.</p>	<p>Limpieza de herramientas para evitar trasladar los esclerocios a otras parcelas. Implementar rotación de cultivos.</p> <p>Las plantas enfermas deben ser recolectadas del campo para evitar la contaminación del suelo por esclerocios.</p> <p>Se pueden realizar aplicaciones preventivas con benomil.</p>
<p>Mancha bacteriana <i>Xanthomonas vesicatoria</i></p>	<p>Las lesiones pueden aparecer en hojas, tallos y frutos. En las hojas se manifiestan con clorosis y áreas necróticas, siendo el centro translúcido. En los tallos, las lesiones adquieren un color marrón.</p>	<p>La reducción de la incidencia de la enfermedad en campo se puede lograr con prácticas como la utilización de semillas libres de patógenos y un manejo nutricional adecuado de nitrógeno y potasio.</p>

Continuación del Cuadro 7

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Mildiu polvoso <i>Leveillula taurica</i>	Las lesiones de la enfermedad se manifiestan en todas las partes de la planta, inicialmente en hojas viejas y avanzando hacia las más jóvenes. Estas lesiones comienzan como manchas amarillentas difusas en el haz de las hojas, evolucionando a tonos café claro y, finalmente, a necrosis. En el envés de las hojas, se forman masas polvoriantas blancas o grisáceas justo debajo de las lesiones amarillentas.	Recolectar restos de cosecha y usar barreras vivas ayuda a reducir la carga de esporas y controlar la dispersión del patógeno. Realizar aspersiones de azufre cada 12 días al follaje para disminuir el desarrollo de la enfermedad. Se ha reducido la enfermedad con aplicaciones de extractos de ajo y cebolla, así como productos benéficos como <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Trichoderma spp.</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Pseudomonas fluorescens</i> . Aplicaciones de aceite de Neem, bicarbonato de potasio, aceite de cítricos + borax y leche fermentada son otras estrategias reportadas.
Mancha de cercospora o cercosporosis <i>Cercospora capsici</i>	Este hongo afecta el follaje, mostrando lesiones circulares, café y necróticas con una apariencia similar a un ojo de rana. Puede sobrevivir en semillas y hojas viejas, infectando directamente mediante penetración en la hoja.	Recolectar rastrojos para reducir su diseminación en campo. Uso de semillas limpias y certificadas. Para combatir la enfermedad es esencial asegurar un buen drenaje del suelo, tratar la semilla con fungicidas protectores y practicar la rotación de cultivos. La estrategia química implica aplicaciones preventivas de fungicidas a base de cobre. Se puede utilizar productos como hidróxido de cobre o benomil para su control.
Moho gris <i>Botrytis cinerea</i>	El síntoma más común es el colapso súbito de los tejidos suculentos, hojas nuevas y tallos, con desarrollo frecuente de micelio gris en tejido muerto. Este micelio puede extenderse a pétalos de la flor y al fruto. En el tallo, las lesiones húmedas y elípticas causan "ahorcamiento" y muerte de la planta. En las hojas, las lesiones húmedas y bronceadas, de forma irregular, pueden cubrirse de micelio café en condiciones de alta humedad, llevando eventualmente a la putrefacción y colapso de las hojas. En el fruto, las lesiones húmedas inicialmente aparecen como puntos que rápidamente se agrandan, tomando un color gris-café con abundante esporulación.	Aplicar fungicidas con acción protectora después de la cosecha de los frutos para disminuir la infección por parte de este patógeno. Realizar podas sanitarias para reducir el inóculo.





Continuación del Cuadro 7

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Antracnosis <i>Colletotrichum phomoides</i>	Hongo que sobrevive en el suelo en restos de frutos o tallos, infectando frutos inmaduros y permaneciendo latente hasta su maduración. Causa pequeñas manchas necróticas en los frutos inmaduros con coloración parda oscura en el centro, y en zonas muy húmedas, se observa un micelio rosado salmón. Puede provocar podredumbre en la base de los tallos y raíces principales, diseminándose por el salpicado y arrastre durante las lluvias, penetrando a través de heridas causadas por insectos o daños mecánicos, favoreciendo los climas húmedos.	Rotación de cultivos, eliminación temprana de frutos o plantas enfermas, y aplicación preventiva de fungicidas como benomil o mancozeb.
Fusariosis, marchitez por fusarium <i>Fusarium oxysporum</i>	Sobrevive como clamidospora en el suelo. Causa marchitez y cloqueo inicialmente unilateral de las hojas, extendiéndose luego a toda la planta. La necrosis vascular es visible desde la base hasta el ápice, resultando en la muerte de la planta. Se disemina a través del agua de riego, arrastre superficial por lluvias y trasplantes contaminados.	Eliminar rastrojos y residuos de cosecha, controlar la humedad del suelo, usar variedades resistentes y suelos desinfectados, aplicar hidróxido de cobre o sulfato de cobre.
Moho foliar, mildiu veloso <i>Cladosporium fulvum</i>	Sobrevive por medio de conidias de una temporada a otra. Ocasiona manchas cloróticas ovales en los folíolos. En el envés de la macha aparece un moho aterciopelado de color verde oliváceo posteriormente las hojas severamente afectadas se tornan cloróticas y se caen.	Uso de variedades resistentes, eliminación de residuos de cosecha así como la aplicación preventiva de fungicidas como benomil o mancozeb.

Fuente: Ramírez et al 2010, MAG 2010, Velásquez et al. 2013, INTA 2010, INTA 2018, Blanco et al 2021, MAG 1991.

Figura 15. Mancha de cercospora o cercosporosis en chile dulce



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024

Es importante la persona extensionista pueda capacitar a los productores en el reconocimiento de plagas y enfermedades y en el uso del monitoreo para tomar decisiones más adecuadas. El Anexo 3 contiene una hoja de monitoreo específica elaborada de acuerdo con los umbrales establecidos en la Región Chorotega para el cultivo de chile dulce.

Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades

Es fundamental la persona extensionista recomiende y utilice exclusivamente los plaguicidas debidamente registrados y autorizados por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para el combate de plagas y enfermedades en la producción de chile dulce. 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 de chile dulce.

También es esencial atender al etiquetado y el panfleto de los plaguicidas antes de su uso o recomendación a las personas productoras. 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 16. 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 chile dulce, puede consultar el siguiente enlace: <https://app.sfe.go.cr/SFEInsumos.aspx/Seguridad/Home.aspx>

Durante la mezcla, es necesario 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 chile dulce son:



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

Biopesticida M5 (estañón de 200 litros)

Materiales:

- 1.** 2 kg de ajos.
- 2.** 2 kg de chile picante, picados o licuados.
- 3.** 2 kg de cebolla morada, picados o licuados.
- 4.** 2 kg de jengibre, picados o licuados. Más plantas aromáticas al gusto: albahaca– (*Ocimum basilicum*), ruda (*Ruta graveolens*), hierbabuena (*Mentha spicata*), laurel (*Mentha spicata*), orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Salvia rosmarinus*), menta (*Salvia rosmarinus*), llantén (*Plantago major*), apazote (*Dysphania ambrosioides*), neem (*Azadirachta indica*).
- 5.** 1 galón de melaza.
- 6.** 1 galón de vinagre natural o artificial.
- 7.** 1 galón MM líquido.
- 8.** 1 galón alcohol de 80 grados.
- 9.** 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. Es importante evitar su uso durante la fase de floración, ya que la presencia de azufre y cobre puede provocar el aborto de flores.

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. Se sugiere realizar una prueba en una planta antes de la aplicación general para evitar posibles quemaduras.

Para tomates y chiles dulces, la aplicación puede ser a la raíz y vía foliar, utilizando alrededor de 200 cc por bomba de 18-20 litros, con el objetivo de prevenir enfermedades por hongos y plagas. Se recomienda aplicar cada 15 días, intercalando con otros biorepelentes como APICHI y M5, trampas de colores y feromonas para la tuta del tomate. Para mejorar la eficacia, se puede añadir algún pegamento natural.

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 respecto, 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.

- 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 17. 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 18. Triple lavado



Fuente: CSO, 2024





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.

Además, las personas productoras debe contar 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.



Control de arvenses

En el cultivo de chile dulce es común encontrar diversas especies arvenses que compiten con las plantas de chile por nutrientes, agua y luz solar. Algunas de las más frecuentes son: digitaria (*Digitaria spp.*), amaranto (*Amaranthus spp.*), escoba/escobilla (*Sida spp.*) y zacate bermuda (*Cynodon dactylon*), entre otras.

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

Control cultural

Preparación adecuada del suelo

Siembra de cultivos de cobertura. La siembra de leguminosas, previa a la siembra del chile dulce, impide el desarrollo de las malezas debido a su abundante sombra que cubre rápido el suelo. Ejemplos de cultivos de cobertura son: la mucuna (*Mucuna pruriens*), dolichos (*Dolichos sp*), canavalia (*Canavalia sp*), soya (*Glicine max*) y gandul (*Cajanus cajan*) (Orellana et al, s.f.).

Rotación de cultivos

Cambiar los cultivos de una temporada a otra puede interrumpir el ciclo de vida de ciertas malezas y reducir su prevalencia.

Uso de cobertura de origen vegetal o artificial para el suelo

Puede usarse bagazo de caña de azúcar, cáscara de arroz, cáscara picada de coco, hojas de plantas, cubierta de polietileno o papel grueso. Estas prácticas además ayudan a retener la humedad del suelo (Orellana et al., s.f.).

Eliminación de malezas con implementos manuales como azadas o guadañas

Esto puede ser efectivo, pero es laborioso y requiere mano de obra.

Control químico

Herbicidas selectivos: 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.).

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

Control mecánico

Para el control de arvenses se puede utilizar diferentes instrumentos, tales como: el machete, motoguadaña y pala. Sin embargo, algunos de estos equipos tienen limitaciones en su uso debido al daño mecánico que pueden ocasionar a la planta. Al respecto, es importante resaltar que el control de malezas en los lomillos puede ser controlado con el uso de cobertura del suelo con plástico, y entre los lomillos el uso de mulch permite evitar el suelo al descubierto.

Algunas formas mecánicas para control de malezas tenemos:

- Arrancado manual.
- Control de semillas de malezas a través de depuración de plantas con semillas, lo cual reduce el banco de semillas del suelo.
- El uso de robots de desmalezado es otra forma mecánica más moderna para el control de maleza en el cultivo.



Cosecha y postcosecha





A continuación, se presentan algunas buenas prácticas a tener en cuenta durante la cosecha y postcosecha del chile dulce.

Momento de la cosecha

La organización y planificación eficiente de la cosecha de chiles dulces 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.

Así mismo, es esencial recolectar los chiles dulces en el momento óptimo de madurez, considerando tanto la variedad como los estándares comerciales. Deben ser frutos uniformemente maduros y sin daños, evitando cualquier golpe durante su manipulación en el recipiente de cosecha.

También, para determinar el punto de recolección adecuado es importante observar el color característico de cada variedad, que puede ser verde maduro, rojo o amarillo. Además, los chiles deben lucir turgentes, brillantes y saludables (INTA, 2010).

Por ello, es crucial mantener en perfecto estado y limpiar regularmente todos los equipos y materiales utilizados en la cosecha, incluyendo recipientes plásticos y bandejas, preferiblemente lavándolos con agua tratada para prevenir la contaminación del chile dulce.

Los recipientes de cosecha deben ser exclusivos y no deben usarse para otros productos como fertilizantes, plaguicidas, lubricantes, aceites, desinfectantes, herramientas, bolsas, u otros. Si se emplean recipientes similares para diferentes fines, se aconseja diferenciarlos con colores distintivos o marcarlos claramente para evitar confusiones. Deben ser almacenados en áreas limpias, protegidos bajo techo y sobre tarimas para evitar el contacto con el suelo. Asimismo, se deben implementar medidas adecuadas de protección para evitar el acceso de animales, tanto domésticos como silvestres. Por último, se aconseja utilizar herramientas y equipos de cosecha que estén en óptimas condiciones y mantenerlos limpios para prevenir cualquier daño al chile dulce. En este sentido, se recomienda el uso de tijeras de podar o cuchillos bien afilados para asegurar un corte limpio del pedúnculo del chile. Esto no solo protege la integridad de los frutos, sino que también facilita el proceso de cosecha y minimiza el estrés en las plantas, lo que contribuye a obtener una cosecha de mayor calidad.

Manipulación del producto

Durante la cosecha y postcosecha, es de vital importancia tratar con delicadeza el chile dulce para prevenir cualquier daño físico o deformación en los frutos. En este sentido, es esencial evitar golpearlos, apretarlos o dejar que caigan, ya que esto podría afectar su calidad y apariencia.

Luego de la cosecha, se debe trasladar rápidamente a un lugar fresco y bien ventilado para su almacenamiento temporal, evitando exponerlos al sol durante períodos prolongados y garantizando su resguardo contra golpes y daños. Durante este proceso, se debe llevar a cabo una clasificación y selección, separando aquellos que estén dañados, enfermos o de calidad inferior. Estos deben ser descartados o destinados a otros usos. Es esencial gestionar adecuadamente el descarte para evitar la propagación de enfermedades y asegurar que no queden abandonados en los campos.

Además, se debe mantener una higiene personal rigurosa durante la cosecha, lo cual incluye vestimenta y calzado limpios, lavado de manos antes de manipular los chiles y abstenerse de fumar, comer o beber en las cercanías de los cultivos. Personas afectadas o portadoras de enfermedades transmitidas por alimentos no deben participar en la cosecha ni manipular los frutos ni materiales relacionados. Además, se debe excluir a aquellas personas con lesiones abiertas, como heridas infectadas, de cualquier actividad que pueda comprometer la seguridad del producto hasta que estas lesiones hayan sanado por completo. 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 el chile dulce.

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 deben de 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 de las personas productoras, 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

Los vehículos destinados al transporte del chile dulce 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 que el chile dulce entre en 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 los frutos.

También, mantener la temperatura adecuada es crucial para preservar la frescura y evitar la sobre maduración del chile dulce durante el transporte. Esto se logra utilizando vehículos refrigerados o asegurando condiciones frescas y ventiladas cuando sea posible.

Finalmente, para prevenir golpes y daños es necesario sujetar y proteger adecuadamente los chiles dulces durante el transporte. Se deben emplear cajas, bandejas o contenedores diseñados para evitar la compresión y deformación de los frutos. Es importante destacar que el peso de las cajas no debe superar los 22.5 kg para evitar ejercer presión sobre los frutos inferiores (INTA, 2010).

Gestión de residuos

Dentro de la parcela se deben 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 y frutos de chile dulce. Además, es esencial recolectar y eliminar adecuadamente los residuos de chile dulce 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 y frutos, ya que el proceso de compostaje genera altas temperaturas que ayudan a destruir hongos y bacterias.

En cuanto a los plásticos y mallas utilizados es importante recordar que tienen una vida útil especificada por el fabricante. Por lo tanto, es necesario obtener esta información para planificar el mantenimiento, reemplazo o disposición adecuada de estos materiales. También, se debe considerar la posibilidad de reutilizarlos en otras actividades o almacenarlos para su posterior reciclaje, lo cual promueve prácticas sostenibles.

Una vez que estos plásticos alcanzan el final de su vida útil es esencial retirarlos, lavarlos y almacenarlos de manera adecuada antes de su disposición final a través de un gestor autorizado. Se deben tomar precauciones para evitar la contaminación ambiental debido a una incorrecta eliminación de los plásticos al final de su ciclo de vida. Además, se debe fomentar la reutilización de materiales siempre que sea factible como parte de una gestión de residuos responsable.





Tecnologías de precisión en la producción de chile dulce



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

- 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

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). (2010). Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para técnicos y productores versión 1. https://www.jica.go.jp/Resource/project/spanish/panama/2515031EO/data/pdf/1-57_01.pdf

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/001/materials/ku57pq00001cym2-att/water_harvest_sp.pdf

Arévalo, G. y Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Azofeifa, A. y Moreira, M. (1998). Análisis del crecimiento del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivar UCR 589 en Alajuela, Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78835/1%20Azofeifa-Chile.pdf?sequence=1&id%20Allowed=y>

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

Blanco, H. y Granados, M. (2021). Guía para el diagnóstico fitosanitario de hortalizas para pequeños agricultores. www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/85626/OP%20204-21_Guia%20diagnostico%20fitosanitario_impreso.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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>

Chavarría Sibaja, E. P. (2020). Diseño de dos sistemas de riego por goteo para los cultivos de chile dulce y maíz en Finca Rancho El Tecal y Finca El Coyolito en Cañas Dulces. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola. Rica.





Chopra, M., y Koul, B. (2020). Comparative assessment of different types of mulching in various crops: A review. *Plant Arch*, 20, 1620–1626.

Delgadillo, R., Castorena, C., Peña, F. Exiga, A., Ramírez, G., Arias, L. y Delgadillo, L. (2022). Clasificación de acolchados y su implementación en la retención de humedad del suelo. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3838>

Giustolin, T.; Alves, S.; Vieira, S. y Pereira, R. (2001). Susceptibility of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) reared on two species of *Lycopersicon* to *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 125. IS. 9–10 pp.551–556.

Gonzales, C. (2010). Tesis agronómica de películas para invernadero formuladas con nanopartículas de óxido de zinc. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/232/1/Crispin%20Gonzalez.pdf>

Hilje, L. (s.f.). Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca-geminivirus en tomate, en Costa Rica. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5817/Avances_hacia_el_manejo

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

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2010). Manual de recomendaciones en el cultivo del chile, pimentón o ají (*Capsicum sp.*). San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2015). Censo Agropecuario. <https://inec.cr/estadisticas-fuentes/censos/censo-agropecuario-2014?documentTypes=results&page=7>

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2016). El suelo y los abonos orgánicos. San José, Costa Rica.

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

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2018b). Manual técnico basado en experiencias con el híbrido “Dulcítico” (*Capsicum annuum*). San José, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO1-11058.pdf>

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2019). Medidas de adaptación al cambio climático: Tema – Manejo y conservación de suelos. Proyecto: “Desarrollo de capacidades en técnicos y productores de la Región Central de Costa Rica en la implementación de una herramienta práctica para la zonificación agroecológica y escenarios para la adaptación al cambio climático”. Costa Rica.

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*). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO1-10921.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2007). Agrocadena regional cultivo de chile dulce. San José, Costa Rica.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1991). Aspectos técnicos de cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO1-0658.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/PI0-9623.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2010). Guía para la difusión de Tecnologías de producción Agropecuaria Sostenible. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/PO1-9801.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2014). Producción de abono orgánico en pequeña escala con lombriz californiana (*Eisenia foetida*). San José, Costa Rica. <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. San José, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO8-10924.pdf>

Monge, A. (2007) Evaluación del crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) mill y chile dulce (*Capsicum annuum*) linn, mediante la utilización de seis sustratos y tres métodos de fertilización en el cantón de San Carlos, Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5871/Evaluaci%c3%b3n%20del%20crecimiento%20y%20desarrollo%20de%20pl%c3%a1ntulas%20de%20tomate%20%28Lycopersicon%20esculentum%29%20Mill%20y%20Chile%20dulce%20%28Capsicum%20annuum%29%20Linn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

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

Orellana, F. E.; Escobar, J. C.; Morales, A. J.; Méndez de Salazar, I. S.; Cruz, R. A. y Castellón Hernández, M. E. (s.f.). Guía Técnica. Cultivo de Chile Dulce. <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/201412011299.pdf>

Pacheco, J. y Valenzuela, J. (2016). Manejo integrado del barenillo del chile. <http://jlsvyaqui.org.mx/wordpress/wp-content/uploads/Memorias/2016/FOLLETO%20TECNICO%20BARRENILLO%20DEL%20CHILE.pdf>

Ramírez R.; Aguilar J. y León, 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. (2018) Práctica: Construcción de microtúneles y túneles altos para producción. www.platicar.go.cr/images/buscador/fichas-tecnicas/HORTALIZAS/O5_CONSTRUCCION_DE_MICROTUNELES.pdf

Salazar-Jara, F. I. y Juárez-López, P. (2012). Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Bio Ciencias, 2(2), 27-34. <https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/32/169>

Salinas Acosta, A.; Rodríguez Quirós, R. y Morales Hidalgo, D. (2010). Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización. Nicoya, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Universidad Nacional, CEMEDE.

Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (2022). Boletín Estadístico Agropecuario Serie Cronológica 2018–2021 Edición N° 32. San José, Costa Rica.

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2020). Infograma Camas biológicas. https://www.sfe.go.cr/Infogramas_BPA/INFOGRAMA_CAMAS_BIOLOGICAS.pdf

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2020). Informe del año 2021. Análisis de residuos de plaguicidas realizados a vegetales frescos. https://www.sfe.go.cr/DocsResiduosAgroquim/Informe_de_residuos_de_plaguicidas_2021.pdf

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2023). Informe del año 2022. Resultados 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

Solórzano, M. (2013). Informe final de la actividad para el fortalecimiento de la investigación y la extensión Atlas Nacional de Ambiente Protegidos de Costa Rica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3154/atlas_nacional_ambientes_protegidos_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Soto-Bravo, F.; Araya-Cubero, E. A. y Echandi-Gurdián, C. (2020). Efecto de la densidad de siembra y volumen de sustrato sobre parámetros de riego y rendimiento de chile dulce 'dulcítico', en hidroponía bajo invernadero. <https://doi.org/10.15517/RAC.V44I1.40001>





Universidad Nacional. (2020). Clima, agua y producción sostenible: aportes desde la acción académica. CEMEDE-HIDROCEC. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/23398/Cap.%202.%20%20Caracterización%20de%20los%20sistemas%20de%20captación%20de%20agua%20de%20los%20cantones%20de%20Hojancha%20y%20Nicoya%2C%20en%20Guanacaste%2C%20Costa%20Rica.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Universidad de Costa Rica (UCR) Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). (2016). Mapa de suelos de Costa Rica. <https://www.ucr.ac.cr/medios/fotos/2016/ordenes-suelo-cr-201657a27b6687451.jpg>

Velásquez, R.; Reveles, L. y Reveles, M. (2013). Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/EnfChilS.pdf>

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2024). Bandas toxicológicas. Presentación Curso Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) 2024. [Documento PDF].

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2024). Triple lavado. Presentación Curso Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) 2024. [Documento PDF].

Soto Bravo, F.; Araya Cubero, E. A. y Echandi Gurdían, C. (2020). Efecto de la densidad de siembra y volumen de sustrato sobre parámetros de riego y rendimiento de chile dulce 'dulcítico', en hidroponía bajo invernadero. *Agronomía Costarricense*, 44(1). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SO377-9424202000010004



Anexos





Anexo 1

Lista de chequeo para evaluar la aplicación de buenas prácticas agrícolas para la adaptación del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*) 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	Variedades	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	Varietades	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 las plantas de chile dulce.				
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	Tutorado o amarre	Realizar el tutorado o amarre en la producción de tomate y chile dulce para prevenir dobles, roturas o daños causados por el peso, el viento o el matrazo.				
54	Tutorado o amarre	Realizar inspecciones periódicas de postes y, si se detectan problemas, hacer reparaciones o reemplazos oportunamente.				
55	Tutorado o amarre	Podar para controlar el desarrollo de la planta, limitando tallos y frutos, logrando mayor precocidad y calidad.				
56	Aporca	Apocar para estimular el crecimiento de raíces.				
57	Principales plagas y control recomendado	Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar plagas.				
58	Principales enfermedades y control recomendado	Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar enfermedades.				
59	Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades	Usar bioinsumos para la prevención y control de plagas.				
60	Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades	Usar bioinsumos para la prevención y control de enfermedades.				
61	Uso y manipulación de agroquímicos	Usar agroquímicos siguiendo recomendaciones del fabricante, respetando periodos de carencia y dosis recomendadas.				





Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
62	Uso y manipulación de agroquímicos	Priorizar el uso de productos de bajo impacto ambiental.				
63	Uso y manipulación de agroquímicos	Adquirir plaguicidas en establecimientos registrados y autorizados por la autoridad competente.				
64	Uso y manipulación de agroquímicos	Disponer de instrumentos de medición precisos, como probetas y balanzas debidamente calibradas, para utilizar cantidades exactas de plaguicidas.				
65	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.				
66	Uso y manipulación de agroquímicos	Utilizar equipo de seguridad durante la manipulación de agroquímicos.				
67	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.				
68	Uso y manipulación de agroquímicos	Permitir únicamente la presencia de los aplicadores durante las labores de aplicación en el área tratada.				
69	Uso y manipulación de agroquímicos	Mantener registros de todas las aplicaciones de plaguicidas.				
70	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.				
71	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.				
72	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
72	Uso y manipulación de agroquímicos	Emplear el equipo de protección personal según las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto es necesario.				
73	Uso y manipulación de agroquímicos	Mantener el equipo en buen estado y reemplazarlo según sea necesario para garantizar la seguridad del trabajador.				
74	Uso y manipulación de agroquímicos	Proporcionar capacitación al trabajador sobre el uso adecuado y el mantenimiento del equipo.				
75	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.				
76	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.				
77	Uso y manipulación de agroquímicos	Almacenar el equipo de protección personal en un lugar separado de los plaguicidas.				
78	Uso y manipulación de agroquímicos	Obtener recomendación médica basada en exámenes preexposición y periódicos para los trabajadores en el manejo de plaguicidas.				
79	Equipos de aplicación	Calibrar los equipos de aplicación para asegurar la dosificación precisa de plaguicidas.				
80	Equipos de aplicación	Realizar inspecciones visuales periódicas de los equipos de aplicación para asegurar su correcto funcionamiento.				
81	Equipos de aplicación	Mantener un registro de las inspecciones visuales realizadas.				
82	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
83	Equipos de aplicación	Realizar el proceso de triplete lavado en los envases vacíos de plaguicidas.				
84	Equipos de aplicación	Llevar a cabo el proceso de triplete lavado en un área designada específicamente para esta tarea.				
85	Equipos de aplicación	Perforar y almacenar temporalmente los envases vacíos para evitar reutilización indebida, luego devolver a la empresa proveedora.				
86	Control de arvenses	Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar arvenses.				
87	Cosecha y poscosecha	Realizar la cosecha preferiblemente durante las horas más frescas del día.				
88	Cosecha y poscosecha	Cosechar en el momento óptimo de madurez.				
89	Cosecha y poscosecha	Mantener y limpiar regularmente equipos y materiales de cosecha, lavándolos con agua tratada para prevenir contaminación del chile dulce.				
90	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.				
91	Cosecha y poscosecha	Diferenciar con colores distintivos o marcar claramente los recipientes similares utilizados para diferentes fines, evitando confusiones.				
92	Cosecha y poscosecha	Almacenar los frutos cosechados en áreas limpias, protegidos bajo techo y sobre tarimas para evitar el contacto con el suelo.				
93	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
94	Cosecha y poscosecha	Tratar con delicadeza el chile dulce es esencial para prevenir daños físicos o deformaciones en los frutos, evitando golpearlos, apretarlos o dejar que caigan, ya que esto afectaría su calidad y apariencia.				
95	Cosecha y poscosecha	Evitar cajas que pesen más de 18 kg para prevenir presión en frutos inferiores.				
96	Cosecha y poscosecha	Tras la cosecha, almacenar los productos en un lugar fresco, evitando la exposición al sol y protegiéndolos contra golpes y daños.				
97	Cosecha y poscosecha	Clasificar y seleccionar los productos, descartando o reutilizando los dañados, enfermos o de calidad inferior.				
98	Cosecha y poscosecha	Realizar la limpieza o lavado de los frutos en el campo cuando el producto se dirige directamente de la finca al mercado, para eliminar residuos de cosecha y microorganismos.				
99	Cosecha y poscosecha	Mantener una rigurosa higiene personal durante la cosecha: vestimenta y calzado limpios, lavado de manos antes de manipular los chiles, y evitar fumar, comer o beber cerca de los cultivos.				
100	Cosecha y poscosecha	Evitar que personas infectadas o portadoras de enfermedades transmitidas por alimentos participen en la cosecha o manipulación de frutos y materiales relacionados.				
101	Cosecha y poscosecha	Evitar la participación de personas con lesiones abiertas en actividades que comprometan la seguridad del producto hasta su completa recuperación.				
102	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 la fruta o utensilios de cosecha.				





Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
103	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 productos.				
104	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				
105	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				
106	Cosecha y poscosecha	Mantener registros precisos de la cosecha.				
107	Cosecha y poscosecha	Se aconseja mantener un registro detallado de los despachos de productos				
108	Cosecha y poscosecha	Utilizar cajas plásticas para transportar los productos desde la finca hasta los mercados o centros de acopio.				
109	Cosecha y poscosecha	Organizar las unidades en las cajas es esencial para prevenir daños mecánicos durante el transporte, evitando apilar los frutos en niveles elevados				
110	Cosecha y poscosecha	Los vehículos no deben haberse utilizado previamente para otros fines que no sean vegetales o productos de cosecha				
111	Cosecha y poscosecha	Realizar el transporte en vehículos limpios y en óptimas condiciones, sin residuos que afecten la calidad del producto.				
112	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
113	Cosecha y poscosecha	Evitar que el chile dulce entre en contacto con sustancias tóxicas o productos contaminantes durante el transporte				
114	Cosecha y poscosecha	Manipular con cuidado durante la carga y descarga del vehículo, utilizando el equipo adecuado				
115	Cosecha y poscosecha	Mantener la temperatura adecuada es crucial para preservar la frescura y prevenir la sobre maduración del producto durante el transporte.				
116	Gestión de residuos	Asignar áreas específicas para la disposición de diversos tipos de residuos generados durante la cosecha				
117	Gestión de residuos	Recolectar y eliminar adecuadamente los residuos de producto, plantas enfermas y restos al final de la cosecha				
118	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.				
119	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.				
120	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.				
121	Tecnologías	Utilizar tecnologías y aplicaciones para respaldar la producción de los cultivos.				





A large rectangular area consisting of 15 horizontal lines, alternating between white and light gray, intended for writing notes.



Apuntes



A large rectangular area consisting of 15 horizontal lines, alternating between white and light gray, intended for writing notes.

Apuntes





A large rectangular area consisting of 15 horizontal stripes, alternating between white and light gray, intended for writing notes.



Apuntes



A large vertical rectangular area containing 15 horizontal lines, alternating between white and light gray, serving as a template for notes.

Apuntes



