

MANUAL DE RECOMENDACIONES EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE (*Capsicum annuum* L.)

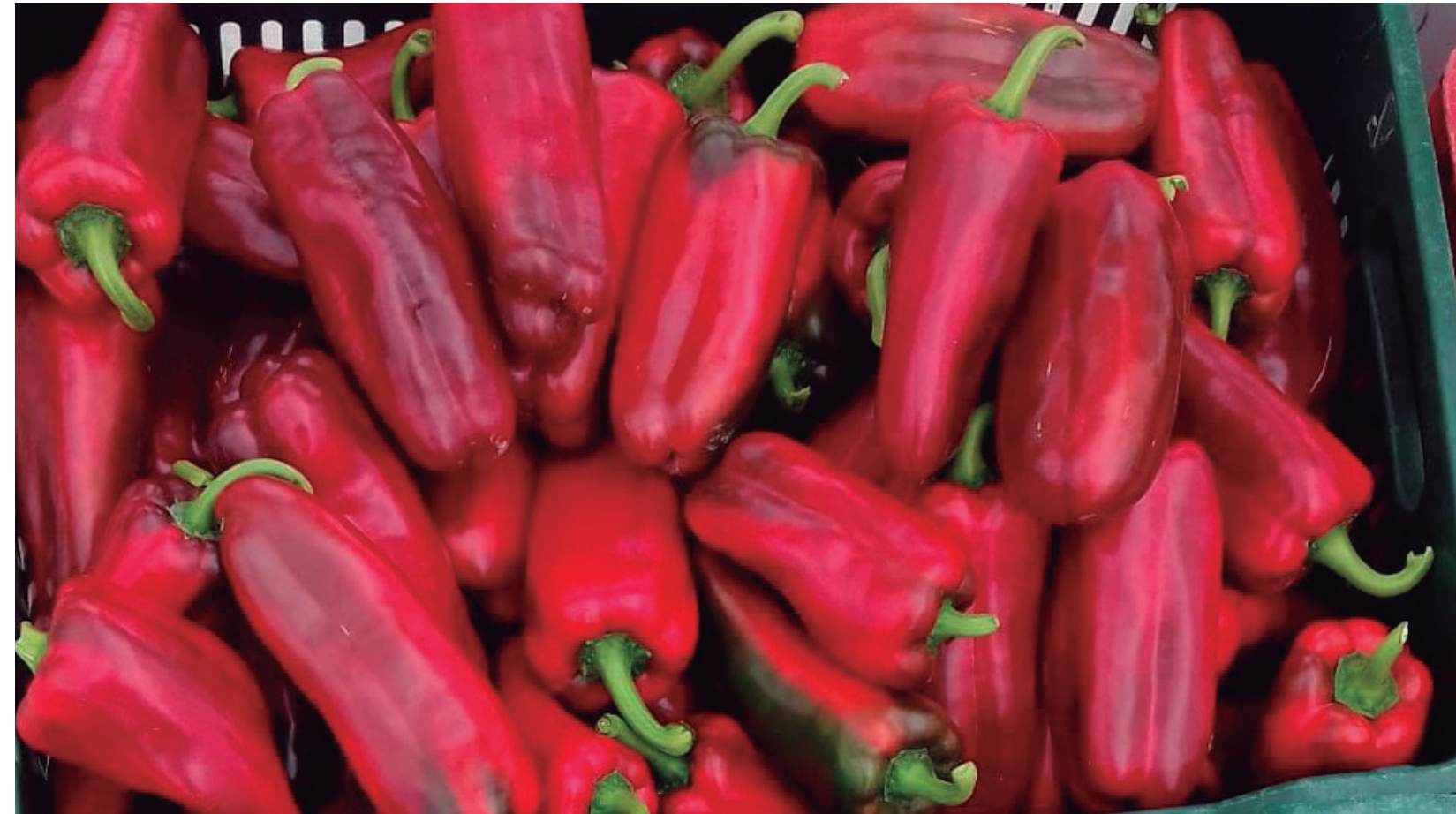


Ing. Agr. Javier Madriz Arrieta. Lic.

2023



MANUAL DE RECOMENDACIONES EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE (*Capsicum annuum* L.)



Ing. Agr. Javier Madriz Arrieta. Lic.

635
C837m

Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Manual de recomendaciones en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) / Javier Madriz Arrieta. – San José, C.R. : INTA, 2023.
1 recurso en línea; 10 Mb

ISBN 978-9968-586-62-7

1. CAPSICUM ANNUUM. 2. CHILE DULCE.
3. CULTIVO. I. Madriz Arrieta, Javier. II. Título.

Autores

Ing. Agr. Javier Madriz Arrieta. Lic.

Revisores

Ing. Roberto Ramírez Matarrita.

Consejo Editorial del INTA

Ing. Kattia Lines Gutiérrez.
Ing. Laura Ramírez Cartín.
Ing. Nevio Bonilla Morales.
Ing. Francisco Arguedas Acuña.
Ing. Roberto Camacho Montero.
Ing. Kenneth Retana Sánchez

Editora

Ing. Kattia Lines Gutiérrez, MGA. klines@inta.go.cr
Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)

Diseño, diagramación e impresión

Handerson Bolívar Restrepo www.altdigital.co

San José, Costa Rica. 2023.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN 5

ORIGEN Y BOTÁNICA 5

 Morfología 7

 Fenología 9

REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO 10

MANEJO DEL SUELO 12

 pH 13

 Fertilización 15

DISPONIBILIDAD DE SEMILLA 17

ZONAS DE PRODUCCIÓN 18

VARIEDADES 18

SIEMBRA Y MANEJO DE LA PLANTACIÓN 20

 Almácigos 20

 Trasplante 21

 Sistema de cultivo 22

 Preparación del medio de siembra 23

 Densidad 24

 Riego (sistemas de riego) y drenaje 24

 Fertiirrigación 25

 Tutorado 27

 Poda 29

PRINCIPALES PLAGAS Y SU MANEJO 31

 Insectos 31

 Insectos ocasionales o secundarios 37

 Ácaros 39

 Nematodos 40

PRINCIPALES ENFERMEDADES Y SU MANEJO 41

Causadas por bacterias 41

Causadas por hongos y pseudohongos 45

Causadas por virus..... 51

CONTROL DE ARVENSES (MALEZAS)..... 52

COSECHA..... 53

COSTOS..... 55

LITERATURA CITADA 56

ANEXOS..... 63

INTRODUCCIÓN

El chile dulce (*Capsicum annuum* Linn.), también conocido comúnmente como pimienta, es una de las hortalizas de fruto más reconocida y de mayor importancia económica del género *Capsicum* (Medina *et al.* 2017 y Chavarría 2013). Es considerada una excelente fuente de vitamina C, vitamina A, vitamina B6, molibdeno, vitamina K, fibra dietética, manganeso, ácido fólico y potasio (Barrantes 2010) y (Escalante 2014). Existe una gran variedad de tamaños, formas y colores (Salinas *et al.* 2010), generalmente el color es verde o amarillo en estado inmaduro se debe al pigmento denominado clorofila, pero el fruto al madurar puede tener diferentes coloraciones entre rojo, amarillo, café y morado, según la presencia de pigmentos como, licopeno, caroteno o xantofila (Elizondo y Monge 2016).

La producción mundial de pimienta ha aumentado en los últimos 20 años de 17 a 36 millones de toneladas (Mt), siendo China el país con mayor área sembrada, el área cultivada se ha expandido en un 35%, se estima un área sembrada de 753 mil hectáreas y una producción de 17 millones de toneladas (FAO 2016). A nivel centroamericano, Guatemala es el mayor exportador con más de 8000 toneladas al 2016, y en Costa Rica se produjeron aproximadamente 10 320 toneladas, de las cuales se exportaron 4,3 toneladas (SIA 2017, Ulas 2022 y SEPSA 2016).

De igual manera en el 2016, en Costa Rica el cultivo de chile dulce tuvo un rendimiento desde 14 hasta 22 toneladas por hectárea y un área total de 476 hectáreas sembradas, (SEPSA 2016). El Salvador se caracterizó por ser el país con más importaciones de Centroamérica (5390 toneladas), mientras que el mercado costarricense se mantuvo sin realizar importaciones para dicho año y el consumo principalmente utilizado como especie fue de 3,16 kilogramos de chile dulce per cápita por año (PIMA 2016; Escalante 2014 y SIA 2017).

ORIGEN Y BOTÁNICA

El género *Capsicum* consta de alrededor de 22 especies silvestres de las cuales solo cinco están domesticadas, *C. annuum*, *C. chinese*, *C. frutescense*, *C. pubescense* and *C. baccatum*. (Pandey *et al.* 2012 ; Berríos *et al.* 2007). El chile dulce (*Capsicum annuum* Linn.) pertenece a la familia de las Solanáceas (Azam *et al.* 2016, Campos-Ocampo 2009 y Jiménez *et al.* 2007) y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América (México, Suramérica y Centroamérica) (Ix *et al.* 2013, Campos-Ocampo 2009 y Jiménez *et al.* 2007). Se pueden encontrar más de 30 especies con más de 200 cultivares (Medina *et al.* 2017 y Salinas *et al.* 2010) y se reconocen muchos tipos, entre ellos el pimiento o chile dulce y el tipo picante, medidos por su pungencia en términos de Unidades de Calor Scoville (SHU, del inglés Scoville Heat Units), debido al contenido de capsaicina presente en mayor concentración en el tejido placentario, seguido de frutos y semillas (Pandey *et al.* 2012; Berríos *et al.* 2007).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del chile dulce (*Capsicum annuum* L.).

Categoría	Descripción
Reino	Plantae
División	Angiospermae (Magnoliophyta)
Clase	Dicotyledonea (Magnolipsida)
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum L.
Especies	Annuum
	baccatum
	chinense
	pubescens

Fuente: Modificado de Arias (2016) y ITIS (2022).

MORFOLOGÍA

La planta de chile dulce es un semiarbusto de comportamiento anual, de forma y alturas muy variables según la variedad y se caracteriza por ser monoica, es decir, tiene los dos sexos de inflorescencia en la misma planta. Es autógama, quiere decir, que se autopoliniza, pero puede tener polinización cruzada entre plantas por efecto de insectos y el viento (Calderón 2022, Arias 2016 y Viñan 2022).

La planta consta de una raíz pivotante, desarrollando una gran cantidad de raíces adventicias o laterales bastante ramificado, puede alcanzar profundidades variables dependiendo de las características físicas del suelo donde se encuentre y de los cultivares seleccionados. La principal cantidad de raíces adventicias se encuentran principalmente en los primeros 20 centímetros del suelo (Casilimas *et al.* 2012, Calderón 2022, Arias 2016, Berríos *et al.* 2007 y Viñan 2022).

El tallo puede ser de forma cilíndrica o prismática, pudiendo presentar un color verde con algunas variaciones y pigmentaciones de colores en etapas iniciales, luego se puede volver café por efecto de lignificación. Crece erecto hasta alcanzar cierta altura que puede variar según la edad, el cultivar y condiciones edafoclimáticas, llegando a ramificar en dos, tres o más ramas. Luego el tallo sigue creciendo y ramificándose de forma dicotómica (dos ramificaciones) hasta el fin de su ciclo. (Calderón 2022, Arias 2016 y Viñan 2022) y en cada una de las ramificaciones o bifurcaciones del tallo la planta emite una flor y una hoja (Figura 1).



Figura 1. Bifurcación del tallo de la planta de chile dulce, en San Rafael de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022.

La hoja presenta como características ser simple, entera, lisa y lanceolada, desarrollando un color verde intenso brillante, con una disposición alterna en el tallo y un tamaño variable entre los diferentes cultivares dependiendo de las condiciones edafoclimáticas en donde se encuentre (Villota 2014, Calderón 2022, Arias 2016 y Viñan 2022).

La flor es pequeña, con una corola de color blanco, la cual contiene algunas pigmentaciones de color, café, morado o amarillo según el cultivar y suelen presentarse solas en cada nudo o bifurcación del tallo, específicamente en la axila de la hoja (Morales 2013, Calderón 2022, Arias 2016 y Viñan 2022).



Figura 2. Flor (A) y fruto (B) de la planta de chile dulce, en San Rafael de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022.

El fruto es una baya hueca, semicarnosa, de superficie lisa y brillante, la cual presenta formas y tamaños variables, siendo muy característicos para cada cultivar, llegándose a encontrar frutos cónicos, ovalados, globosos, aplanados, esféricos, y en forma de bloque. Los colores también son diversos, dependiendo de la composición de los pigmentos, presentándose tonos verdes, amarillos, rojos, cafés, morados y blancos (Navarrete 2019, Calderón 2022, Arias 2016 y Viñan 2022).

Las semillas son redondas o reniformes, de tamaño pequeñas, de forma lisa y aplanadas, con un color que puede ser blanco o amarillo. Están dispuestas en el interior del fruto, en una placenta cónica, donde puede variar la cantidad de semillas por fruto dependiendo de las condiciones óptimas para que ocurra la polinización (Aguirre 2016, Calderón 2022, Arias 2016, Viñan 2022 y Barrantes 2010).

FENOLOGÍA

La planta pasa por cuatro fases: la germinación, el crecimiento vegetativo, la floración y fructificación y la madurez fisiológica. La duración de la planta en cada etapa es variable según aspectos climáticos, nutricionales y genéticos.

En la germinación comprende desde que se coloca la semilla en medio de siembra hasta su emergencia, esta puede durar entre 4 a 8 días y se ve afectada por factores como la salinidad, temperatura, humedad, entre otros (Calderón 2022, Buñay 2017, Moreno *et al.* 2011 y CATIE 1993).

El crecimiento vegetativo ocurre desde la germinación y comprende todos los cambios que realiza la planta en cuanto a crecimiento de hojas y tallo. Existen cultivares de tipo determinado, donde la planta crece y luego entra a la fase de floración y las de tipo indeterminado en donde la planta aún estando en etapas de floración y fructificación continúa desarrollándose (Calderón 2022, Buñay 2017, Moreno *et al.* 2011 y CATIE 1993).

En las fases de floración la planta emite las flores, que si las condiciones climáticas y nutricionales son dentro de los rangos óptimos pasaran a ser frutos. En fructificación consiste en toda la etapa en que la planta comienza a acumular todas sus reservas en el fruto y este comienza a crecer hasta alcanzar su madurez fisiológica (Calderón 2022, Buñay 2017, Moreno *et al.* 2011 y CATIE 1993).

Por último, la madurez fisiológica consiste la etapa en que la planta cesa su producción y comienza su senescencia. Es importante mencionar que cada cultivar estas etapas la duración es muy variable incluso entre mismos cultivares sembrados en épocas y zonas distintas, esto se puede determinar de forma más precisa con los grados días acumulados, los cuales se pueden resumir como la acumulación de grados de calor que la planta requiere para pasar de una etapa a otra (Calderón 2022, Buñay 2017, Moreno *et al.* 2011 y CATIE 1993).

REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO

Debido a su diversidad de cultivares, así como sus diversos orígenes es una planta que se adapta muy bien a diversas condiciones climáticas que van desde los 0 hasta los 2300 msnm (Barrantes 2010). Las condiciones edafoclimáticas óptimas son variables para cada cultivar y etapa fenológica del cultivo.

La temperatura promedio ideal ronda entre los 19 hasta los 28 °C, por lo que temperaturas superiores e inferiores a las anteriormente indicadas, pueden afectar principalmente la etapa de floración y fructificación, viendo efectos directos en la polinización de flores, lo cual repercute en el cuaje de frutos y la producción de la planta (Barrantes 2010, CATIE 1993, Chaves y Lacayo 2020, Buñay 2017, Arias 2016, Calderón 2022, Elizondo y Monge 2017 y Moreno *et al.* 2011). Otro aspecto que afecta la producción, crecimiento y desarrollo de la planta son las temperaturas nocturnas, las cuales se mencionan deben rondar entre los 12 y 18°C (Chaves y Lacayo 2020 y Buñay 2017, Berríos *et al.* 2007).

Cuadro 2. Rangos de temperaturas (°C) óptimos, mínimos y máximos para un adecuado desarrollo, crecimiento y producción del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.)

Fases del cultivo	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	24-33	17	40
Crecimiento vegetativo	17-26	13	34
Floración y fructificación	19-27	16	35

Fuente: Modificado de: Barrantes 2010 y Buñay 2017.

La humedad óptima se encuentra entre 55 y 75%, valores superiores a estos repercute en la incidencia de enfermedades y en caso de ser menores afecta la polinización de las flores (Barrantes 2010, CATIE 1993, Chaves y Lacayo 2020, Buñay 2017, Arias 2016, Calderón 2022, Elizondo y Monge 2017 y Moreno *et al.* 2011).

En cuanto a la precipitación, es recomendable si no se cuenta con un sistema de riego ubicarse en lugares con regímenes de lluvia de 600 a 1200 mm distribuidos durante todo el ciclo del cultivo. Cabe destacar que una precipitación muy intensa puede causar caída de flores, daños a la planta, lixiviación de los fertilizantes, presencia de enfermedades provocadas por hongos, bacterias e incluso ataque de nematodos y en caso contrario

de haber déficit de agua, la planta entra en estrés hídrico y cierra los estomas, afectando los procesos de fotosíntesis (Barrantes 2010, CATIE 1993, Chaves y Lacayo 2020, Buñay 2017, Arias 2016, Calderón 2022, Elizondo y Monge 2017 y Moreno *et al.* 2011).

Otra variable a considerar es la cantidad y calidad de la luz, quien toma en cuenta variables como la intensidad lumínica (lumens o lux), la radiación (Watts por metro cuadrado) y la principal que es la luz PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa), la cual corresponde a la radiación emitida en la longitud de onda entre los 400 y 700 nm, siendo este el rango del espectro lumínico que es absorbido por la clorofila en las hojas de la planta, para que a través de la fotosíntesis convierta el CO2 en azúcares, debido a que entre mayor sea la cantidad de azúcares producidos se obtiene un mayor crecimiento, desarrollo producción, el cual se mide en micro moles por metro cuadrado por segundo (μmol/m2/s) (Berríos *et al.* 2007).

La intensidad de luz es un requerimiento que varía entre cultivares, así como en las etapas del cultivo, sin embargo, se considera que la planta de chile dulce debido a su mecanismo fotosintético C3 es muy exigente a la luz en todas sus etapas. En cuanto a la radiación, un exceso puede causar quemaduras en los frutos y en caso de baja intensidad lumínica reduce la tasa de crecimiento, la planta elonga sus entrenudos con el fin de buscar luz y en casos extremos puede haber etiolación (Buñay 2017, CATIE 1993, Barrantes 2010, Viñan 2022, Arias 2016 y Moreno *et al.* 2011).

En caso de los suelos se requieren que sean profundos, de texturas ligeras, preferiblemente francos, con una óptima fertilidad, que retengan agua de manera adecuada, con buena capacidad de intercambio catiónico, buen drenaje y que no presenten acidez, idealmente con un pH entre 5,5 y 6,5 (Barrantes 2010, Viñan 2022, Arias 2016 y Calderón 2022).

MANEJO DEL SUELO

El manejo de suelo va depender de muchas condiciones propias de cada zona, la pendiente, el clima, la textura, la profundidad, la fertilidad y el sistema de manejo a utilizar. Es indispensable garantizar una buena profundidad de preparación para garantizar buen desarrollo radicular, un buen drenaje para evitar anoxia de raíces en condiciones de mucha lluvia y por último una buena altura de los lomillos para evitar incidencia de enfermedades (Viñan 2022, Arias 2016, Buñay 2017, Mora *et al.* 2018).

Entre las prácticas de manejo a considerar para un adecuado uso de suelo se puede mencionar, siembras a contorno, practicas de mínima labranza, confección de lomillos, camas y eras altas, uso de coberturas plásticas tanto de suelo como de cultivo, rotación de cultivos y un buen drenaje para evitar encharcamiento de aguas (Mora *et al.* 2018, Aker 2018). Para un adecuado manejo de las características químicas del suelo se recomienda realizar análisis químico completo previo a la siembra y realizar la fertilización, encalado e incorporación de materia orgánica en base a los resultados e idealmente complementar la fertilización durante el ciclo del cultivo en base a análisis foliar.

Al realizar el análisis químico de suelo es muy común que, en los resultados el laboratorio indique cuales son los valores óptimos en los que se debería encontrar el suelo, sin embargo, en el siguiente cuadro se brindan referencias para tener en cuenta.

Cuadro 3. Tabla de interpretación de las variables determinadas en un análisis químico de suelo.

Parámetro	Unidad	Bajo	Óptimo	Alto
pH	cmol/L	< 5	6 a 7	> 7
Ca	cmol/L	< 4	6 a 15	> 15
Mg	cmol/L	< 1	3 a 6	> 6
K	cmol/L	< 0,2	0,5 a 0,8	>0,8
Acidez	cmol/L		< 0,3	> 1
S.A.	%		< 10	> 30
P	mg/L	< 12	20 a 50	> 50

Parámetro	Unidad	Bajo	Óptimo	Alto
Fe	mg/L	< 5	10 a 50	> 50
Cu	mg/L	< 0,5	1 a 20	> 20
Zn	mg/L	< 2	3 a 10	> 10
Mn	mg/L	< 5	10 a 50	> 50
B	mg/L	< 0,2	0,5 a 1	> 1
S	mg/L	< 12	20 a 50	> 50
MO	%	< 2	5 a 10	> 10

Relaciones catiónicas	Ca/Mg 2 a 5	Ca/K 5 a 25	Mg/K 2,5 a 15	(Ca+Mg)/K 10 a 40
-----------------------	----------------	----------------	------------------	----------------------

pH en agua.
Ca, Mg y acidez o Al extraíbles con KCl 1M.
P, K, Fe, Cu, Zn y Mn extraíbles con Olsen modificado.
B y S extraíbles con fosfato de calcio.
Materia orgánica (MO) con digestión húmeda.

Fuente: Modificado de Molina y Meléndez 2002.

PH

Al realizar el análisis químico de suelo, un resultado importante es el pH, porque afecta la disponibilidad de los fertilizantes para la absorción de las plantas. Lo anterior mencionado se puede observar en el cuadro 3. Otros indicadores importantes a tener en cuenta es la acidez y el porcentaje de saturación de aluminio (Molina y Meléndez 2002).

Escala pH

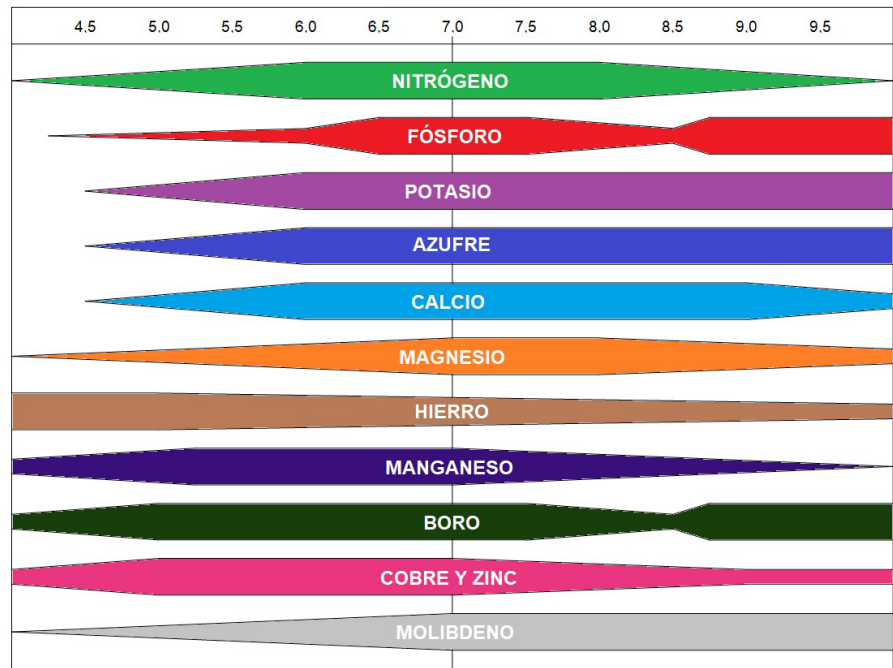


Figura 3. Influencia del pH sobre la disponibilidad de los nutrientes para las plantas.
 Fuente: Modificado de INTAGRI 2018.

Una práctica de manejo adecuada es el encalado, esta labor consiste en incorporar al suelo alguna enmienda durante o luego de la preparación para neutralizar durante un tiempo determinado la acidez causada por hidrogeno y aluminio. Se debe tomar en cuenta que al aplicar una enmienda el tiempo de neutralización en el suelo varía según la composición química y la granulometría o grado de fineza de partículas (%PRNT) de la fuente a utilizar (Molina 2014, Garro 2016).

El porcentaje de Poder Relativo de Neutralización Total (PRNT), indica la velocidad que tiene el material para neutralizar la acidez en un lapso de tres meses. Las partículas más finas con un PRNT alto son las encargadas de neutralizar la acidez en el corto plazo, por otro lado, las más gruesas o bajas tienden a neutralizar acidez en un tiempo más prolongado (Molina 2014).

El carbonato de calcio, también llamado como cal agrícola es la fuente más utilizada por los agricultores en el país, pero existen otras opciones, como la cal dolomita, que, aunque son de mayor costo, al estar constituida por carbonatos de calcio y magnesio, adicionan estos elementos al suelo para luego ser absorbidos por la planta (Molina 2014).

Una formula utilizada para estimar la cantidad de cal a aplicar es la siguiente:

$$CaCO_3(\frac{Ton}{Ha}) = \frac{1.5(\% Sat. Al - PRS)(CICE)}{100} \times \frac{100}{\%PRNT}$$

Donde:
 CaCO₃ (Ton/Ha) = Toneladas por hectárea de enmienda (carbonato de calcio) a aplicar.
 %Sat. Al = Porcentaje de saturación de aluminio del suelo*.
 PRS = Porcentaje de saturación de aluminio que se desea llegar con la aplicación de la enmienda.
 CICE = Capacidad de intercambio catiónico efectiva del suelo*.
 PRNT = Poder relativo de neutralización total de la enmienda a utilizar.
 Fuente: Espinoza y Molina 1999.

FERTILIZACIÓN

Química

La principal forma de absorción por parte de las plantas de chile dulce es por la raíz, por lo que cualquier plan de manejo de fertilización se debe enfocar por esta vía, tomando en consideración las extracciones nutricionales por parte del cultivo en las diferentes etapas fenológicas que se encuentre, el aporte nutricional y la eficiencia del nutriente en el suelo (Bersch 2003).

Otra manera complementaria de nutrir la planta es a través de aplicaciones foliares que pueden ir acompañadas con insecticidas, fungicidas, bactericidas, acaricidas, hormonas y otros (Barrantes 2010). Este tipo de fertilizaciones es muy común para abastecer necesidades nutricionales que requieren las plantas de los elementos menores, como el caso del Hierro, Cobre, Zinc, Boro, Manganeseo y Molibdeno.

En el anexo 2, se adjunta una recopilación de diferentes estudios que se han realizado para determinar las extracciones nutricionales por parte de las plantas, en diferentes sistemas de siembra, a diferentes edades y obteniendo producciones variables. Estas pueden ayudar realizando algunos cálculos a determinar en base a la producción deseada, medio utilizado, producción, variedad y tiempo del cultivo cual es el mejor plan de fertilización a utilizar en base a los resultados del análisis de suelo y la eficiencia de absorción de nutrientes.

Para utilizar estos datos, se debe convertir los nutrientes extraídos por las plantas a las formas de los fertilizantes del mercado (mediante el uso de las equivalencias en el anexo 3), en términos de kilogramos por hectárea. Luego lo que el suelo puede aportar nutricionalmente según el análisis químico, sin tomar en cuenta que todos los nutrientes se pueden utilizar en un 100 % y sin causar desequilibrios entre los nutrientes; igualmente transformar los datos a kilogramos por hectárea y la resta de lo que necesita el cultivo menos el aporte del suelo y multiplicado por la eficiencia absorción (cuadro 3), este resultado indica la cantidad en kilogramos por hectárea a utilizar. El ultimo paso sería definir las fracciones de la fertilización según las momentos y estados fenológicos que la planta requiera.

Cuadro 4. Eficiencia de absorción de los nutrientes por parte de las plantas en condiciones de suelo.

Nutrientes	Porcentaje (%)
N	70
P2O5	35
K2O	80
CaO	60
MgO	60
S	60

Fuente: Modificado de: Bersch 2003 y Berrios *et al.* 2007

Orgánica (compostaje/microorganismos)

Otro aspecto importante de considerar de los resultados obtenidos del análisis químico de suelo es el porcentaje de materia orgánica, ya que su incorporación a través de enmiendas orgánicas mejora, la retención de agua, la estructura, la oxigenación, la estructura física, la fertilidad y la actividad biológica (Garro 2016). Pero antes de realizar abono orgánico, compost, bocashi, vermicompost o adquirir alguno se recomienda tener en consideración los siguientes aspectos:

- Elaborar abono orgánico idealmente con fuentes de residuos de la misma finca o con insumos de bajo costo.
- Elaborar abono orgánico puede resultar muy barato el realizarlo con insumos o restos de cosecha de la misma finca, sin embargo, se debe tener en cuenta que realizarlo demanda mano de obra, espacio y tiempo.
- Incorporar organismos benéficos al abono orgánico, de modo que se faciliten, los procesos de descomposición de la materia orgánica, el enriquecimiento de la diversidad biológica del suelo y/o contribuyan a la sanidad y fertilidad de las plantas y el suelo.
- Tener en cuenta el tiempo que se dura para que el proceso de descomposición haya culminado y el abono esté listo para poderse utilizar.
- Realizar análisis químico al abono a utilizar, con el fin de determinar el aporte de nutrientes que estaremos realizando al suelo y la planta.
- Realizar análisis biológico al abono orgánico, para cerciorarse que lo que estamos incorporando al suelo sean organismos benéficos y no fitopatógenos.

DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

A nivel nacional, el mercado de la semilla híbrida chile dulce está conformado en mayor parte por semilla importada. Para el año 2016 se importaron 11,2 millones de semillas híbridas de chile dulce, lo que equivale a 237,20 kg con un costo de 680 mil dólares (ONS 2016). Para el año 2022 (SEPSA 2023) reporta 18,2 Kg en la importación de semilla.

ZONAS DE PRODUCCIÓN

En Costa Rica, su demanda principal es para consumo como especie, el mercado nacional demanda frutos de punta alargada o cónica y de color rojo (Chavarría 2011). El cultivo es importante en Costa Rica debido a que se siembran alrededor de 500 hectáreas, con una producción de 8533 toneladas y su cultivo se centra principalmente en el Valle Central, en manos de pequeños y medianos productores (SEPSA 2019).

VARIEDADES

Al seleccionar el cultivar se recomienda utilizar un material que se adapte al agroecosistema donde se va a establecer el cultivo y al destino del mercado a vender. Además, se tomar en cuenta el tipo de crecimiento de la planta, están los de tipo determinados y los indeterminados. En el crecimiento determinado la fase vegetativa es detenida por el inicio de la fase de floración y fructificación, es decir, la planta deja de crecer, no produce hojas y no elonga más su tallo al entrar en fase productiva. En las indeterminadas su fase de crecimiento vegetativo es continua durante todo su ciclo, a pesar de entrar en fase de floración y fructificación.

Por otra parte, entre los tipos de chile más producidos en Costa Rica se pueden mencionar, lamuyo o cónico, bell o blocky, habaneros, jalapeños, tabascos y ajíes.

Es importante utilizar semilla certificada, limpia y que además se encuentre registrada ante la Oficina Nacional de Semillas (ONS). En el siguiente cuadro se adjunta la lista de los cultivares comerciales de chile dulce registradas ante la ONS.

Cuadro 5. Lista de cultivares de chile dulce registrados ante la Oficina Nacional de Semillas (ONS) al 2022.

Cultivar	Empresa registradora
9581	AGRICOLA KC DE COSTA RICA
BACHATA RZ	AGRICOLA PISCIS S.A.
BRIGHT STAR	SEMILLAS PARA EL FUTURO LEM S.A.
CALIFORNIA WONDER 300	BIOSEMILLAS S.A.
CAPITAN 748	VILLAPLANTS COSTA RICA SRL
DULCITICO	UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
GARABITO	BIOSEMILLAS S.A.
IGUAZU	ENZA ZADEN BEHEER B.V.
MARLIE	SYNGENTA CROP PROTECTION S.A.
NATHALIE	SYNGENTA CROP PROTECTION S.A.
POLARIS	SEMILLAS PARA EL FUTURO LEM S.A.
PS 1636 4212	TRISAN S.A.
SV 1634 PH	TRISAN S.A.
SV 4215 PH	EUROSUMINISTROS S.A.
SYMPHATY RZ	AGRICOLA PISCIS S.A.
TRIPLE i	EL COLONO AGROPECUARIO S.A.
ZIDENKA RZ	AGRICOLA PISCIS S.A.

Fuente: Oficina Nacional de Semillas (ONS), 2022.

SIEMBRA Y MANEJO DE LA PLANTACIÓN

Los productores de chile dulce en Costa Rica realizan las siembras del semillero en almácigo, existiendo diferentes mecanismos, como lo son: que ellos produzcan su propio almácigo o contraten una empresa a la cual le aportan o le compran la semilla y pagando por la confección y manejo del del almácigo (Jiménez *et al.* 2007). La duración de la plantación puede ser de hasta 6 meses y depende de diferentes condiciones como los son: el cultivar, el clima, el sistema de siembra utilizado (campo abierto o protegido), la fertilización a utilizar, la sanidad y el riego.

ALMÁCIGOS

Es una técnica para realizar la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas para luego ser trasplantadas al sitio a establecer la plantación. Se realiza cuando, las semillas a utilizar son de muy alto valor económico, son muy pequeñas y se dificulta su siembra directa, son muy susceptibles a plagas y enfermedades y cuando se requiera uniformidad en la germinación. Es el método más utilizado actualmente para el chile y se realiza generalmente bajo ambiente controlado mediante la protección de estructuras con mallas o en invernaderos especializados. (Orellana *et al.* 2005).

El almácigo es común realizarlo en bandejas, de plástico de polietileno, de 128 celdas e idealmente de colores oscuros. Sus celdas se rellenan con sustratos, pueden ser una mezcla de diferentes fuentes como fibra de coco, arena, suelo, granza, abono orgánico y preparados como la turba o Peat moss (Orellana *et al.* 2005). Es importante tener en cuenta que se debe utilizar un sustrato libre de plagas y enfermedades, por lo que es recomendable desinfectarlo. El sustrato a utilizar debe ser, de fácil adquisición, económico, con buena retención de humedad, buena aireación y que permita un buen sostén de la planta.

En cada celda de la bandeja se rellena con sustrato previamente humedecido, luego se realizan los orificios para colocar una o dos semillas, según se requiera en cada hoyo, la cual no debe depositarse a una profundidad no mayor a tres veces el tamaño de la semilla. El almácigo se debe dejar en un lugar de completa oscuridad y con una temperatura alta para ayudar a la germinación de la semilla (aproximadamente de 5 a 12 días). Se debe estar pendiente de la germinación del almácigo, para retirarlo de la oscuridad y colocarlo a la luz. Es importante procurar que no se seque el sustrato, por lo que se debe regar con agua hasta que la plántula tenga las dos primeras hojas verdaderas.

Se puede fertilizar con solución nutritiva completa o fertilizante foliar con concentraciones que no superen los 0,5 mS/cm hasta llegar a los 1,5 mS/cm, para evitar quemaduras de follaje y pelos radiculares. Tener en cuenta un manejo fitosanitario de las plántulas, debido a que son muy susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. La plántula estará disponible para trasplantarse aproximadamente entre los 25 y 35 días o cuando alcanza un desarrollo de 3 a 4 hojas verdaderas (Orellana *et al.* 2005, Moreno *et al.* 2011, Campos y Arguedas 2017, Retana 2015, Pino *et al.* 2018).



Figura 4. Almácigo de cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.), en Florencia de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2018.

TRASPLANTE

Las plántulas provenientes del almácigo se colocan en el punto de siembra (hoyo) previamente establecidos y según la densidad a sembrar. La siembra se debe realizar en horas frescas para evitar un mayor estrés. Una práctica muy utilizada es agregar en el fondo del hoyo de siembra abono alto en fósforo y/o abono orgánico, cubrirlo con una pequeña capa de suelo o sustrato y luego colocar la planta, con el fin de que las raíces no queden en contacto directo con el fertilizante y así propiciar el desarrollo inicial de la planta. Esta fertilización también se puede hacer una semana después del trasplante cuando el desarrollo radicular de la planta está más avanzado, pero con el inconveniente que se debe hacer un nuevo hoyo al lado de la planta e idealmente cubrirlo con el suelo (Jiménez *et al.* 2007, Arias 2016 y Barrantes 2010).

SISTEMA DE CULTIVO

El chile dulce se siembra en terrenos propios, alquilados o prestados, en asocio con otros cultivos, en monocultivo ya sea a campo abierto o en ambiente protegido, en forma convencional u orgánica (Jiménez *et al.* 2007).

Cuando se siembra en asocio con otros cultivos, el productor adecua el terreno para el posterior trasplante, sin usar maquinaria, se utiliza la mínima labranza, no se requiere remover el suelo y si se aplica herbicida solamente donde hay residuos de malezas. La siembra a campo abierto se realiza principalmente en época seca por la humedad relativa baja y para evitar la presencia de enfermedades, se debe contar con riego para el cultivo. La siembra semi protegida, consiste en colocar un techo plástico por encima del cultivo para protegerlo de la lluvia con el fin de evitar daños mecánicos que favorezcan la incidencia de enfermedades. El sistema de producción en casa malla o invernadero tiene la ventaja de que se puede sembrar durante todo el año, se disminuye el ingreso de plagas y enfermedades, protege el cultivo y se puede sembrar en suelo o en sustrato (Mora *et al.* 2018).



Figura 5. (A) Asocio de cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) con café (*Coffea arabica*), en San Juan de Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica. (B) Plantas de chile dulce para investigación bajo sistema de invernadero en San José, Costa Rica. 2022.

PREPARACIÓN DEL MEDIO DE SIEMBRA

Cuando el cultivo se va a establecer en suelo, lo primero que se hace es la preparación del suelo utilizando tracción animal o mecánica para arar, desmenuzar y alomillar el suelo, a veces se aprovecha estas labores para incorporar materia orgánica y/o encalar. La confección de lomillos se puede hacer con maquinaria, pero también con personal a pala. Las siembras suelen ser a contorno y sin cobertura vegetal. Sin embargo, es común observar diferentes grados de erosión hídrica provocada por el agua de esorrentía en siembras a campo abierto o semiabierto (Barrantes 2010, Orellana *et al.* 2005).

El establecimiento del cultivo se recomienda sobre lomillos, principalmente cuando se siembra en campo abierto o sistemas semi protegidos. Comúnmente los lomillos deben superar los 30 cm de altura y la distancia entre lomillos varía dependiendo de la densidad a utilizar. En época lluviosa, se recomienda realizar los lomillos a mayor altura y aumentar su distancia entre ellos para promover la aireación en el cultivo y evitar la acumulación de agua alrededor de las raíces (Mora *et al.* 2018).



Figura 6. Distancia del lomillo utilizada para el chile dulce en San Rafael de Alajuela, Alajuela Costa Rica. 2022.

En caso de siembras en sistemas protegidos o semi protegidos con uso de medios de siembra, primero se debe desinfestar el sustrato y los contenedores en caso de haber sido reutilizados. El sustrato se debe descompactar, retirar residuos de cosecha y solarizar, los contenedores o macetas se deben lavar con algún producto y en caso de utilizar sustrato nuevo este se debe hidratar previo a rellenar el contenedor o a realizar la mezcla con otros materiales a utilizar, porque por lo general la turba y la fibra de coco se adquieren deshidratadas y comprimidas.

DENSIDAD

Las distancias de siembra a campo abierto oscilan entre 0,70 a 1,20 metros del centro de un lomillo al otro y entre plantas de 0,25 a 0,60 metros. Las densidades van desde las 14 000 a las 35 000 plantas por hectárea. Las distancias en ambientes protegidos, entre plantas puede ir desde los 0,25 metros hasta los 0,40 metros y entre hileras de 1,20 a 1,60 metros (Viñan 2022, Arias 2016, Soto 2019, Monge *et al.* 2022, Jiménez *et al.* 2007, Mora *et al.* 2018, Orellana *et al.* 2005)

RIEGO (SISTEMAS DE RIEGO) Y DRENAJE

El método de riego más común utilizado en Costa Rica para el cultivo de chile dulce es el de riego por goteo. Este consiste en conducir el agua a través de tuberías plásticas de las cuales pueden derivarse en cintas de riego con un emisor integrado, que pueden emitir diferentes caudales de agua y según la necesidad del productor o bien derivarse en mangueras con goteros de diversos caudales que riegan las plantas de una manera aun más localizada. Este sistema se caracteriza porque se puede dosificar la planta de manera más precisa según las necesidades de evapotranspiración, sin embargo, la inversión inicial es alta.

El calculo de riego siempre va a depender de la evapotranspiración del cultivo (ET_c), el cual varía de una localidad a otra y se obtiene del resultado de multiplicar la evapotranspiración de referencia (ET_o) por la K_c, que es un coeficiente del cultivo, siendo este particular para cada cultivo y etapa fenológica en la que se encuentra (Soto 2019). Para las K_c, los valores recomendados por (Allen *et al.* 2006 y Soto 2018) son de 0,6 para etapas iniciales, 1,05 para etapas intermedias y 0,9 para etapas finales del ciclo del cultivo (Allen *et al.* 2006 y Soto 2018). En el caso de la ET_o, se determina mediante un tanque evaporímetro o los datos brindados por una estación meteorológica. Al obtener de resultado la ET_c, se sabe cuánta agua requiere la planta por día y este se transforma una lámina diaria a aplicar. La frecuencia de riego se puede obtener de la necesidad de agua por parte de planta (ET_c en mm/día) dividida entre la capacidad de retención de agua por parte del suelo o sustrato.



Figura 7. Sistema de riego localizado en invernadero para el cultivo de chile dulce, en Peñas Blancas de San Ramón, Alajuela Costa Rica. 2022.

FERTIRRIGACIÓN

La técnica de fertirriego consiste en aplicar los fertilizantes a través del riego tomando en cuenta parámetros del agua como la dureza, el pH y la conductividad eléctrica. La solución nutritiva final a llegar a la planta debe medirse la conductividad eléctrica y el pH. El pH del agua a utilizar para fertirriego debe de encontrarse idealmente en un rango cercano a 7 para que todos los elementos se encuentren disponibles para la planta. En el caso de la conductividad eléctrica, indica la concentración relativa de los nutrientes, se determina en mS/cm ó dS/m, el rango va a depender de la etapa que se encuentre la planta, en etapas de almácigo se puede iniciar una vez que tengan hojas verdaderas en 0,5 mS/cm y puede incrementarse hasta los 2,5 mS/cm.

Existen múltiples formulaciones para realizar soluciones nutritivas (SN), así como soluciones nutritivas completas ya preparadas y en el mercado existen muchas fuentes de fertilizantes solubles para realizar el fertirriego.

Cuadro 6. Fertilizantes con aporte de macronutrientes que se pueden localizar en el mercado de Costa Rica para preparar solución nutritiva.

Fertilizante	Formula química	Aporte	Peso molecular (g/mol)	Equivalentes
Ácido nítrico	HNO ₃	Nitrato y ácido	63,0	1
Nitrato de calcio	Ca (NO ₃) ₂	Nitrato y calcio	226,1	2
Nitrato de potasio	KNO ₃	Nitrato y potasio	101,1	1
Nitrato de amonio	NH ₄ NO ₃	Nitrato y amonio	80,0	1
Nitrato de magnesio	Mg (NO ₃) ₂ 6(H ₂ O)	Nitrato y magnesio	256,4	2
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	Sulfato y potasio	174,3	2
Sulfato de magnesio	MgSO ₄ 7(H ₂ O)	Sulfato y magnesio	246,5	2
Fosfato monoamónico	NH ₄ H ₂ PO ₄	Fosfato y amonio	115,0	1
Fosfato monopotásico	KH ₂ PO ₄	Fosfato y potasio	136,1	1
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	Fosfato y ácido	98,0	1

Fuente: Modificado de: Santos y Ríos 2016.

En el siguiente cuadro se pueden apreciar fertilizantes con aportes de elementos menores utilizados en fertirriego, también se pueden conseguir fertilizantes que aportan todos los elementos menores en diferentes concentraciones y que son solubles y también se puede encontrar estos en formas quelatadas.

Cuadro 7. Fertilizantes con aporte de micronutrientes que se pueden localizar en el mercado para preparar solución nutritiva.

Elemento	Fertilizante	Formula
Boro	Tetraborato de sodio	(Na ₂ B ₄ O ₇)
Boro	Ácido bórico	(H ₃ BO ₃)
Cobre	Sulfato de cobre	(CuSO4.5H ₂ O)
Manganeso	Sulfato de manganeso	(MnSO4.H ₂ O)
Zinc	Sulfato de cinc	(ZnSO4.7H ₂ O)
Molibdeno	Molibdato de sodio	(Na ₂ MoO4.2H ₂ O)
Molibdeno	Heptamolibdato amónico	((NH ₄) ₆ Mo7O24)

Fuente: Modificado de: Santos y Ríos 2016.

En el siguiente cuadro se presenta una propuesta de solución nutritiva universal para ser utilizada en el cultivo de chile dulce en Costa Rica, para preparar una cantidad de 1000 litros de agua y con una conductividad final de 2 mS/cm. Tomar en cuenta las incompatibilidades del nitrato de calcio con los demás fertilizantes, sin embargo, si se realiza adecuadamente la solución no se deben presentar precipitados que puedan obstruir el sistema de riego. Se recomienda realizar una premezcla de cada fertilizante aparte y una vez que se encuentre disuelto se incluye al tanque, al agregar al tanque se debe agitar con cada uno de los fertilizantes.

Cuadro 8. Cantidad en gramos de sales para realizar la solución nutritiva completa para un volumen de 1000 litros de agua y conductividad de 2 mS/cm.

Sal mineral	Cantidad (g)
Nitrato de calcio	955
Sulfato de magnesio	520
Nitrato de potasio	640
Fosfato monoamónico	120
Nutrex micros	15
Ácido bórico	10
Sulfato de zinc	10

Fuente: Modificado de Hoagland y Arnon 1938 y Lizano 2020.

TUTORADO

Estas labores se realizan para proveer a la planta de un soporte o punto de apoyo a medida que se avanza en el desarrollo y evitar quebraduras de ramas por el peso de los frutos, es especialmente importante en cultivares de tipo indeterminado cuya altura supera los 1,20 m de altura ya que la producción de la planta es capaz de agobiarla.

Se utilizan desde reglas sobrantes de aserraderos, bambú, caña brava y caña india. El material debe usarse al menos en dos cosechas para que resulte rentable. Al final de la

hilera de siembra se ponen los postes más gruesos y firmes para que sirvan de apuntalamiento. Los postes son enterrados a lo largo del lomillo a 0,5 m y sobresalen entre 1,8 m y 2,5 m de altura, dependiendo de los cultivares y con un distanciamiento no mayor a 3 m entre uno y otro poste en cada hilera (Barrantes 2010, Pino *et al.* 2018, Starke Ayres. s.f., Mora *et al.* 2018, Jiménez *et al.* 2007, Viñan 2022).

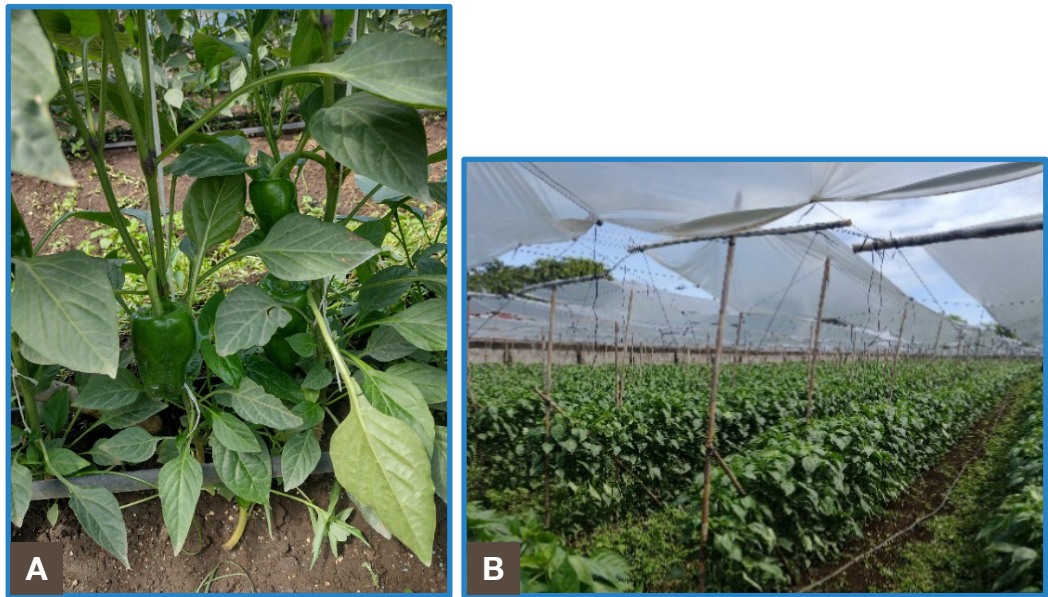


Figura 8. Amarra (A) y (B) sistema de tutorado y cobertura plástica realizada al cultivo de chile dulce, en San Rafael de Alajuela, Alajuela Costa Rica. 2022.

Los postes que se tienden a lo largo del lomillo son unidos entre sí por un cordel de amarre, que servirá de sostén de las plantas. El cordel es de plástico, generalmente se utiliza la cocaleca o piola, debido al menor precio, aguante, resistencia al clima y maniobrabilidad. Algunas veces se ha usado el sistema de prensado de la planta que consiste en tirar dos cuerdas a los lados de la hilera de las plantas de tal forma que queden prensadas y sujetadas, esto con el fin de economizarse el amarre individual que resulta más lento y caro (Barrantes 2010, Pino *et al.* 2018, Starke Ayres. s.f., Jiménez *et al.* 2007, Viñan 2022).

Para amarrar la planta al tutorado se puede usar, pabito, hilos entresacados de sacos, nylon de llantas y cordel plástico. La cantidad de amarres para sostener la planta dependerá de la altura que tenga el cultivar y varían de dos a cuatro. El amarre en invernadero, cuando se utiliza poda de formación, consiste en sujetar cada uno de los tallos seleccionados y se sostiene al sistema de tutorado por medio de un mecate que se va enrollando a la planta conforme va creciendo. Esta labor requiere una mayor inversión en mano de obra con respecto al tradicional, pero se obtiene una mejora en, la aireación de la planta, en el aprovechamiento de la radiación y en la realización de las labores culturales de

poda y cosecha, obteniendo resultados en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Barrantes 2010, Pino *et al.* 2018, Starke Ayres. s.f., Jiménez *et al.* 2007, Viñan 2022).

En época de invierno se acostumbra poner bandas plásticas transparentes sobre los postes del tutorado para proteger de la lluvia. Este se suspende sobre cruces o arcos hechos de metal, madera o PVC y se sostienen por clavos, alambres o amarras a los postes del tutorado. En estos plásticos existe gran variedad, de anchos desde 1 hasta 1,20 metros, calibres y tratamientos de protección a la radiación (Barrantes 2010, Starke Ayres. s.f., Rojas y Paniagua 2015, Jiménez *et al.* 2007, Soto *et al.* 2020, Campos y Arguedas 2017, Chaves y Lacayo 2020, Soto 2019, Viñan 2022).



Figura 9. Sistema de tutorado realizada al cultivo de chile dulce en invernadero, en Aguas Zarcas de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2022. Cortesía de Vinicio Calderón Castro.

PODA

Esta es una práctica que conlleva mano de obra, favorece, el desarrollo vigoroso, la penetración de la luz, el aireamiento y ventilación de la planta, pero a la vez evitando que los frutos queden expuestos a la radiación solar (Pino *et al.* 2018).

La poda fitosanitaria, consiste en eliminar las hojas o partes de la planta con enfermedades con el fin de eliminar presión de inóculo y disminuir el ataque a otras plantas (Orellana *et al.* 2005, Chaves y Lacayo 2020).

Se debe tener en cuenta, un chile debe tener al menos dos hojas para un adecuado desarrollo, utilizar los dedos o tijeras de podas pero con una adecuada desinfección y que las heridas pequeñas sanan más rápido (Starke Ayres. s.f.).

La poda de formación es una labor muy realizada en sistemas de invernadero y consiste en ir dirigiendo la planta de dos hasta cuatro guías o tallos, eliminando una de las dos ramas de cada bifurcación de los tallos principales seleccionados como guía, con el fin de producir frutos de mayor tamaño y aumentar la uniformidad en la calidad de la cosecha. Por último, dejar la planta a libre crecimiento es común encontrarlo en sistemas de campo abierto y semiprotegido, ahorra 75% de los costos de mano de obra, pero tiene la desventaja que aumenta el porcentaje de frutos de segunda (Monge y Loria 2018, Viñan 2022.).

La poda de rebrotes en el tallo principal por debajo de la primera bifurcación, es otra practica que se puede realizar junto con la poda de la primera flor cuando la planta aún no cuenta con buen desarrollo vegetativo o cuando hay floración prematura, con el fin de retrasar un poco la floración y que la planta se pueda desarrollar un poco más para obtener mejores cosechas próximas (Rojas y Paniagua 2015, Chaves y Lacayo 2020).



Figura 10. Planta de chile dulce con poda de brotes basales y poda de formación en invernadero, en Sarapiquí de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022. Cortesía de AMONCI.

PRINCIPALES PLAGAS Y SU MANEJO

El monitoreo de las plagas y enfermedades es fundamental, es importante conocer la biología de la plaga, saber cómo se comporta, en general muchas plagas su ciclo de vida se ve acelerado en épocas de verano con las altas temperaturas, el productor debe basarse en realizar aplicaciones o métodos de control químicos basados en la incidencia de las plagas en el cultivo una vez agotadas otros métodos más amigables. El productor de iniciar el control de las plagas en el siguiente orden, utilizar control cultural al establecer el cultivo, manejo de la fertilización, control físico para las plagas, control etológico, uso de control biológico, proteger y atraer insectos benéficos a su plantación, así como crear barreras alrededor de su cultivo con plantas repelentes, desmalezar, retirar restos de cosecha y cultivos de ciclos anteriores, eliminar restos de cosecha y plantas infestadas de una manera adecuada, el monitoreo de las poblaciones, en base a la incidencia y al sobrepasar el umbral de acción se deben realizar las aplicaciones de fitosanitarios que se encuentren registrados para el cultivo y la plaga, que sean de la categoría toxicológica más baja posible, utilizar las dosis indicadas y respetar el periodo de carencia del producto.

INSECTOS

Picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano)

Coleóptera: Curculionidae

Esta plaga es importante por sus daños causados principalmente en las etapas de floración y fructificación. Se le conoce como picudo o barrenador del chile. El adulto es un escarabajo de color negro, tienen un comportamiento muy activo durante horas frescas del día, su nombre común es característico porque posee un aparato bucal en forma de pico que utiliza para alimentarse de botones florales y brotes tiernos de hojas, además lo utiliza para abrir los agujeros en estados iniciales del fruto, lugar donde la hembra coloca sus huevos. La larva es de color blanco crema, con cabeza café claro y se alimenta de la placenta del fruto. La larva una vez completada sus 3 estadios empupa dentro del fruto, es de color blanco y puede tornar coloraciones un poco más oscuras con forme pasan los días. El fruto afectado por picudo generalmente se cae y presenta un orificio, por el cual el adulto salió, sirviendo este orificio de puerta de entrada a hongos, bacterias y lugares de ovoposición de moscas.

Para su control se recomienda la eliminación total de rastrojos de cosechas, la recolección de frutos dañados y su posterior destrucción. Se han reportado casos exitosos de aplicaciones de algunas cepas de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, considerando que, aplicaciones con productos químicos afectan los efectos de los entomopatógenos, el momento de aplicación y la frecuencia de las aplicaciones desde etapas iniciales preventivas de la plaga. Las producciones bajo ambiente protegido son otra medida para evitar el ingreso de la plaga al cultivo, sin embargo, representan una inversión muy alta para el productor (CATIE 1993, Barba *et al.* 2010, Barrantes 2010, Aker 2018, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 11. Adulto (A), larvas (B), orificio de emergencia de adulto (C) y pupa (D) del picudo del chile dulce, en Santa Ana de Santa Ana, San José, Costa Rica. 2022.

Mosca del chile (*Neosilba* spp.)

Díptera: Lonchaeidae

La mosca adulta es muy activa en horas tempranas del día, es pequeña de color azul verdoso muy oscuro y tornasol. La mosca ovoposita debajo del cáliz cuando el fruto se encuentra en los primeros estadios, los huevos son de color blanco y alargados y se pueden encontrar también sobre el pedúnculo, corolas, invaginaciones del fruto y botones florales. Al eclosionar la larva de color blanco penetra el fruto e ingresa a alimentarse hasta completar su ciclo y puede empujar principalmente dentro del fruto o en el suelo.

Entre los daños principales se puede mencionar que, causan caída y pérdida de frutos y al realizar el agujero en el fruto permite el ingreso de hongos, bacterias y otras moscas causando enfermedades secundarias que inclusive pueden infestar a otras plantas sanas.

En su control se utilizan la erradicación frutos infestados y su destrucción, utilización de cultivos trampa, rotación de cultivos incluyendo el barbecho, manejo de malezas hospederas y producciones bajo ambiente protegido (CATIE 1993 y Mora *et al.* 2018).

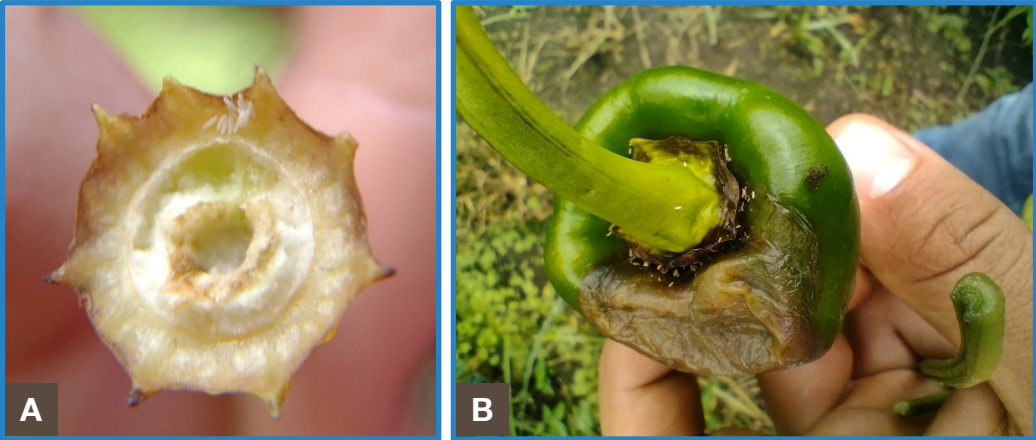


Figura 12. Huevos de mosca del chile dulce en pedúnculo, en Santa Ana de Santa Ana, San José, Costa Rica. 2022.

Áfidos (*Myzus persicae* y *Aphis gossypii*)

Homóptera: Aphididae

Los áfidos son pequeños insectos de cuerpo blando, pueden tener alas, sin alas o vestigios de alas, hay de diferentes colores, verde, café, rojizo, negro o violeta y en la mayoría presentan dos proyecciones en la parte posterior del cuerpo denominadas cornículos. El daño frecuente se debe a que las ninfas y adultos al penetrar los estiletes intracelulares se alimentan de la savia del cultivo y como consecuencia debilitan la planta, producen clorosis, deformaciones, encrespamientos y hasta la muerte de las plantas. Debido a las abundantes excreciones líquidas de algunos pulgones provocan el desarrollo del hongo de la fumagina que interfiere en la fotosíntesis de las hojas. Los áfidos se concentran en el envés de las hojas tiernas y en los puntos de crecimiento. Los áfidos son transmisores de muchos virus, por lo que es conveniente controlarlos aun cuando las poblaciones no alcanzan niveles económicamente importantes.

Entre las medidas de control más recomendadas esta la utilización de depredadores o enemigos naturales como las crisopas y algunos ácaros, la utilización de hongos entomopatógenos, la eliminación de malezas hospederas, usar cultivos trampas, coberturas de suelo plástico para repelerlos, aplicaciones de insecticidas utilizando dosis y periodos de carencia según las instrucciones de uso y la producción bajo condiciones protegidas (CATIE 1993, Barrantes 2010, Orellana *et al.* 2005, Aker 2018, Pino *et al.* 2018 y Mora *et al.* 2018).

Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*)

Homóptera: Aleyrodidae

El estado adulto es la forma más visible de la plaga, tiene aspecto de polilla, es pequeña, de color blanco y con dos pares de alas. Se les puede observar posadas sobre la cara inferior de las hojas, de donde salen volando cuando son perturbados. Entre los daños que ocasionan están que succionan la savia de las plantas y en altas poblaciones producen manchas cloróticas y marchitez presentando zonas amarillas difusas; reduciendo significativamente el rendimiento. Sus deyecciones melosas permiten el desarrollo del hongo negro de la fumagina, el cual reduce la fotosíntesis y mancha los frutos. El principal daño que ocasiona es la transmisión de virus.

En su control se utilizan, la erradicación de plantas enfermas, aplicaciones de hongos entomopatógenos como la *Paecilomyces fumosoroseus* o *Isaria fumosoroseus*, utilización de cultivos trampa, colocación de trampas pegajosas de color amarillo, rotación de cultivos incluyendo barbecho, manejo de malezas hospederas, uso de coberturas en cultivos y uso de almácigos protegidos (CATIE 1993, Barrantes 2010, Pino *et al.* 2018, Aker 2018, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 13. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en San Juan de Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica. 2022.

Minador de hoja (*Liriomyza* spp.)

Díptera: Agromyzidae

La mosca coloca los huevos en la epidermis de la hoja, cuando estos eclosionan, las larvas penetran en las capas celulares de las láminas foliares construyendo galerías conforme ingieren el tejido vegetal. Esta forma de alimentarse de las larvas hace que el daño se observe en las hojas como bandas de color blanco en forma de serpentina, que luego se tornan negras. Cuando el ataque es muy severo, se ve afectados los procesos de fotosíntesis, se origina clorosis, acelerando la caída de las hojas, dejando expuestas las frutas a quemaduras de sol.

El control de esta plaga se dificulta porque las larvas están dentro del tejido de la hoja, protegidas del contacto de los insecticidas. Las poblaciones naturales de parasitoides parecen ser la forma más eficiente para controlar esta plaga, por lo que se recomienda no utilizar insecticidas de amplio espectro y así favorecer el establecimiento de poblaciones de insectos benéficos; además el manejo de hospederos alternos, trampas amarillas, uso de abamectinas respetando dosis y periodos de carencia y el uso racional de fertilizantes nitrogenados (CATIE 1993, Barrantes 2010, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 14. Hoja de chile dulce con daños provocados por minador de la hoja (*Liriomyza* sp.) en San Juan de Santa Barbara, Heredia, Costa Rica. 2022.

Trips (*Frankliniella* sp. y *Thrips tabaci*)

Son insectos pequeños, de cuerpo alargado y de coloración que va de crema hasta café. Se caracterizan por ser muy activos y afectan los puntos de crecimiento de la planta, los botones florales y flores. Estos insectos succionan la sabia para alimentarse, causando lesiones de color blanco ó plateado y deformando las hojas. Son transmisores de virus y pueden causar daños al fruto.

Su control se basa en el monitoreo de las plantaciones para determinar su presencia, la remoción de residuos anteriores de plantaciones, control de malezas y plantas hospederas, el uso de feromonas, trampas adhesivas y aplicaciones de fitosanitarios siempre respetando que el producto se encuentre registrado para su uso en el cultivo, dosis y periodo de retiro (Mora *et al.* 2018 y Pino *et al.* 2018).



Figura 15. Trips en flor de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en San Juan de Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica. 2022.

INSECTOS OCASIONALES O SECUNDARIOS

Estas son plagas que afectan al cultivo de chile dulce bajo ciertas condiciones de clima, zona, época del año. Entre estas se puede mencionar:

Vaquita (*Diabrotica* spp.)

Coleóptera: Chrysomelidae

Estos insectos causan problemas principalmente en estados jóvenes del cultivo, consiste en perforaciones al follaje, causando retrasos en el crecimiento de la planta cuando es muy severo y el ingreso de otras enfermedades debido a las heridas causadas. Además, se pueden alimentar de flores y yemas y también son causantes de transmitir virus de una planta a otra (CATIE 1993 y Aker 2018).

Gusanos (*Spodoptera* spp., *Agrotis* spp., *Pseudoplusia includens*, *Trichoplusia ni*, *Estigmene acrea*, *Heliothis* spp. y *Manduca sexta*)

Lepidóptera

Durante épocas de verano y con altas temperaturas es común observar afectaciones por este tipo de insectos. En los estadios larvales de estos lepidópteros pueden causar defoliaciones severas al cultivo en estados de crecimiento vegetativo retrasando se crecimiento cuando este es muy severo. Además, también algunos pueden causar daños a los frutos cuando se alimentan de estos y otros pueden cortar las plántulas a nivel de suelo. Algunos de estos insectos tienen la particularidad de estar activos durante la noche, el daño se puede observar en la planta y no encontrar la larva debido a que se encuentra camuflada entre la misma planta, en el envés de las hojas o enterrada en suelo o sustrato. Muchas veces si las poblaciones son bajas el control consiste en encontrar y matar manualmente la larva y en caso de tener alta infestación se puede optar por aplicar entomopatógenos como *Bacillus thuringiensis*. Otro método es utilizar el control etológico, a través de feromonas atraer adultos; poner trampas pegajosas en el cultivo, liberaciones de parasitoides y trampas de luz para capturar los adultos (CATIE 1993, Barrantes 2010 y Orellana *et al.* 2005).

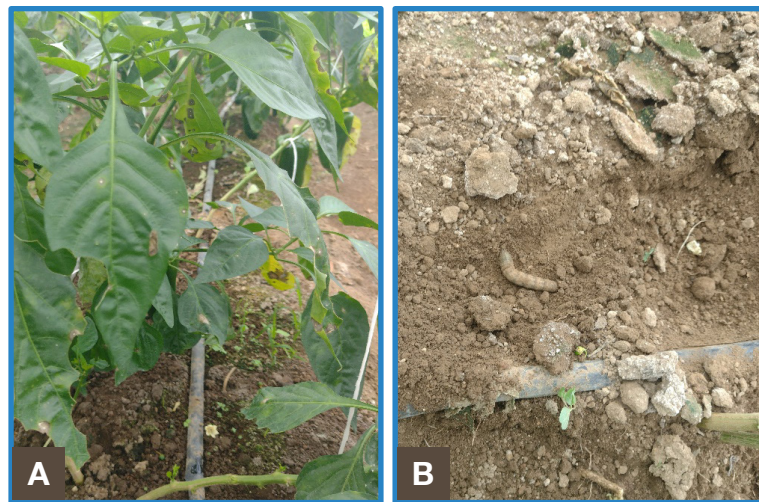


Figura 16. Daños ocasionados por gusanos cortadores de hoja de chile dulce (A) y gusano oculto en suelo (B) en Sarapiquí de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022. Cortesía de AMONCI.

Gallina ciega o Jobotos (*Phyllophaga* spp.)

Coleóptera: Scarabaeidae

La larva tiene forma de “C” de color blancuzco. Estas se alimentan de las raíces de las plantas, dando la planta un aspecto inicialmente clorótico y luego marchita. El daño se presenta generalmente en parches. Para su control se utiliza el control cultural con una buena preparación del suelo para la exposición de huevos y larvas al sol o enemigos naturales. Control físico mediante la colocación de trampas de luz para atrapar los adultos con lo cual se disminuye su oviposición y mediante la aplicación al suelo de entomopatógenos como *Bacillus popilliae* (Barrantes 2010 y Orellana *et al.* 2005).



Figura 17. Larva de gallina ciega en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en San Juan de Santa Barbara, Heredia, 2022.

ÁCAROS

Ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus urticae*)

Acari: Tarsonemidae y Tetranychidae

Las ninfas y adultos extraen la savia de las plantas, prefieren las partes terminales, provocando un encrespamiento o distorsión de las hojas. Las hojas atacadas presentan al envés como si estuviera cubierto por un polvillo blanquecino.

Luego se produce un moteado seguido de un amarillamiento y manchas bronceadas y rojizas en el follaje, defoliación, pérdida de calidad y rendimiento en los frutos. Los síntomas pueden confundirse a los producidos por los virus o algunas deficiencias minerales. Las hojas afectadas muestran alteraciones en su crecimiento, la lámina foliar se reduce y se enrolla, las plantas se tornan raquílicas, pudiendo incluso llegar a morir. Es común encontrar daños en las plantaciones por zonas localizadas, también conocido como daño por parches, el ácaro no es de desplazarse mucho dentro del cultivo por sus propios medios.

En su control se recomienda la utilización de predadores, crisopidos, hongos entomopatógenos y ácaros predadores; aplicaciones de azufre fino, y de acaricidas químicos selectivos abamectinas siempre utilizando productos registrados para el cultivo con las dosis y periodos de retiro indicados (CATIE 1993, Barrantes 2010, Pino *et al.* 2018, Aker 2018, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 18. Daño foliar (A) y ácaro (B) en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en San Juan de Santa Barbara, Heredia, Costa Rica. 2022.

NEMATODOS

Entre los nematodos más importantes en el cultivo de chile están los géneros *Meloidogyne spp.* y otros géneros que pueden llegar a causar importancia económica son *Helicotylenchus spp.*, *Pratylenchus spp.* Estos en su mayoría son capaces de sobrevivir en el suelo, asociados a raíces de plantas hospederas y se diseminan con ayuda del agua, durante las labores culturales y al trasplantar almácigos enfermos. Entre los síntomas más comunes encontramos agallas radicales, severo enanismo, fructificación pobre de las plantas enfermas, plantas cloróticas y marchitas. Los síntomas pueden ser confundidos con deficiencias nutricionales.

En cuanto a su control se recomienda la utilización de cultivares tolerantes o resistentes, uso de almácigos libres de nematodos, la rotación de cultivos, destrucción de los residuos de cosecha y el uso de cultivos trampa (CATIE 1993 y Barrantes 2010).



Figura 19. Nodulaciones en raíz del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) por nematodo *Meloidogyne spp.* en Peñas Blancas de San Ramón, Alajuela, Costa Rica. 2018.

PRINCIPALES ENFERMEDADES Y SU MANEJO

Producir en los trópicos con condiciones climáticas de altas temperaturas y humedad relativas altas y grandes cantidades de precipitación hace que se propicien condiciones idóneas para las enfermedades causadas por hongos y bacterias. Las enfermedades cuentan con capacidades múltiples para mantenerse a través del tiempo y seguir causando infestaciones en los cultivos, estas pueden hospedarse en otros cultivos, malezas, residuos de cosecha, suelo, entre otros. Se pueden prevenir utilizando métodos de control cultural al sembrar los cultivos, control físico, biológico y químico, este último se puede utilizar siempre y cuando se realicen, los monitoreos de las enfermedades y al detectar la incidencia de alguna enfermedad se puede realizar aplicaciones idealmente utilizando fitosanitarios de baja categoría toxicológica, que se encuentren registrados en el país para su uso en el cultivo y contra el patógeno, utilizando las dosis indicadas y respetando los periodos de carencia a la cosecha de la plantación.

CAUSADAS POR BACTERIAS

Marchitez bacteriana (*Ralstonia spp.*)

Ataca desde el inicio de la etapa de crecimiento vegetativo hasta la cosecha y es propiciada por condiciones de alta humedad y temperatura. Sobrevive en el suelo indefinidamente, puede localizarse a profundidades mayores de 0,50 metros y se presenta en gran variedad de hospederos alternos. La planta presenta una marchitez parcial o generalizada. Se observa primero con las hojas bajas y en un lado de la planta, abarcándola luego por completo. Al cortar transversalmente los tallos enfermos, se evidencia un necrosamiento del tejido vascular y exudados densos de color blanco-cremosos al sumergir el tallo cortado en agua.

La bacteria necesita ingresar a través de heridas causadas por insectos, nematodos o por el hombre, luego de ingresar, se aloja en los vasos conductores de la planta y comienza a obstruir el flujo del agua, causando marchitez en las horas de mayor demanda de agua. Se disemina al transportar plantas infectadas del almácigo, por acciones de trasplante, por el salpicado y el arrastre superficial producido por las lluvias, por el agua de riego, por el contacto de raíces sanas y enfermas, por el transporte de suelo contaminado en implementos agrícolas.

En el control de la enfermedad es prácticamente nulo debido a las condiciones favorables para la bacteria en el trópico, se recomienda la rotación cultural durante dos años con especies no susceptibles, el uso de almácigos sanos, la erradicación de plantas enfermas, las aplicaciones de calcio al suelo antes de las siembras, la utilización de lotes no infectados, con buenos drenajes evitando el encharcamiento del agua. Aplicaciones con algunas cepas de *Trichoderma spp.* y *Streptomyces griseoviridis* y durante el tiempo, con el fin de mejorar la diversidad de la microbiológica benéfica del suelo, pueden reducir la incidencia de la enfermedad en el cultivo (CATIE 1993, Barrantes 2010, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 20. Daños ocasionados por *Ralstonia* spp. en chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en Santa Ana Juan de Santa Barbara, Heredia (A) y en San Francisco de Peñas Blancas, San Ramón, Alajuela (B), Costa Rica. 2022.

Bolsa de agua (*Pectobacterium carotovorum*)

Antes denominada como Erwinia. La infección comienza en el pedúnculo y en el cáliz de la fruta. El fruto se marchita y la pudrición dentro del fruto avanza transformando los tejidos en una masa blanda y acuosa. El fruto cuelga en la planta y ocasiona el llamado síntoma de la balsa de agua hasta que se desintegra. Otro síntoma se puede observar en la médula y el sistema vascular de los tallos infectados, pueden mostrar una coloración café. Si se realiza un corte transversal al tallo se observa hueco y con mal olor. Conforme

la enfermedad progresa se observan canchales en los nudos del tallo, causando marchitez y la muerte en esa rama de la planta.

Su mayor incidencia en frutos se presenta al asociarse con el ataque de la mosca *Neosilba* spp., ocasionando la caída prematura de frutos. La enfermedad se presenta desde un inicio de la cosecha y cuando la humedad relativa es alta. Se disemina por el salpique del agua, por la acción de los insectos, por el viento, por labores culturales propias del cultivo como heridas ocasionadas por la cosecha del fruto, la poda o el tutorado y puede sobrevivir en los residuos de cosecha.

En su control se recomienda evitar las heridas o daños de cualquier naturaleza a los tejidos, eliminación de frutos enfermos, la utilización de coberturas plásticas de suelo y cultivo, selección de variedades con baja formación de hombros para evitar acúmulos de agua por lluvia, la desinfección de la herramienta de poda o cosecha, la destrucción de residuos de cosecha, rotación con cultivos, suelos bien drenados, evitar la manipulación de plantas infestadas, si son removidas se debe realizar con cuidado y colocarlas en bolsas para no diseminar la enfermedad y la aplicación de productos cúpricos o bactericidas posteriores a la cosecha, considerando que se encuentren registrados para el cultivo, dosis y periodos de retiro (CATIE 1993, Barrantes 2010, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 21. Daño en fruto de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) conocido como bolsa de agua causado por *Pectobacterium* sp. en San Juan de Santa Barbara, Heredia, Costa Rica. 2022.

Mancha bacteriana (*Xanthomonas* sp.)

Las lesiones se presentan en hojas como, manchas pequeñas, acuosas circulares o irregulares, luego se necrosan con centros de color café y bordes cloróticos delgados, al envés de la hoja se puede observar la lesión con un ligero hundimiento. Cuando el ataque es muy severo las lesiones pueden coalescer que, por lo general se seca y cae, o pueden dejar un orificio. En frutos jóvenes se puede observar de forma circular y de color verde que con el tiempo cambian a color café o negro, elevados y rodeados por un halo acuoso. En el tallo, las lesiones son circulares, de color marrón y se localizan a lo largo del tallo.

Esta enfermedad es capaz de sobrevivir en el suelo asociada a residuos que persisten entre cultivos, malezas y en semillas infectadas. La bacteria se introduce a la planta a través de estomas, heridas causadas por herramientas, insectos, vientos y pulverización a alta presión. Las alta humedad y temperatura propician condiciones idóneas para la proliferación de la enfermedad. Se disemina por el salpicado y arrastre producido por las lluvias o riego, además por semilla infectada.

Preventivamente se puede reducir la incidencia con, la utilización de semillas sanas, un manejo nutricional adecuado, no utilizar riego por aspersión, la utilización de coberturas plásticas, siembra bajo ambiente protegido, rotación de cultivos, control de malezas, un buen drenaje y las aplicaciones de fitosanitarios con cobre considerando que se encuentren registrados para el cultivo, dosis y periodos de retiro (CATIE 1993, Pino *et al.* 2018, Barrantes 2010, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 22. Daño en el envés (A) y haz (B) de la hoja del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) conocido como peca o mancha bacteriana causado por *Xanthomonas* sp. en Sarapiquí de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022. Cortesía de AMONCI.

CAUSADAS POR HONGOS Y PSEUDOHONGOS

Mildiu polvoso (*Leveillula taurica*, *Oidium* sp.)

En esta enfermedad se pueden observar manchas cloróticas en el haz de la hoja, en el envés se pueden mostrar las lesiones de color café y con crecimiento de micelio blanco. Al avanzar la enfermedad las lesiones pueden coalescer y causar defoliación en la planta, exponiendo frutos y pudiendo causar quema de sol. Este hongo es diseminado por las mismas labores realizadas por el hombre, por los insectos y por el viento. La enfermedad puede estar presente en otros hospederos, por lo que es importante realizar labores de deshierbar, estar monitoreando y eliminar rastrojos de otras plantaciones (Mora *et al.* 2018).

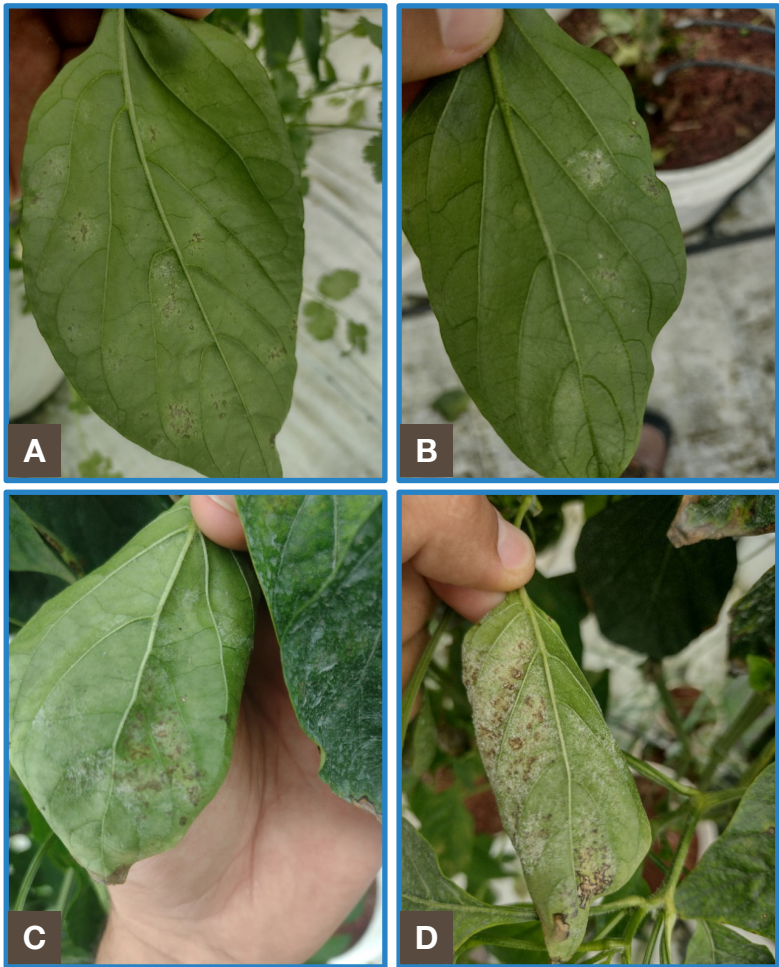


Figura 23. (A, B, C, D) Daño en la hoja del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) conocido como mildiu polvoso en Sarapiquí de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022. Cortesía de AMONCI.

Moho gris (*Botrytis cinérea*)

Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de micelio de color gris creciendo sobre partes de tejido muerto de la planta, en pétalos de flores, frutos y hojas. Su mayor daño se presenta cuando crece sobre tejidos suculentos como los pétalos de las flores y afectar frutos, causado el aborto de estos. Cuando afecta tallos se puede observar como lesiones húmedas que estrangulan causando la muerte, muy similar a los daños causados por mal de talluelo o la muerte descendente. En hojas se presenta como lesiones húmedas, irregulares y bronceadas que luego se pudren y caen. En frutos se observan lesiones como puntos húmedos que luego se hacen grandes y se tornan café o gris.

Este hongo tiene un amplio rango de hospederos y puede sobrevivir en forma de esclerocios, tanto en suelo como, en los residuos de plantaciones anteriores. Se disemina por el viento, la lluvia o el suelo contaminado. El realizar podas sanitarias, así como la aplicación de productos químicos considerando que se encuentren registrados para el cultivo, dosis y periodos de retiro (Mora *et al.* 2018).



Figura 24. Signos en la flor del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) conocido como moho gris en San Francisco de Peñas Blancas de San Ramón, Alajuela, Costa Rica. 2018.

Mal de talluelo

Esta enfermedad puede ser causada por hongos como, *Rhizoctonia spp.*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.* y *Phytophthora capsici* o por un complejo fungoso compuesto por estos. Se presenta antes o después de la emergencia de las plantas. Si se da antes, la plántula no alcanza a brotar del suelo por el ataque del hongo, si es después de la emergencia

hay un estrangulamiento y necrosis de los tejidos de la planta a nivel de suelo, la planta se marchita y puede terminar con la muerte de plantas. Se disemina por el agua y por labores culturales efectuadas en el almácigo y malas labores culturales de preparación en los suelos húmedos y mal drenados en zonas de altas temperaturas. En su control se recomienda la desinfección de los suelos por medio de la solarización, suelos bien drenados, la utilización de almácigos sanos (CATIE 1993, Barrantes 2010 y Orellana *et al.* 2005).

Marchitez fungosa por (*Fusarium oxysporum*)

El hongo produce tres tipos de esporas asexuales, en su micelio que es septado: microconidias, macroconidias y clamidosporas. Puede sobrevivir como clamidospora en el suelo por muchos años. Los síntomas que difieren a esta enfermedad es la caída de las hojas bajas. Los tejidos internos del tallo y la raíz son de color pardo oscuro y las lesiones representan canceres hundidos que van estrangulando el tallo. Otro síntoma característico es el amarillamiento de un solo lado de la hoja, o de la rama, las cuales se marchitan y mueren, quedando pegadas al tallo.

Temperaturas de 33°C y alta humedad en el suelo favorecen el progreso de la enfermedad. El hongo se disemina por el agua de riego, por arrastre superficial ocasionando por las lluvias, por trasplantes y herramientas contaminados. La siembra en lomillos altos ayuda y reduce la diseminación del agente causal. También es importante desinfectar los equipos y herramientas utilizadas en las labores de campo. En su control se recomienda la eliminación de rastrojos y residuos de cosecha, evitar los excesos de humedad en el suelo, utilización de variedades resistentes y mediante la utilización de suelos desinfectados, aplicaciones de hidróxido de cobre y sulfato de cobre considerando que se encuentren registrados para el cultivo, dosis y periodos de retiro (CATIE 1993, Barrantes 2010, Pino *et al.* 2018, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).

Marchitez fungosa por (*Phytophthora capsici* Leonian)

La enfermedad ataca tallos, flores y frutos. Los síntomas presentes son marchitez y en etapas más avanzadas las hojas quedan pegadas a la planta, al igual que los tallos y los frutos.

Este patógeno ocasiona pudrición de las raíces y lesiones de color negro en el tallo. Estas lesiones pueden ser circulares, acuosas y se extienden del suelo hacia la parte aérea del tallo. Las lesiones del tallo pueden volverse de consistencia seca. Las lesiones en la hoja inicialmente son manchas pequeñas con la apariencia de haber sido quemadas con agua

caliente, luego son de color verde oscuro y acuosas, posteriormente se tornan de color café grisáceo con consistencia de papel seco, pueden tener forma circular o irregular. En el fruto se observan puntos acuosos de coloración verde oscuro, que posteriormente se secan y cambian a color a café claro. También, en condiciones de humedad pueden vuelve flácidos y arrugados encontrándose cubiertas de esporangios.

El hongo se favorece por exceso de agua y suelos mal drenados. Se disemina por salpique del agua o por el riego. Se requiere adecuado manejo del agua de riego, la siembra en lomillo alto, el uso de coberturas plásticas, no utilizar semillas contaminadas, eliminación de rastrojos y para el control químico se recomienda la utilización de hidróxido de cobre considerando que se encuentren registrados para el cultivo, dosis y periodos de retiro (CATIE 1993, Barrantes 2010, Pino *et al.* 2018, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).



Figura 25. Fruto de chile dulce afectado por *Phytophthora* spp, en San Juan de Santa Barbara, Heredia, Costa Rica. 2022.

Marchitez fungosa por (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)

La enfermedad se presenta como una marchitez de la planta que progresa rápidamente hasta su muerte. Al observar la base de las plantas se evidencia una podredumbre color café oscura, produciendo un micelio blanco que cubre la superficie de la lesión y en algunos casos se observa el desarrollo de esclerocios de color mostaza, crema o marrones.

El hongo puede persistir por muchos años en el suelo en estado de esclerocios. Se disemina por el agua de lluvia, por el riego, labores culturales, por maquinaria con suelo infectado. Le favorecen los suelos húmedos y con altas temperaturas. Para tratar la enfermedad se recomienda la eliminación de plantas enfermas con el cuidado de no

diseminarla, rotación de cultivos, realizar un buen drenaje y aplicaciones con algunas cepas de *Trichoderma spp.* a través del tiempo y frecuentes tienen resultados efectivos en la prevención (CATIE 1993, Barrantes 2010 y Orellana *et al.* 2005).



Figura 26. Signos de *Sclerotium rolfsii* Sacc. en base del tallo de chile dulce, en Bebedero de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 2021. Cortesía de Roberto Ramírez Matarrita.

Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*)

El hongo generalmente sobrevive como esclerocios en el suelo o asociada a restos de materia orgánica que persisten en el suelo por muchos años. Los síntomas iniciales se pueden ver en las hojas, tallos y frutos, se muestran lesiones acuosas y de color verde oscuro. Luego la lesión del tallo muestra una decoloración del tejido hasta tornarse café generando, marchitez, amarillamiento y necrosis generalizada del follaje. En estados avanzados ocurre un ahuecamiento del tallo con formación de esclerocios negros en su interior. Bajo condiciones muy húmedas aparece un abundante micelio blanco con esclerocios negros de forma y tamaño irregulares.

Se disemina por medio de los esclerocios a través del riego, suelo, personas e implementos de labranza contaminados. En su control se recomienda evitar los excesos de humedad, rotaciones culturales, así como la eliminación de residuos de las plantaciones anteriores. Aplicaciones con algunas cepas de *Trichoderma spp.* a través del tiempo y frecuentes tienen resultados efectivos en la prevención de la enfermedad (Barrantes 2010 y Mora *et al.* 2018).

Mancha cercospora (*Cercospora capsici* Heald y Wolf)

Los síntomas más comunes son la aparición de manchas foliares circulares, las cuales presentan un centro de color gris claro y bordes oscuros. En ataques muy severos hay defoliación y por lo tanto quemaduras de sol en los frutos. Cuando las lesiones se secan, el tejido se cae dejando un hueco en la hoja y reduciendo el área fotosintéticamente activa. Se desarrolla bajo condiciones de alta humedad y temperatura, se presenta con mayor frecuencia en épocas lluviosas, el hongo sobrevive en rastrojos y se disemina por el viento, agua y salpique de la lluvia. En su control se recomienda el uso de semillas limpias y certificadas, los buenos drenajes, la remoción de plantas en campo que presenten la enfermedad, buen espaciamiento entre plantas y la aplicación de productos químicos considerando que se encuentren registrados para el cultivo, dosis y periodos de retiro (CATIE 1993, Barrantes 2010, Orellana *et al.* 2005 y Mora *et al.* 2018).

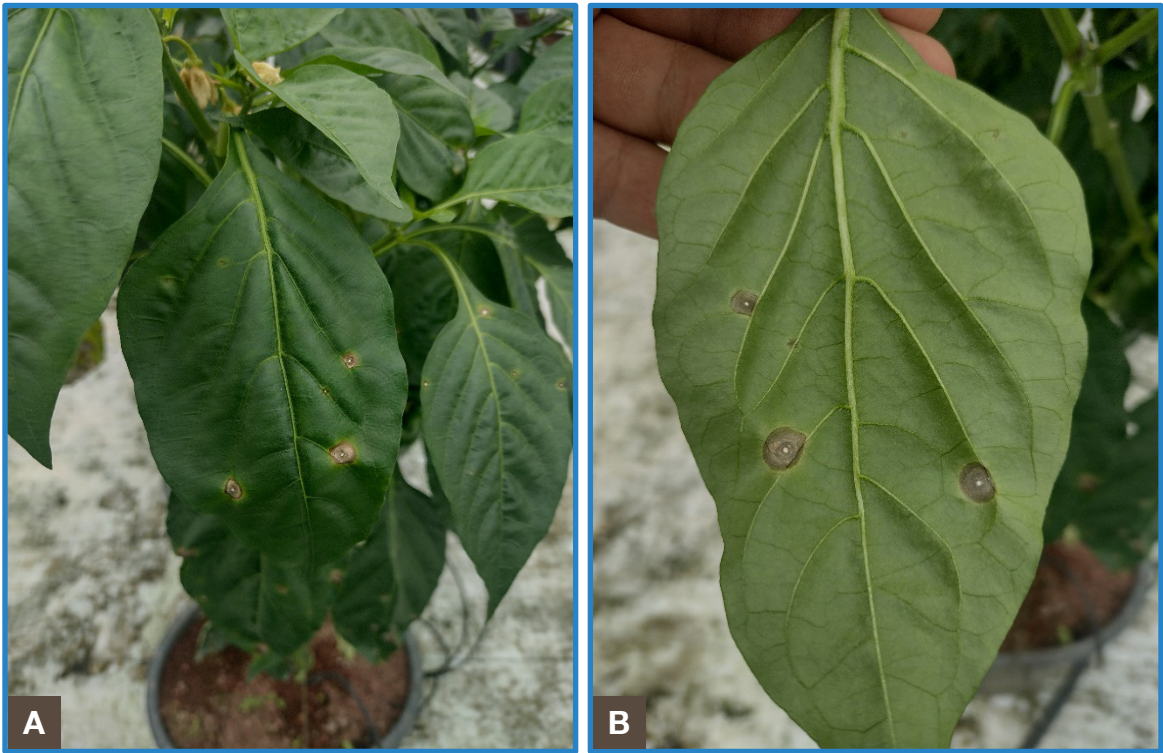


Figura 27. Hoja haz (A) y envés (B) de chile de dulce afectada por *Cercospora capsici* Heald y Wolf, en Sarapiquí de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022. Cortesía de AMONCI.

Antracnosis (*Colletotrichum* spp.)

El hongo sobrevive en el suelo en restos de frutos o tallos. El hongo infecta frutos inmaduros que se encuentran en contacto con el suelo o residuos de plantas, pudiendo permanecer latente hasta la madurez del fruto. Los síntomas en frutos se caracterizan por ser manchas necróticas, circulares, hundidas, húmedas y con una coloración parda oscura en el centro. En las hojas y tallos se pueden observar como puntos pequeños de forma irregular de color gris-café y con borde café oscuro. En zonas muy húmedas aparece un micelio rosado-salmón.

Se disemina por el salpicado y arrastre producido por las lluvias, penetra por heridas ocasionadas por insectos o daños mecánicos y le favorece los climas húmedos. En su control se utiliza la rotación cultural, utilizar drenaje adecuado, la eliminación de plantas o frutos enfermos tan pronto como se observen, utilización de semillas libres del patógeno, las aplicaciones de fitosanitarios considerando que se encuentren registrados para el cultivo, dosis y periodos de retiro (Barrantes 2010 y Mora *et al.* 2018).

CAUSADAS POR VIRUS

Los virus se manifiestan en la planta de diferentes maneras particulares, algunas se pueden mencionar como, malformaciones generalizadas en las hojas y frutos, decoloraciones en forma de mosaicos o moteados, enanismos, clorosis de diferentes tonalidades entre verde, amarillo y morado y acucharamiento o encrespamiento de las hojas.

Entre los virus que afectan al cultivo de chile dulce se pueden mencionar, el virus Y de la papa (PVY), el virus del grabado del tabaco (TEV), el virus del mosaico del tabaco (TMV) y el virus del mosaico del pepino (CMV). Todos los virus son transmitidos por vectores, específicamente insectos, es decir, un insecto se alimenta de una planta hospedera infectada y al trasladarse a alimentarse de una planta sana, le trasmite la enfermedad.

El control de los virus consiste en erradicar plantas enfermas, y controlar las poblaciones de plagas trasmisoras de virus como lo son, los áfidos, trips y mosca blanca. Otro método es la utilización de semilla certificada libre de virus. Y por último, considerar que los virus del tabaco pueden mantenerse en productos manufacturados como los cigarrillos y el tabaco para pipas, por este motivo, los trabajadores que son fumadores son posibles fuentes de transmisión por contacto con la planta de estas enfermedades (CATIE 1993, Barrantes 2010 y Orellana *et al.* 2005).

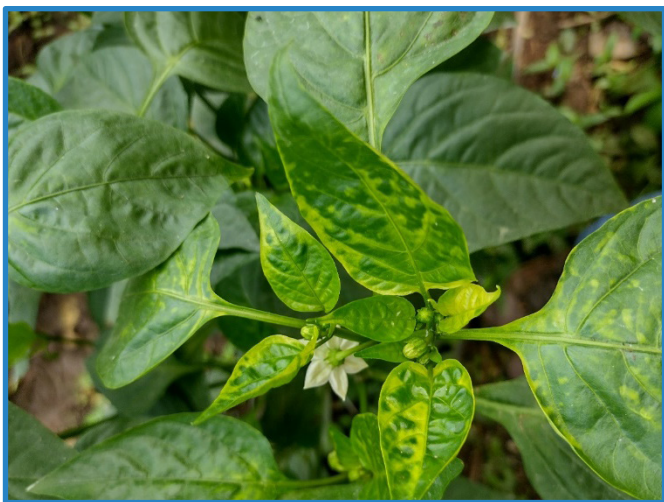


Figura 28. Hojas de chile dulce con sintomatología causada por virus, en San Rafael de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022.

CONTROL DE ARVENSES (MALEZAS)

Las malezas compiten con el cultivo por agua, nutrientes, luz, espacio, pueden producir enzimas que reducen el crecimiento de las plantas y, además pueden hospedar plagas y enfermedades. El periodo más crítico con las malezas es entre el primer mes y medio después de trasplante donde el cultivo se encuentra en periodo de crecimiento (Saavedra 2019, Starke Ayres. s.f., Orellana 2005, Viñan 2022).

Hay muchas maneras de controlar las malezas, utilizado un manejo integrado, iniciando con una adecuada preparación del terreno, utilizando herbicidas preemergentes que no afecten el cultivo, que se encuentren registrados para el chile y en las dosis recomendadas por el fabricante (Saavedra 2019, Pino *et al.* 2018, Starke Ayres. s.f., Orellana 2005, Viñan 2022).

En caso de presentar arvenses cuando se ha establecido el cultivo, se puede realizar manualmente con machete de suelo o pala. También, se puede identificar cual es la mayor población de malezas para seleccionar el herbicida a utilizar que se encuentre registrado para el cultivo y en la dosis recomendada. Por último, las aplicaciones de herbicida se pueden realizar de manera dirigida con campana o mechero en horas muy tempranas de poco viento para que no afecte el cultivo (Saavedra 2019, Pino *et al.* 2018, Orellana 2005, Buñay 2017, Calderón 2022, Arias 2016, Viñan 2022).

Otra medida utilizada por los productores es el uso de cobertores de suelo (mulch), que, además ayuda a la temperatura de suelo, a mantener la humedad, evita el salpique de la lluvia y mejora la eficiencia de uso del agua y los fertilizantes. Es recomendable utilizar coberturas de color oscuro por debajo para evitar que los rayos solares penetren con el fin de impedir el crecimiento de las malezas y por encima colores blanco o plateado que refleje la luz para favorecer la dispersión de la luz en la planta (Saavedra 2019, Pino *et al.* 2018, Aker 2018, Starke Ayres. s.f., Orellana 2005).



Figura 29. Control de malezas manual (chapia) en el cultivo de chile, en San Rafael de Alajuela, Alajuela, Costa Rica. 2022.

COSECHA

Los días a cosecha pueden variar entre cultivares e inicia cuando el fruto cambia su color de verde brillante a verde opaco intenso, en los chiles tipo determinados tiende a concentrarse entre 2 a 5 cosechas, en el caso del tipo indeterminado se pueden realizar múltiples cosechas durante el ciclo dependiendo del sistema de producción y la sanidad del cultivo. Conforme aumenta el número de cosechas el tamaño y la calidad del fruto disminuye (Aker 2018, Starke Ayres. s.f., Buñay 2017, Arias 2016, Viñan 2022, Jiménez *et al.* 2007)

Para esta labor se puede utilizar tijeras de podar, sin embargo, es indispensable desinfectarlas en cada corte que se realiza con el fin de evitar el ingreso de enfermedades por las heridas causadas. Otra manera es realizándolo manualmente, se quiebra el pedúnculo del tallo con el cuidado de no quebrar el tallo y causar una herida mayor. Se aconseja la aplicación posterior a la labor de algún fungicida - bactericida tomando en cuenta

la dosis y los días de retiro a la próxima cosecha y dirigido a las zonas de herida con el fin de evitar enfermedades (Aker 2018, Viñan 2022, Jiménez *et al.* 2007)

Los chiles son colocados a la sombra, con buena ventilación, en tinas o cajas de plástico que son apilables, cada caja puede contener 120 a 140 chiles de la calidad primera aproximadamente y luego son limpiados y seleccionados por los criterios de calidad del mercado regional. Por último, se pueden almacenar en cámaras de frío (5°C) y con baja humedad relativa (70%) hasta por dos semanas (Aker 2018, Starke Ayres. s.f., Orellana 2005, Viñan 2022, Jiménez *et al.* 2007)

Los criterios que definen la calidad en chile dulce en el mercado nacional son: el tamaño y la forma, siendo lo ideal que los frutos estén bien formados, es decir, con la forma típica del cultivar y en el caso de Costa Rica, el chile se prefiere de forma cónica y alargada, características de tipo “lamuyo” o de punta cónica. Por el color, se prefiere cuando el fruto ha alcanzado la madurez fisiológica para el consumo o cuando presenta veteados rojos con verde (“pintón”): por apariencia, que sea lisa, sin costras u otros daños importantes. Además, los frutos no deben presentar enfermedades, quemaduras de sol, daños por insectos, magulladuras, residuos vegetales ni de agroquímicos (Cerdas 2005).

Cuadro 7. Parámetros a considerar para la calidad del chile dulce tipo cónico en el mercado de Costa Rica.

Criterios	Primera (Grande)	Segunda (Mediano)	Tercera (Pequeño)
Unidades por caja (Aprox)	140	245	350
Largo del fruto (cm)	Mayor a 15	De 10 a 15	Menor a 10
Curvaturas, deformaciones	Sin curvaturas	Leves	Deformes
Daño mecánico, por plagas y enfermedades	Ninguno	Ninguno	Pocos
Deshidratación	Ninguno	Ninguno	Leve
Manchas, cicatrices o quema de sol	Ninguno	Menor a 1 cm²	Mayor a 1 cm²
Estrías o hendiduras	Ninguno	Menor a 3 cm	Mayor a 3 cm
Pudrición	Ninguno	Ninguno	Leve
Mal corte de pedúnculo	Ninguno	Ninguno	Pocos
Verde cele o sobre maduro	Ninguno	Pocos	Pocos

Fuente: Modificado de Jiménez *et al.* 2007, Reglamento Técnico RTCR 399 2006, Monge y Loría 2018, Elizondo y Monge 2016, Monge *et al.* 2022.

COSTOS

Cuadro 8. Costos e ingresos, distribución porcentual de los costos de producción y relación beneficio/costo para el cultivo de chile dulce en Costa Rica bajo diferentes modalidades de sistema de cultivo según área de siembra y trayendo el monto al valor actual utilizando tipo de cambio del dólar (640 colones).

Rubro	Convencional (10000 m2)1	Invernadero (1000 m2)2	Invernadero (-)3	Invernadero (1650 m2)4
Mano de obra	47,23%	48,15%	43,68%	63,16%
Plantas	-	9,97%	3,52%	3,45%
Insumos	45,60%	25,60%	22,52%	16,09%
Materiales y otros	7,17%	16,29%	25,60%	8,45%
Servicios y otros	-	-	4,68%	8,85%
Egresos (millones)	¢13,14	¢2,13	-	¢4,06
Ingreso (millones)	¢15,95	¢4,76	-	¢4,29
Relación Beneficio/costo	1,21	2,23	1,63	1,06

Fuente: Modificado de ¹SEPSA 2021, ²Jiménez *et al.* 2007, ³Madriz 2019, ⁴Martínez 2003.

LITERATURA CITADA

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2021. Modelo de Costos de Producción de Chile Dulce en Costa Rica. En línea. Disponible en: http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/CostosProduccion/Documents/CHILE-DULCE_CentralOriental_2021.pdf. Consultado el 7-9-2022.

Madriz, J. 2019. Análisis agroeconómico del cultivo protegido hidropónico de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en dos zonas de la región huetar norte de Costa Rica. Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 72 p.

Martínez, E. 2003. Estudio de Costos de Producción para el Cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*) bajo invernadero en la localidad de Pejibaye. Informe de Práctica de Especialidad para optar al título de Ingeniero Agropecuario Administrador. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 74 p.

Reglamento Técnico RTCR 399, 2006. Chile dulce para consumo en estado fresco. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 28 mayo 2007. En línea. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2007/de-33828.pdf>. Consultado el 25-8-22.

Aguirre, K. 2016. ARP de semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) para la siembra originarias de Guatemala, Vietnam y Corea Del Sur. Tesis pregrado, Quito, Universidad Central del Ecuador.

Aker, C. 2018. Producción de chiltoma Nathalie bajo estructuras protegidas con enfoque en MIC. Guía técnica N°5. Rikolto, Managua, Nicaragua. 95 p.

Allen, R.; Pereira, I.; Raes, D.; Smith, Y. 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO N° 56. Riego y drenaje. Roma, Italia. FAO.

Arias, R. 2016. Respuesta agronómica de cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos. Tesis pregrado. La Maná, Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi. 96 p.

Azam, M; Noman, M; Abbasi, N. A; Ramzan, A; Imran, M; Hayat, A; Abbas, H; Akram, A. 2016. Effect of Foliar Application of Micro-nutrient and Soil Condition on Growth and Yield of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). Science, Technology and Development, 35(2): 75-81.

Azofeifa A.; Moreira M. 2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum* CV. UCR 589) en Alajuela, Costa Rica Agronomía Costarricense, 29 (1): 77-84.

Barba, A.; Aguilera, V.; Hirano, M. y Gordón, R. 2010. Manejo integrado de *Anthonomus eugenii* Cano (Coleóptera: Curculionidae) en el cultivo de Ají. Boletín técnico. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Panamá. 24 p.

Barrantes, L. 2010. Manual de recomendaciones en el cultivo de chile, pimentón o ají (*Capsicum* sp.). MAG/INTA, San José, Costa Rica. 28p.

Barrantes, L. 2010. Manual de recomendaciones en el cultivo de chile, pimentón o ají (*Capsicum* sp.). Mesén, M.; Ramírez, L. (eds.). San José, Costa Rica. MAG/INTA. 28 p.

Berrios, M.; Arredondo, C.; Tjalling, H. 2007. Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimienta. SQM, Cropkit, 104p.

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 307 p.

Buñay, C. 2017. Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) Var. Verde, bajo las condiciones climáticas del cantón General Antonio Elizalde (Bucay) provincia del Guayas. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Cumandá, Ecuador. 61p.

Calderón, J. 2022. Evaluación de la aplicación de silicio en el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en San Vicente de Pusir, Carchi. Tesis pregrado. Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte. 96 p.

Campos, R.; Arguedas, C. 2017. Crecimiento, producción y extracción nutricional en los cultivos protegidos de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) utilizando dos soluciones nutritivas en Santa Clara, San Carlos, Costa Rica. Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 105 p.

Campos-Ocampo, M. 2009. Efecto de la inoculación de sustratos con *Trichoderma spp.* sobre el crecimiento y producción de plantas de chile dulce (*Capsicum annuum*) Linn, bajo ambiente protegido. Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 106 p.

Campos-Ocampo, M. 2009. Efecto de la inoculación de sustratos con *Trichoderma spp.* sobre el crecimiento y producción de plantas de chile dulce (*Capsicum annuum*) Linn, bajo ambiente protegido. Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 106 p.

Casilimas, H; Monsalve, O; Bojaca, C; Gil, R; Villagrán, E; Arias, L y Fuentes, L. 2012. Manual de Producción de Pimentón bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (1 ed.). Editorial Gente Nueva.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 168p.

Cerdas, M. 2005. Estudio de caracterización de chile dulce: cosecha veranera 2005 para desarrollo del reglamento técnico de chile dulce. Dirección de Calidad e Inocuidad Agroalimentaria, Consejo Nacional de Producción. San José, Costa Rica. 14 p.

Cerdas, M. 2005. Estudio de caracterización de chile dulce: cosecha veranera 2005 para desarrollo del reglamento técnico de chile dulce. Dirección de Calidad e Inocuidad Agroalimentaria, Consejo Nacional de Producción. San José, Costa Rica. 14 p.

Charlo H, Oliveira SF, Vargas PF, Castoldi R, Barbosa JC, Braz LT. 2012. Accumulation of nutrients in sweet peppers cultivated in coconut fiber. Horticultura Brasileira 30(1): 125-131.

Chavarría, A. 2011. Eficiencias de tres dosis de fertilizantes de las fuentes hidrosoluble, granulado convencional y liberación lenta en la producción de chile dulce (*Capsicum annum*) cv Nathalie en Invernadero, en Cartago, Costa Rica. Tesis Maestría, San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 182 p.

Elizondo, E y Monge, J. 2017. Evaluación de calidad y rendimiento de 12 genotipos de chile dulce (*Capsicum annum* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. Tecnología en Marcha. 30(2): 36-47.

Elizondo, E; Monge, J. 2016. Caracterización morfológica de 12 genotipos de chile dulce (*Capsicum annum* L.) cultivados en invernadero en Costa Rica. Tecnología en Marcha, 29(3): 60-72.

Escalante, R. 2014. Estudio situacional: procesamiento y conservación de frutas y hortalizas. INA (Instituto Nacional de Aprendizaje). Alajuela, Costa Rica. 88 p.

Espinoza, J.; Molina, E. 1999. Acidez y encalado de los suelos. International Plant Nutrition Institute. INPOFOS, Quito, Ecuador. 46 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. Datos centrales de producción (En línea). Consultado el 26 de abr. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

Garro, J. 2016. El suelo y los abonos orgánicos. INTA, San José, Costa Rica. 106 p.

Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. 1938. The water culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circulation, 347, 32.

INTAGRI. 2018. Disponibilidad de Nutrientes y el pH del Suelo. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 113. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p. Consultado en línea : <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrientes-y-el-ph-del-suelo>. Consultado el 22-06-2022.

ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2022. *Capsicum* (en línea, sitio web). Consultado 13 jun. 2022. Disponible en https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30491#null.

Ix, J; Latournerie, L; Pech, A; Pérez, A; Tun, J; Ayora, G; Mijangos, J; Castañón, G; López, J; Montes, S. 2013. Valor agronómico de germoplasma de chile dulce (*Capsicum annum* L.) en Yucatán, México. Universidad y Ciencia, 29(3): 231-242.

Jiménez, U; Campos, H; Ramírez, J; Marín, S; Barrantes, L; Carrillo, M. 2007. Agrocadena regional cultivo chile dulce (En línea). San José, Costa Rica, MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). Consultado el 26 abr. 2018. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-4281.pdf>.

Lizano, R.D. 2020. Cultivo hidropónico NFT de lechuga (*Lactuca sativa* L.: Asteraceae) con diferentes cultivares, soluciones nutritivas y microorganismos benéficos en ambiente protegido en Santa Clara, San Carlos. Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 84 p.

Medina, G; Mena, J; Ruiz, J.A; Rodríguez, V.M; Soria, J. 2017. El cambio climático afecta el número de horas de los rangos térmicos del chile en el norte-centro de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(8): 1797-1812.

Molina, E. 2014. Acidez de suelos y uso de enmiendas. Nota técnica #1. CIA. UCR, San José, Costa Rica. 7 p.

Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.

Monge, E.; Loria, M. 2018. Producción de chile dulce (*Capsicum annum*) en invernadero: efecto de densidad de siembra y poda. Revista Posgrado y Sociedad. 16(2):19-38.

Monge, J.; Elizondo, E.; Loría, M. 2022. Correlación y análisis de coeficiente de sendero en chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivado bajo invernadero. Tecnología en Marcha. 35(1):128-139.

Mora, J; Echandi, C; Barrantes, L. y Bonilla, K. 2018. Manual técnico basado en experiencias con el híbrido “Dulcítico” (*Capsicum annuum*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, C.R. 80 páginas.

Morales, J. 2013. Evaluación de la producción y calidad de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv “Cannon” Obtenido mediante biofertilización. Tesis postgrado, Santiago de Querétaro, Ecuador, Universidad Autónoma de Querétaro.

Moreno, E.; Mora, R.; Sánchez del Castillo, F. y García-Pérez, V. 2011. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. Revista Chapingo Serie Horticultura, 17(2): 5-18.

Navarrete, C. 2019. Estudio de 3 niveles de fertilización química y su efecto en el comportamiento agronómico de 2 híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo las condiciones agroclimáticas en el cantón Ibarra. Tesis pregrado, Ibarra, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.

Obregón, V. 2016. Guía para la identificación de las enfermedades de pimiento en invernadero. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (En línea) Consultado el 1-07-2022. Disponible: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-guia_identificacion_de_las_enfermedades_de_pimiento_en_invernadero_0.pdf.

ONS (Oficina Nacional de Semillas). 2016. Memoria Anual. San José, Costa Rica. 92 p.

ONS (Oficina Nacional de Semillas). 2022. Registro de variedades comerciales. Consultado el: 8-6-2022. Disponible: http://ofinase.go.cr/wp-content/uploads/rvc_vigentes-1.pdf.

Orellana, H.; Escobar, J.; Morales, A.; Méndez, I.; Cruz, R. y Castellón, M. 2005. Guía técnica cultivo de chile dulce. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), La Libertad, El Salvador. 51p.

Pandey, S. K; Yadav, S. K y Singh, V. K. 2012. A overview on *Capsicum annum* L. Journal of Pharmaceutical Science and Technology, 4(2): 821-828.

PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario). 2016. Análisis del consumo de frutas, hortalizas, pescado y mariscos en los hogares costarricenses (En línea). San José,

Costa Rica. 98p. Consultado el: 28 abr. 2018. Disponible en <http://www.pima.go.cr/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-Consumo.pdf>.

Pino, M.; Campos, A.; Saavedra, J.; Álvarez, F.; Salazar, C.; Hernández, C.; Soto, S.; Estay, P.; Vitta, N.; Escaff, M.; Pabón, C. y Zamora, O. 2018. Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile. Boletín N.º 360. 110 p.

Ramírez-Vargas, C; Nienhuis, J. 2012a. Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha, 25(2): 10-20.

Retana, M. 2015. Determinación de los requerimientos nutricionales para el mejoramiento de la fertilización en etapa de almácigo de 12 especies hortícolas. Tesis Lic. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 67 p.

Rojas, J.; Paniagua, F. 2015. Comportamiento agronómico de *Capsicum annuum* L., *Lycopersicon esculentum* M. y *Cucumis melo* L. bajo cultivo protegido hidropónico utilizando la solución universal de Steiner. Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 98 p.

Saavedra, G. 2019. Pimiento y Ají. Temuco: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 411. En línea. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6819>. Consultado el 25 agosto 2022.

Salazar, F y Juárez, P. 2012. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Bio Ciencias. 2(2): 27-34.

Salinas, R; Liévano, E; Ulín, F; Mercado, J; Petit, D. 2010. Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annuum* L.) cultivar glabriusculum (Dunal) Heiser & Pickersgill. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 11(1): 92-100.

Santos, B.; Ríos, D. 2016. Cálculo de Soluciones Nutritivas: En suelo y sin suelo. Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. 117 p.

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2016. Boletín Estadístico Agropecuario. San José, Costa Rica. N. °26.

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial). 2019. Boletín Estadístico no. 29 (en línea, sitio web). San José, Costa Rica. Consultado 21-4-2022. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA29.pdf>.

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial). 2023. Boletín Estadístico no. 33 (en línea, sitio web). San José, Costa Rica. Consultado 17-6-2023. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA33.pdf>.

SFE (Servicio Fitosanitario del Estado), 2022. Consulta de registro de plaguicidas para la categoría de cultivo chile dulce. SFE, MAG, Costa Rica. Consultado el 10 – 06 – 2022. Disponible en: <https://app.sfe.go.cr/SFEInsumos.aspx/Insumos/ConsultaRegistroPlaguicida.aspx>.

SIA (Sistema de Información Agroalimentaria). 2017. Chile dulce. Boletín CNP (Consejo Nacional de Producción). N. °1.

Soto, F. 2018. Parámetros para el manejo del agua en tomate y chile dulce hidropónico bajo invernadero. Agronomía Costarricense, 42(2): 59-73.

Soto, F. 2019. Coeficiente de cultivo según densidad de siembra y volumen de sustrato en chile dulce bajo invernadero. Pesquisa Aplicada & Agrotecnología, Guarapuava-PR, 12(1): 07-21.

Soto, F.; Araya, E.; Echandi, 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): 43-64.

Starke Ayres. s.f. Sweet & hot peppers, Production guideline. En línea. Disponible en: <https://www.starkeayres.com/uploads/files/Sweet-Hot-Pepper-Production-Guideline-2019.pdf>. Consultado el 22-8-2022.

Ulas, F. 2022. Leaf and root-growth characteristics contributing to salt tolerance of backcrossed pepper (*Capsicum annuum* L.) progenies under hydroponic conditions. International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 6(1): 91-99.

Villota, J. 2014. Comportamiento agronómico de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) con tres niveles de nitrógeno. Tesis pregrado. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 118p.

Viñan, R. 2022. Comportamiento agronómico de híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo densidades poblacionales en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas. Tesis, Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 85 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Lista de plaguicidas registrados y autorizados al 10 de junio del 2022 para ser utilizados en el cultivo de chile (*Capsicum spp.*) en Costa Rica.

Ingrediente activo	Clase	Categoría toxicológica
Abamectina	Insecticida y acaricida	Amarilla
Aceite de petróleo	Coadyuvante	Verde
Ácido ascórbico, ácido cítrico y ácido láctico	Fungicida y bactericida	Verde
Azadirachtina	Insecticida	Verde
Azoxistrobina	Fungicida	Azul
Azufre	Fungicida y acaricida	Verde
Azufre y cobre	Fungicida	Verde
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Insecticida	Verde
Benomil	Fungicida	Verde
Beta-cipermetrina	Insecticida	Amarilla
Bifentrina	Insecticida y acaricida	Amarilla
Brodifacouma	Rodenticida	Verde
Bromadiolona	Rodenticida	Verde
Buprofezin	Insecticida	Verde
Caolín	Protector solar	Verde
Captan	Fungicida	Verde
Carbendazina	Fungicida	Verde
Cera abejas, extracto de semillas de cítricos, ácido oleico y monoesterato de glicerilo	Protector solar	Verde
Chile y mostaza	Repelente	Verde
Ciflutrina e imidacloprid	Insecticida	Verde
Cipermetrina	Insecticida	Amarilla
Cloranthraniliprol	Insecticida	Verde
Clorotalonil	Fungicida	Verde
Clorpirifós	Insecticida	Verde
Cobre metálico	Fungicida y bactericida	Azul
Diazinón	Insecticida	Verde
Dimetoato	Insecticida	Amarilla
Diquat	Herbicida	Amarilla
Esfenvalerato	Insecticida	Amarilla
Etoprofós	Insecticida y nematocida	Amarilla

Ingrediente activo	Clase	Categoría toxicológica
Extracto de ajo	Repelente	Verde
Extracto de semilla de cítricos	Fungicida y bactericida	Verde
Fenitrotión	Insecticida	Amarilla
Fenoxaprop-P-Etil	Herbicida	Verde
Ferbam	Fungicida	Verde
Fipronil	Insecticida	Azul
Hidróxido de cobre	Fungicida	Azul
Imidacloprid	Insecticida	Azul
Kasugamicina	Fungicida y bactericida	Verde
Mancozeb	Fungicida	Verde
Maneb	Fungicida	Verde
Metalaxil	Fungicida	Azul
Metaldehido	Molusquicida	Verde
Metam sodio	Fumigante de suelo	Amarilla
Metil paratión	Insecticida	Azul
Metil tiofanato	Fungicida	Verde
Nonil fenol etoxilado	Coadyuvante	Verde
Oleato cúprico	Fungicida	Amarilla
Ortofenilfenol de sodio	Fungicida	Verde
Oxicloruro de cobre	Fungicida	Verde
Paraquat	Herbicida	Amarilla
Permetrina	Insecticida	Amarilla
Pimetrozina	Insecticida	Verde
Pirimifós metil	Insecticida	Verde
Polimeros de pinene	Coadyuvante	Verde
Protiofos	Insecticida	Amarilla
Quintoceno (PCNB)	Fungicida	Verde
Sales potásicas y ácidos grasos	Insecticida	Verde
Spinetoram	Insecticida	Verde
Spinosad	Insecticida	Verde
Sulfato de cobre pentahidratado	Fungicida y bactericida	Verde
Sulfato dibásico de cobre	Fungicida	Amarilla
Sulfoxaflor	Insecticida	Verde
TCMTB	Fungicida y bactericida	Amarilla
Tiacloprid betaciflutrina	Insecticida	Azul
Tiametoxán	Insecticida	Verde
Triclorfón	Insecticida	Azul
Zineb	Fungicida	Verde
Ziram	Fungicida	Azul

Fuente: Modificado de SFE 2022.

ANEXO 2

Cantidad de macro y micronutrientes extraídos, acumulados y totales por una planta de chile dulce (*Capsicum spp.*) tipo cónico (tres puntas) en diferentes, sistemas de siembra, cultivares, rendimientos, densidades y días después de siembra (DDS) en diferentes investigaciones.

Macronutrientes (g/planta)						Micronutrientes (mg/planta)					DDS	Cultivar	Rendi- miento (Ton/Ha)	Densidad (Plantas/ Ha)	Sistema de siembra	Fuente
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B						
8,22	1,14	7,84	3,25	1,34	2,24	45,98	3,36	22,28	34,78	16,65	189	Eppo	98,0	25000	Sustrato	Charlo <i>et al.</i> 2012
6,69	1,23	7,40	1,01	0,62	0,71	-	-	-	-	-	166	UCR 589	46,3	20833	Suelo	Azofeifa y Moreira 2005
5,75	0,32	8,17	2,37	0,76	-	75,51	41,81	31,11	32,16	-	165	4212	30,5	16667	Sustrato	Adaptado de Campos y Arguedas 2017
5,11	0,27	7,33	2,05	0,68	-	63,13	41,54	27,60	31,97	-	165	Nathalie	30,8	16667	Sustrato	Adaptado de Campos y Arguedas 2017
17,50	2,25	30,65	4,70	2,07	-	61,26	16,90	101,85	183,38	-	210	4212	78,2	16667	Sustrato	Adaptado de Rojas y Paniagua 2015
16,46	2,05	25,43	3,51	1,95	-	75,04	13,07	84,78	162,20	-	210	Nathalie	78,4	16667	Sustrato	Adaptado de Rojas y Paniagua 2015
8,49	1,01	11,91	2,80	1,14	-	-	-	-	-	-	169	Nathalie	37,5	16475	Suelo	Adaptado de Chavarría y Villalobos 2011
16,80	2,48	21,88	8,28	2,00	2,12	160,16	5,72	32,08	88,88	19,36	170	Dulcítico	95,3	25000	Sustrato	Adaptado de Mora <i>et al.</i> 2018

ANEXO 3. EQUIVALENCIAS

Es equivalente a:	
1 cmol(+)/l ó cmol(+)/kg	1 meq/100ml ó meq/100g
1 mg/l ó mg/kg	1 ppm ó ug/ml
1dS/m ó mS/cm	1000 mS/cm
1 mL	1 cc
1000 litros	1 metro cúbico
1 tonelada	1000 kg
1 galón	3,785 litros
1 libra	454 gramos
1 hectárea	1000 metros cuadrados
1 onza	29,573 mililitros
1 pulgada	2,54 centímetros
N x 1,287	NH4
N x 4,425	NO3
P x 2,293	P2O5
K x 1,205	K2O
Ca x 1,399	CaO
Mg x 1,658	MgO
S x 3,105	SO4
Fe x 1,29	FeO
Mn x 1,29	MnO
Cu x 1,25	CuO
B x 3,22	B2O3
Zn x 1,25	ZnO



Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Telefax: (506) 2231-3991 / Correo electrónico: transferencia@inta.go.cr
Página web INTA: www.inta.go.cr
Plataforma Gestión Conocimiento: www.platicar.go.cr