



## **ALGUNAS FISIOPATIAS DE FRUTOS, TALLOS Y HOJAS EN CULTIVOS PROTEGIDOS**

Por E. Zamora

**Resumen.** Las fisiopatías, anomalías, desordenes fisiológicos o desordenes abióticos, son términos utilizados para referir las deformaciones que aparecen en frutos, tallos y hojas de diferentes especies de cultivos hortícolas bajo el contexto de cultivos protegidos. Las fisiopatías pueden ser ocasionadas por factores genéticos, un medio ambiente adverso, desbalance nutricional, riegos irregulares y labores culturales inapropiadas en las plantas. Los desordenes nutricionales, una de varias causas, pudieran aparecer tanto en cultivos con o sin suelo debido principalmente a un inadecuado manejo de fertilización y/o algún problema en el área radicular pudiendo resultar en serias pérdidas de rendimiento y calidad de las cosechas. La optimización del estatus nutricional de las plantas y el control del clima bajo invernaderos son fundamentales para obtener altos rendimientos bajo invernaderos especialmente si se trata de frutos como tomate (*Lycopersicon esculentum* L. Mill), pimiento-morrón (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), entre otros. Este folleto pretende describir los principales desordenes que afectan a distintos cultivos bajo estructuras cubiertas que con más frecuencia se han detectado en las áreas desérticas de Sonora, México y aquellas que se pudieran detectar en menor grado.

**Palabras clave:** fisiopatías; desordenes abióticos; desordenes fisiológicos; chorriamientos o corrimientos de frutos; cultivos protegidos.

### **INTRODUCCION**

En fitopatología, las fisiopatías o desordenes abióticos en las plantas son conocidas como enfermedades fisiológicas o enfermedades no infecciosas las cuales no se transmiten a otras plantas por contagio [14]. Las fisiopatías son deformaciones de frutos, tallos y hojas causados por estreses de plantas en desarrollo debido a un medio ambiente desfavorable tanto en el campo como bajo invernaderos [11, 22 y 23].

A causa de las enfermedades no infecciosas, son muchas las deformaciones que ocurren en frutos de diferentes cultivos hortícolas como por ejemplo en tomate [24 y 29], pimiento morrón berenjena, calabacita, sandía, entre otros [2, 19, 24] las cuales no son plagas ni enfermedades [19 y 29]. Por lo general, los cultivos hortícolas bajo coberturas están sujetos a desórdenes abióticos causados tanto por un medio ambiente adverso como por un manejo inadecuado en fertilización y control de clima dentro de los invernaderos reduciendo de esta

forma la cantidad y calidad de las cosechas [14, 20 y 29].

Los desordenes abióticos en cultivos hortícolas pueden ser ocasionados también por otros factores como la irradiación (intensidad, fotoperiodo y calidad espectral), humedad, concentraciones de CO<sub>2</sub>, temperatura del sustrato, temperatura y movimiento del aire [22] así como la genética de la planta, un desbalance en nutrición, riegos irregulares y manejo inadecuado de algunas labores culturales en las plantas [14 y 20]. Los niveles más altos de carencias así como excesos nutricionales, dan como resultado desórdenes abióticos con pronunciados síntomas diversos en las plantas [2 y 25].

Leve pero comercialmente significativa, los desórdenes fisiológicos en las plantas pudieran ser algunas veces difíciles de diagnosticar visualmente y pueden ser requeridos tanto análisis de niveles de nutrientes en el suelo como foliares para su correcta identificación y diagnóstico.

## **FISIOPATIAS EN EL CULTIVO DE TOMATE**

En forma generalizada se describen algunos desordenes abióticos en frutos, tallos y hojas que se presentan en cultivos de tomate y pimiento morrón debido a condiciones inducidas o del medio ambiente [2, 11 y 29].

### **La pudrición apical en frutos de tomate (PAF)**

La pudrición apical del fruto es uno de los desordenes más comunes que se presentan en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L. Mill) [4]. Los factores como manejos inadecuados en fertilización, riegos irregulares y medio ambiente adverso pueden ser considerados cuando la pudrición apical del fruto aparece tanto en frutos verdes como maduros de tomate (Figura 1) [10, 11, 14, 21 y 29].



**Figura 1.** Un fruto de tomate afectado por la pudrición apical del fruto.

### **Síntomas de la enfermedad**

Los síntomas de la pudrición apical del fruto de tomate primero aparecen como una serie de pequeñas manchas de color café claro en el ápice del fruto (Figura 2) [31] las cuales al agrandarse forman una sola área blanda y aguanosa color café-oscuro de 1.25 a 2.54 cm (.5 a 1 pulgada) en diámetro sobre el ápice del fruto la cual gradualmente se vuelve una costra endurecida de color oscuro que finalmente se pudre [10, 11, 14, 19, 21, 24, 28 y 29].



**Figura 2.** Síntomas iniciales de la pudrición apical en fruto de tomate, mostrando pequeñas manchas café claras cerca del ápice. (Fuente: IMP Tomatoes, Publicación 3274. Universidad de California, 1985).

Algunas veces, la pudrición apical aparece solamente en la parte interna del fruto como un área negruzca, sin presentar síntomas en el exterior y ocasionalmente un organismo secundario invade el tejido causando una pudrición blanda [29].

### **Causas que provocan la pudrición apical del fruto**

La pudrición apical del fruto es causada por la insuficiencia de calcio en el desarrollo del fruto de tomate [9, 10, 14, 28]. Este desorden se presenta cuando las plantas están expuestas a riegos inconsistentes, es decir programas de riegos des-uniformes en cuanto a volumen de agua aplicada, períodos cortos de sequía y después riegos excesivos [10 y 11]. Además, cantidades excesivas de nitrógeno [10] y daños a las raíces por labores de cultivo realizadas muy cerca de la base de la planta (Figura 3) predisponen la presencia de la pudrición apical [12 y 28].



**Figura 3.** Raíces de una planta de tomate expuestas a causa de una labor de cultivo realizada con un azadón, lo cual predispone a la planta a una carencia de calcio.

### **DAÑOS CAUSADOS EN FRUTOS DEBIDO A FLUCTUACIONES DE TEMPERATURAS.**

Las temperaturas juegan un papel muy importante en el desarrollo y coloración del fruto de tomate [15]. Las temperaturas menores a 17 °C (62 °F) también pueden ser un problema para obtener una buena calidad en frutos de tomate [10, 15 y 29].

### **DECOLORACION DE FRUTOS DE TOMATE**

Altas producciones y alta calidad en el cultivo de tomate son alcanzados cuando las temperaturas diurnas oscilan entre 27 y 29 °C (80 y 85 °F) y durante la noche

estén por arriba de 17 °C (62 °F) pero no más alto que 22 °C (72 °F) [15]. Las temperaturas excesivamente altas pueden inducir a una pobre coloración en los frutos los cuales adquieren un color anaranjado en vez de un color rojo intenso [15 y 30]. Estas condiciones provocan que el licopeno (que le da el color rojo al fruto de tomate) no se desarrolle en forma normal [14] (Figuras 4 y 5).



**Figura 4.** Frutos de tomate cherry bajo casa sombra desarrollándose en un ambiente excesivamente cálido de hasta más de 42 °C (110 °F) durante el día en junio y julio en la Costa de Hermosillo, México. (Nótese la coloración anaranjada en frutos).



**Figura 5.** Detalle (A), frutos de tomate tipo saladet de un color rojo intenso producidos bajo temperaturas adecuadas y detalle (B) frutos de tomate producidos bajo casa sombra en un ambiente con altas temperaturas diurnas mayores a 32 °C (56 °F) bajo casa sombra (Costa de Hermosillo). Nótese la decoloración en frutos de (B).

## LA CARA DE GATO EN EL FRUTO DE TOMATE

La deformación de frutos de tomate conocida como "cara de gato" es muy frecuente cuando prevalecen por tiempo prolongado temperaturas por abajo de 14 °C dentro de las naves de invernadero [10, 15 y 17]. Este defecto es causado por temperaturas nocturnas muy bajas combinadas con temperaturas diurnas altas durante la floración y al inicio de amarre y desarrollo del fruto [4, 10, 15, 28 y 29]. Este tipo de desorden pudiera también deberse a daño por el herbicida 2, 4-D [11, 12 y 29].

### Descripción del daño de la cara de gato

El desorden conocido como "cara de gato" lo distingue una serie de agrietamientos y cicatrizados del fruto en su punto apical deformándose en protuberancias irregulares las cuales a veces dejan "agujeros" en el fruto exponiendo los lóculos [10, 12, 17, 28 y 29] (Figura 6).



**Figura 6.** La cara de gato, una malformación en frutos de tomate debido a un diferencial de temperaturas diurnas y nocturnas.

La cara de gato se observa más frecuentemente en tomate beefsteak [9 y 11]. Algunas variedades de tomate son menos susceptibles que otras [29].

## EL AGRIETADO DE LOS FRUTOS

El agrietado en frutos de tomate se describe como hendiduras concéntricas y radiales, ambas son causadas debido a riegos inconsistentes (demasiada agua seguida de poca agua), crecimiento acelerado en un corto tiempo acompañado de altas temperaturas y humedad ó una gran diferencia de la temperatura del día y la noche [9, 14 y 30].

Las hendiduras radiales se desarrollan a partir de la base del fruto mientras que las concéntricas dejan marcas en círculo rodeando los hombros [11] (Figura 7).



**Figura 7.** Frutos de tomate mostrando el agrietamiento, detalle (A) hendiduras concéntricas y detalle (B) hendiduras radiales.

### **RAJADO DEL FRUTO**

El rajado del fruto en tomate no es lo mismo que el agrietado (hendiduras concéntricas y radiales) como se describió anteriormente [30]. Cuando el fruto es expuesto a temperaturas muy altas, el fruto tiene una tendencia a que su piel se parta como resultado de un estrés debido a la alta temperatura (**Figura 8**) [13 y 30]. Este tipo de desorden generalmente es vertical [30]. Las causas que provocan el rajado del fruto son: un rápido desarrollo del fruto, riegos muy frecuentes o sobre fertilización [28 y 30].



**Figura 8.** El rajado del fruto en tomate, fruto mostrando una hendidura vertical en un costado del fruto, un desorden causado por altas temperaturas en combinación con un inadecuado enfriamiento y ventilación al interior de las naves de invernadero. (Fuente: Hanna, 2003. Greenhouse Tomato Production Manual. LSU Ag Center Research & Station).

### **EL RUSSETTING EN FRUTOS**

Es una condición en la cual, la piel del fruto de tomate aparenta una rugosidad especialmente en los hombros y mediante una observación de cerca se pudieran observar diminutas grietas casi imperceptibles a la vista en la superficie del fruto, muy diferentes al agrietado concéntrico y radial [30].

### **FRUTOS VANOS**

Los frutos "vanos" tienen una apariencia angular, con uno ó más lados planos que el resto, lóculos no bien definidos y algunos sin semillas, con menos peso [29].

#### **Posibles causas de frutos vanos**

Este desorden de frutos vanos es producto de una pobre polinización causada por una carencia de polinización (debido al uso del polinizador eléctrico) ó cualquiera de los problemas ambientales que afectan la buena polinización como temperaturas arriba de 32 °C (90 °F) y debajo de 13 °C (55 °F), amplia diferencia entre temperaturas diurnas y nocturnas, sequías, sobre riegos, exceso de nitrógeno, utilización de hormonas en el fruto y carencia de un adecuado nivel de CO<sub>2</sub> [29].

### **DAÑOS POR GOLPE DE SOL**

El "golpe de sol" es un daño a los frutos causado por una exposición directa a los rayos solares que se puede presentar tanto en el cultivo de tomate como en otros cultivos especialmente durante un clima cálido y seco [8, 10 y 30].

#### **Síntomas de daños por golpe de sol**

La lesión en uno de los costados del fruto aparece como áreas de color blanquecinas ó amarillentas que nunca se tornaran rojas [15]. Esta área pudiera contraerse y formar una larga mancha blanca con una superficie papirácea o un área ampollada blanca en frutos verdes [10, 11 y 30] (**Figura 9**). Una vez afectado el fruto de tomate, en el área dañada pudiera ser invadida por micro organismos patógenos [11 y 30].

#### **Causas que ocasionan los daños por golpe de sol**

El golpe de sol ocurre cuando los frutos han sido expuestos al sol por algún tiempo debido a situaciones como una poda fuerte la cual deja a los frutos desprotegidos quedando expuestos directamente a los rayos solares [12]. Con el objetivo de minimizar el daño por golpes de sol, podas no severas deberán realizarse especialmente en las partes que protegen los frutos del sol [30].

### **DAÑOS POR BAJAS TEMPERATURAS**

Debido a una deficiente calefacción bajo invernaderos durante el invierno pudiera presentarse un daño por helada tanto en la planta como en el fruto de tomate como el que se muestra en la **Figura 10**.



**Figura 9.** Apariencia de un fruto de tomate afectado en sus inicios por un golpe de sol.



**Figura 10.** Un fruto de tomate de color café afectado por una severa helada en sus inicios de desarrollo.

### **CICATRIZ DE LA CREMALLERA**

La cicatriz de la cremallera o zíper es una lesión en forma vertical a lo largo un costado del fruto de tomate la cual se asemeja a una cremallera o zíper ya que es una cicatriz angosta en forma de puntadas [16 y 29]. Es causada por antera pegajosa a la orilla del ovario (fruto inmaduro).

Cuando el fruto incrementa en tamaño, la antera lagrimea desde el fruto, dejando una cicatriz. Esto es un problema genético y probablemente no causado por condiciones ambientales. Es a veces referido como *cicatriz de la antera* [29] (Figura 11).



**Figura 11.** Frutos de tomate mostrando la cicatriz de la cremallera.

### **DESUNIFORMIDAD EN LA MADUREZ DEL FRUTO**

La madurez des-uniforme del fruto de tomate causada por varios factores se debe a la formación de franjas, bandas o manchas verdes comenzando en la parte baja del fruto junto con hombros verdes o amarillos que algunas veces un costado o una parte del fruto se queda verde o blanco después de que el resto del fruto alcanza el color rojo (Figura 12) [30].



**Figura 12.** Fruto de tomate mostrando una madurez des-uniforme a causa de varios factores. (Fuente: R. Snyder, *Tomatoes troubles: Common Troubles with Tomatoes*. Publicación 2935. Mississippi State University, 2016).

## LA MADUREZ MANCHADA EN FRUTOS

Este desorden está asociado a una falta de potasio en el fruto, alta humedad en el suelo y alta humedad relativa así como a fluctuaciones de temperatura arriba de 29 C° (85 °F) durante la madurez del fruto, baja intensidad de iluminación o áreas sombreadas del follaje de las plantas agravándose por una compactación del suelo (**Figura 13**) [11 y 14].



**Figura 13.** Fruto de tomate mostrando el desorden de la madurez manchada asociada en gran parte a condiciones ambientales durante la madurez de los frutos. (Fuente: Gleason y Edmunds. *Tomatoes Diseases and Disorders*. PM 1266. 2006. University Extension. Iowa State University).

## HOMBRO VERDE

El fruto maduro de tomate deberá de presentar un color uniforme sin manchas en su superficie, algunos cultivares viejos permanecen con los hombros verdes inclusive cuando maduran [16]. El "hombro verde" es un desorden que aparece como un área verde oscura sobre los hombros del fruto en madurez, el cual pudiera tornarse amarillo pero nunca de color rojo [10, 15 y 30]. Frecuentemente el área afectada pudiera tornarse de color amarillo mientras que el resto del fruto madura adquiriendo el color normal [30]. El desorden es origen genético, pero es manifestado especialmente en condiciones de alta luminosidad y temperatura [15 y 30]. El mejor control alcanzado para evitar hombros verdes en los frutos es utilizar variedades resistentes a este desorden abiótico [10 y 30].

## FRUTOS DAÑADOS POR CONDENSACION

Cuando hay mucha humedad y se condensa en agua bajo una cobertura de plástico, ésta cae en forma de gotas afectando tanto a las hojas como a los frutos de tomate [13]. Las gotas de agua al caer sobre el fruto causan pequeñas manchas de color oscuro generalmente sobre los hombros tornándose después de un color blanquecino al formarse una costra clara en la epidermis del fruto (**Figura 14**).



**Figura 14.** Frutos de tomate dañados por gotas de agua condensada formada en una cobertura de plástico bajo invernaderos.

## FLORES CON HOJAS EN EL MISMO RACIMO

Este desorden es debido a exceso de fertilización en el sustrato lo cual lleva a la formación de hojas o chupones en el racimo floral (**Figura 15**) [13].



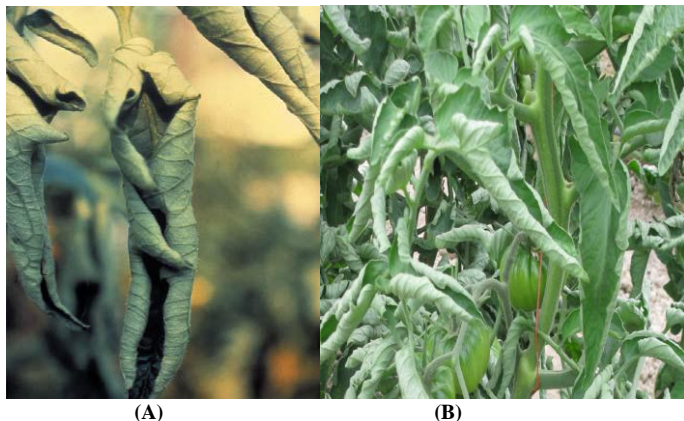
**Figura 15.** Formaciones de hojas en el racimo floral de tomate (Fuente: Hanna, 2003. Louisiana State University).

## ENROLLAMIENTO DE LA HOJA EN TOMATE

El enrollamiento de las hojas en plantas de tomate se presenta cuando las hojas se enrollan longitudinalmente curvándose con el haz hacia adentro y en casos severos aparentan la forma de tubos verdes (**Figura 16**) [9, 10, 11, 12, 17 y 32]. Este desorden fisiológico es temporal comúnmente en tomates de campo [17] el cual comienza en las hojas más viejas y después se puede extender por toda la planta [9, 10 y 32]. Esta anomalía pudiera no afectar el rendimiento y calidad del fruto [10, 12 y 30]. Pero si las condiciones favorables al enrollamiento de la hoja se prolongan, pudieran no recuperarse y en casos severos la planta entera pudiera ser afectada [32].

## Factores que ocasionan el enrollamiento de la hoja

Este problema está relacionado a fuertes podas en la planta en combinación con alta humedad del suelo por largo tiempo [10, 17 y 30] otros lo atribuyen a una fuerte carga de frutos en las plantas [9 y 12]. Para reducir la ocurrencia se deberá considerar podas no muy fuertes y una adecuada humedad en el suelo [9 y 30]. La severidad de este fenómeno parece estar ligado a la condición varietal, variedades con mayor potencial de rendimiento tienden a ser más susceptibles [32].



**Figura 16.** El enrollamiento de la hoja de tomate es un desarrollo anormal que no representa daño alguno para el cultivo de tomate. (Fuente: Detalle (A), Gleason (2006) y detalle (B), Washington State et al, 2011).

## ABORTO DEL RACIMO FLORAL

Cualquier tipo de estrés en floración puede conducir a una falta de cuajado de frutos como: demasiado nitrógeno, altas temperaturas (el polen muere a los 93 F), bajas temperaturas (menos de 13 °C ó 55 °F no es favorable para el amarre de frutos), periodos de sequía donde ocurre marchites de la planta y caída de sus flores y estrés por salinidad empeorándose al aplicar demasiado fertilizante [30].

## FALLA EN EL CUAJADO DE FRUTOS

El rango favorable de temperaturas para el cuajado del fruto de tomate es de 14 a 20 °C (58 a 68 °F) durante la noche [11]. Las altas temperaturas de 32 °C (90 °F) o más durante el verano pueden ocasionar una pobre polinización y una baja en el cuajado de frutos de tomate [11 y 15]. Adicionalmente, esto sucede cuando las temperaturas de la noche están por arriba de 21 (70 °F) provocando una baja en floración y la polinización se ve reducida [11 y 28]. Altas temperaturas por varios días en forma consecutiva ocasionarán una pobre polinización y caída de flores, vientos secos y cálidos pudieran agravar el problema [11].

## FISIOPATIAS EN PIMIENTO MORRON

En plantas de pimiento morrón, algunas fisiopatías pueden presentarse generalmente ocasionadas tanto por factores ambientales como suelo, desbalance nutricional,

riegos irregulares, entre otras [2].

Dentro de las fisiopatías que se presentan en el cultivo de pimiento morrón se encuentran: pudrición apical del fruto, golpes de sol en frutos, rajado del fruto, malformación de frutos, frutos partenocárpicos y la pata de elefante [2].

## Pudrición apical del fruto en pimiento-morrón

Al igual que en tomate, en frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) aparece el caso típico de deficiencia de calcio (Figura 17) cuando los cultivos se desarrollan en cualquier tipo de sustrato o en piso bajo invernaderos o casas sombra trayendo como consecuencia la aparición de la pudrición apical del fruto [2 y 24]. Fluctuaciones de humedad en el suelo, condiciones de temperatura ambiental y humedad relativa reducen la transpiración, estrés por sequía y un desbalance en el set y carga de frutos pueden provocar la deficiencia de calcio durante el desarrollo del fruto apareciendo como consecuencia las lesiones que caracterizan al desorden conocido como pudrición apical del fruto [2 y 3].



**Figura 17.** Pudrición apical del fruto en chiles pimiento morrón producido bajo casa sombra causada por una deficiencia de calcio.

## El golpe de sol en frutos de pimiento-morrón

Como en el caso de los frutos de tomate, los frutos de pimiento morrón pueden ser afectados también por golpes de sol y los daños pudieran ser a veces muy parecidos a la pudrición apical del fruto [3]. Una anomalía que si no se le da la debida importancia puede aumentar el número de frutos que quedan fuera del mercado (Figura 18). Para prevenir los golpes de sol en frutos de pimiento se debiera fomentar el área foliar mediante podas adecuadas en las plantas, o bien se pudieran instalar mallas sombra dentro del invernadero así como un sistema de neblina en días muy calurosos [2 y 3].

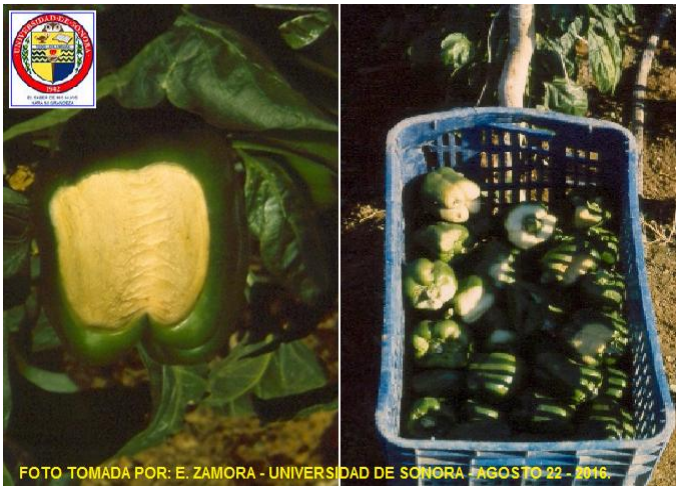


Figura 18. Frutos de chile pimiento morrón afectados por golpe de sol.

### Agrietamiento del fruto de pimiento-morrón

El agrietamiento del fruto de pimiento (Figura 19) presenta dos variantes; una, las rupturas de la cutícula en el ápice del fruto (conocida como agrietamiento radial) y dos, la ruptura fina de la cutícula sobre toda la superficie conocida como piel áspera del fruto o *russetting* [18 y 30].

### Factores que causan el agrietado del fruto

Las plantas que reciben poca o demasiada agua durante fructificación pueden tener las más altas incidencias del agrietado en frutos [2 y 18]. Los cultivares de pimiento con frutos de cutícula densa (>8 mm) son los más susceptibles [18].

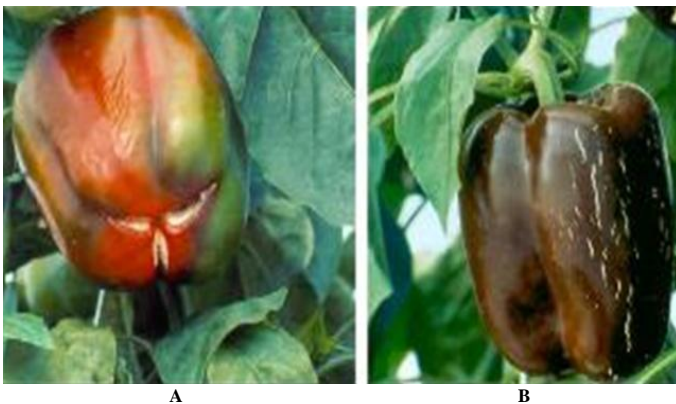


Figura 19. Detalles de fisiopatías en frutos de pimiento morrón, (A) agrietamiento radial y (B) agrietamiento ó piel áspera del fruto (*russetting*). (Fuente: Jovicich y Cantliffe, 2004).

### Crecimientos internos en pimiento morrón

Debido a bajas temperaturas durante la floración y polinización, los crecimientos irregulares en frutos de pimientos como "alas" y "colas" (Figura 20) se pudieran presentar como resultado de un pobre desarrollo de flores o una deficiente polinización afectando al primer set de frutos en las cosechas tempranas [2 y 4].

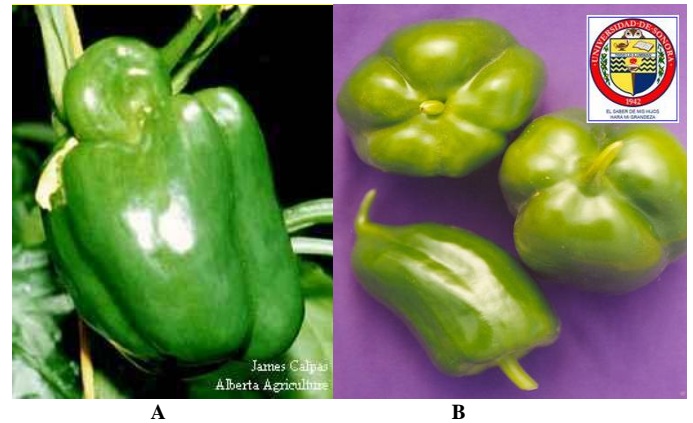


Figura 20. Detalle (A) mostrando "alas" en fruto de pimiento (Fuente: Alberta Agriculture, 2004) y (B) muestra una deformación en forma de pequeña cola en frutos de chile pimiento morrón a causa de bajas temperaturas.

### Frutos partenocárpicos en pimiento-morrón

Los frutos aplanados de pimiento (Figura 21) son causados por bajas temperaturas. Temperaturas cercanas a 18 °C (64 °F) durante la noche asegura una ideal formación de semilla y formación del fruto. Las bajas temperaturas durante la noche decrecen la viabilidad del polen en las flores de pimiento modificando la estructura floral haciendo la autopolinización menos efectiva. Utilizando abejorros pudiera ayudar a mejorar la forma del fruto [18].



Figura 21. Frutos aplanados sin semilla (*partenocárpicos*) de chile morrón producidos bajo casa sombra durante una temporada otoño-invierno en la Costa de Hermosillo, México.

### La pata de elefante en plantas de pimiento-morrón

La pata de elefante es un desorden que ha sido reportada en Florida y Canadá desde hace algunos años en plantas del pimiento morrón [2 y 18] afectando más frecuentemente a plantas que no alcanzaron la suficientemente madurez en estado de plántulas para ser trasplantadas [2]. La pata de elefante se presenta a los 40 días después del trasplante apareciendo en la base del tallo de las plantas dando la apariencia de una hinchazón en la base



(Figura 22), la epidermis dañada incrementa la susceptibilidad de la planta a ser infectada por hongos patógenos como *Phyitium* y *Fusarium oxysporum* [2 y 18]. Además, esta deformación aparece tanto en plantas de pimiento morrón desarrollándose como cultivo sin suelo y en aquellas en que se establece en el piso donde una excesiva cantidad de sales se pudiera acumular alrededor de la base del tallo [18].



Figura 22. Base del tallo de una planta de chile pimiento morrón la cual muestra la malformación de la pata de elefante. (Fuente: Jovicich y Cantliffe, 2004. University of Florida).

### FISIOPATIAS EN FRUTOS DE BERENJENA

#### Pudrición apical del fruto en berenjena

En frutos de berenjena (*Solanum melongena* L.) también se presentan fisiopatías en frutos, principalmente la pudrición apical del fruto la cual aparece ya sea en la punta o a un costado sobre la superficie del fruto como una mancha con apariencia a una costra consistente que se torna de un color café oscuro [24] (Figura 23) y en algunas ocasiones solo se presenta internamente en el fruto (Figura 24) [25].

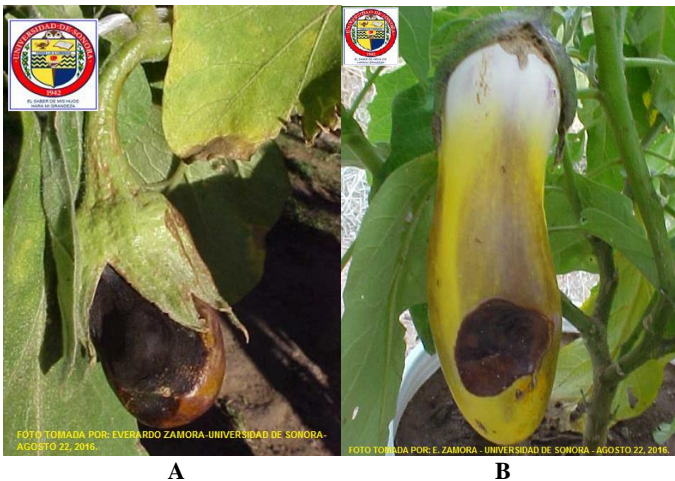


Figura 23. Detalles A y B, la pudrición apical del fruto en frutos de berenjena.



Figura 24. Corte longitudinal de un fruto de berenjena mostrando internamente una lesión atribuida a la pudrición apical del fruto. (Fuente: Reiners, 2003).

### FISIOPATIAS EN FRUTOS DE PEPINO

En el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernaderos o casas sombra, al igual que en tomate, pimiento y berenjena, se presentan un número variable de fisiopatías que afectan el rendimiento potencial esperado dentro de las que pudieran frecuentemente estar: La pudrición apical del fruto, abortos o caídas de frutos, corazón hueco del fruto, deformaciones de los frutos por diversas causas, entre otros desordenes [1 y 8].

#### Pudrición apical del fruto en pepino

Los desordenes tanto del fruto como foliar (Figura 25) relacionados con la carencia de calcio, son originados comúnmente por factores ambientales adversas para el desarrollo de la planta [1, 2 y 23]. El desarrollo rápido de un cultivo en condiciones cálidas y ventosas aumenta el riesgo, pero también cuando las plantas de pepino tienen un crecimiento acelerado bajo condiciones de continua humedad [23]. Otros factores que contribuyen a la carencia de calcio son los sobre riegos, salinidad del suelo, gran cantidad de potasio o amonio y raíces enfermas [10, 23, 27 y 28]. En frutos de pepino como en otros cultivos que producen frutos, la carencia de calcio se presenta como una área aguanosa cerca del ápice [27] mientras que en las hojas se manifiesta como una curvatura hacia abajo dando la apariencia de una copa invertida [23].



**Figura 25.** La pudrición apical en frutos de pepino tipo europeo.

### Efectos de riegos irregulares en planta y frutos de pepino

La irregularidad de los riegos tanto en cantidad como periodicidad llegan a causar diversos desordenes abióticos en frutos de pepino (**Figura 26**).



**Figura 26.** Detalle (A) plantas flácidas de pepino tipo slicing cargada de frutos, estresada por sequia. Detalle (B) efecto reflejado de frutos a causa de irregularidades en los riegos.

### Caída o aborto de frutos en el cultivo de pepino

El aborto en frutos de pepino se presenta cuando las flores se encogen y los frutos inmaduros se tornan amarillos y de color café y estos midan de 3 a 5 cm de largo [7] (**Figura 27**). Este fenómeno puede ser inducido si el cultivo es sometido a una sequia con una gran carga de frutos, exceso de sales, sobre riego, altas temperaturas, un raquíctico sistema radicular o desbalance de nutrientes [1, 7 y 8].

Un raleo de frutos en variedades de pepino del tipo europeo pudiera contemplarse después si se sospecha de un

aborto generalizado de frutos [7].



**Figura 27.** El aborto o caída de frutos en el cultivo de pepino bajo estructuras cubiertas es común sobre todo si las plantas están expuestas a factores ambientales adversos o manejo inapropiado en fertilización y riegos.

### Chorriamiento o corrimiento de frutos de pepino

El chorriamiento o corrimiento de frutos puede ser provocado por frutos al rozar con las hojas y tallos, por bajas o altas temperaturas, por una inadecuada nutrición mineral (exceso de nitrógeno) o posiblemente por deficiencia de boro (**Figura 28**) [6, 7 y 23]. Cuando existen condiciones favorables para este desorden en frutos de pepino, los ovarios comienzan a engordar, amarillándose y desecándose sin razón aparente impidiendo la formación de los frutos [6]. Por otro lado, la fisiopatía del chorriamiento o encogimiento de frutos se asocia a una auto-toxicidad causada por exudados de la raíz cuando las plantas están establecidas en un sistema hidropónico cerrado donde el ácido 2-4 diclorobenzoato (DCBA) resulta ser el más fuerte inhibidor del crecimiento en plantas de pepino (**Figura 29**) [5].



**Figura 28.** Secuencia del desorden abiótico chorriamiento o encogimiento de frutos de pepino tipo slicing producido bajo casa sombra en la Costa de Hermosillo.



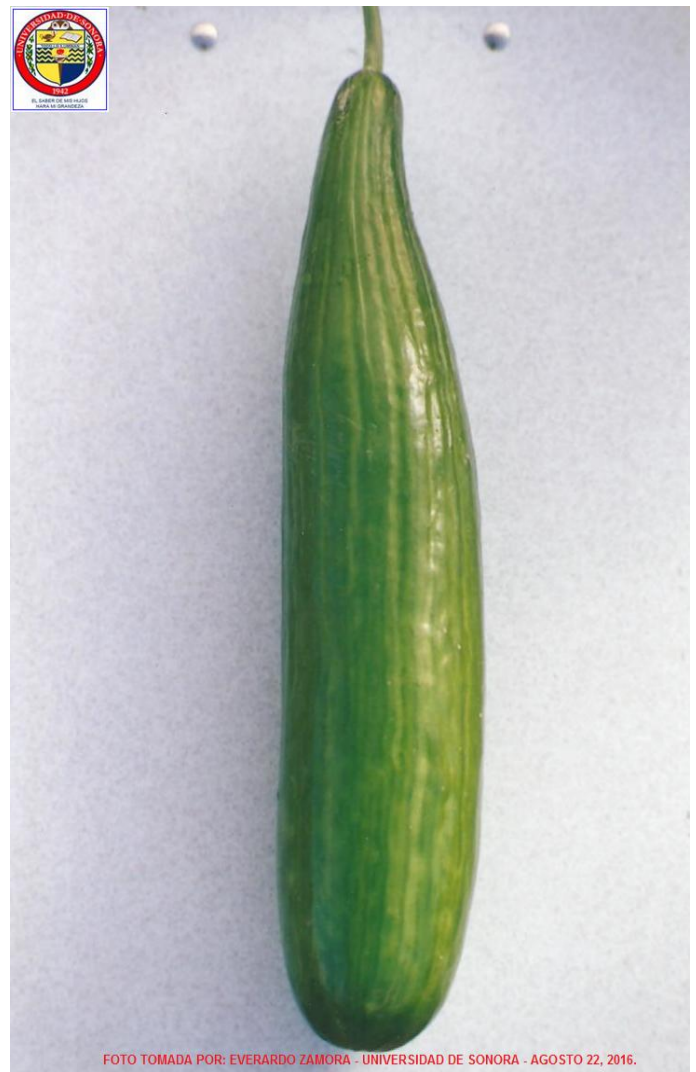
**Figura 29.** El chorriamiento o encogimiento del fruto de pepino se observa en las primeras etapas del desarrollo del fruto después de la antesis. (Fuente: Asao, 2012).

### Polinización indeseable

Los pepinos bajo cubiertas plásticas producen frutos sin semilla (partenocárpicos), sus flores no requieren polinizarse. Sin embargo, si toma lugar la polinización los frutos formaran semillas y se volverán deformes y amargos dejándolos fuera del mercado (**Figura 30**) [7].

### Corazón hueco del fruto

El corazón hueco en frutos de pepino es una fisiopatía que se identifica por la formación de una cavidad que se forma en el interior y a lo largo del fruto [9]. Este desorden aunque pudiera ser confundido por daño causado por un barrenador, es perfectamente diferenciado ya que la parte del centro donde se alojan las semillas se desprende dejando entrever huecos angulares (**Figura, 31**). La expresión de este síntoma se encuentra asociada a factores genéticos, posibles deficiencias de boro o manejo inadecuado de riegos [9].



**Figura 30.** Fruto de pepino europeo deforme producido bajo casa sombra mostrando el efecto de una polinización no deseada. Nótese en el fruto, cuello angosto y el resto con un diámetro demasiado ancho.



**Figura 31.** Un fruto de pepino tipo slicing mostrando el desorden del corazón hueco, un desorden observado principalmente en este tipo de pepino cultivado en las áreas desérticas de Sonora.

## Curvado de los frutos

El desorden abiótico del curvado de los frutos de pepino (**Figura 32**) puede obedecer a varias causas pero de las más comunes y de manera natural son el roce con hojas, tallos y la interferencia de los pétalos de la flor generalmente por hojas [8].



**Figura 32.** Frutos de pepino tipo europeo desarrollándose en la planta. Nótese, uno de ellos con cierta curvatura antes de ser cosechado.

Dependiendo de la magnitud de la curvatura, los frutos pudieran ser no comerciable [8]. Sin embargo una tolerancia pudiera presentarse en pepinos europeos ya que por cada 12 pulgadas de largo 1 pulgada de curvatura puede ser aceptada para su comercialización (**Figura 33**).



**Figura 33.** Frutos curvados de pepino tipo europeo los cuales aun pudieran ser comercializados aunque en una categoría de calidad baja.

## FRUTOS DE PEPINO DEFORMES POR DIVERSAS CAUSAS

En el cultivo del pepino ginóico producido bajo estructuras protegidas se presentan una gran cantidad de desordenes en los frutos debido frecuentemente a un medio ambiente adverso, riegos irregulares, fertilización insuficiente o excesos que pueden provocar toxicidad a las plantas y efectos económicos en ciertas partes como tallo, hojas y frutos. A continuación se describen de manera breve los desordenes mostrados por frutos en cada una de las ilustraciones.



**Figura 34.** Fruto de pepino con depresiones en su parte media debido posiblemente a irradiación de calor liberada por malla sombra (Comunicación personal de Dr. Robert Hochmuth, Universidad de Florida, 2015).



**Figura 35.** Frutos de pepino tipo europeo (A) y frutos de pepino tipo slicing (B) mostrando similares desordenes en el ápice en ambos casos. Una malformación causada por aportaciones irregulares de riegos y nitrógeno durante sus respectivos desarrollos.



**Figura 36.** Fruto de pepino totalmente deformado por opresión de un anillo plástico utilizado en el ajuste de la rafia en el entutorado de la planta.

### **ALGUNOS CONSEJOS PARA LA PREVENCIÓN DE LAS FISIOPATÍAS EN CULTIVOS PROTEGIDOS**

Las fisiopatías o desordenes abióticos en las plantas son problemas frecuentes que se presentan en diversas especies de cultivos hortícolas, en frutos y en las áreas foliares son donde generalmente tienen el mayor impacto en decremento del rendimiento esperado. A continuación se enlistan y describen brevemente una serie de consejos que pudieran reducir las incidencias de fisiopatías en cultivos bajo cubiertas plásticas.

1. Para contra restar el agrietado de hendiduras concéntricas y radiales, tanto en frutos de tomate como pimiento, asegurarse de que el suplemento de fertilizante sea el adecuado (monitorear la conductividad eléctrica) [28].
2. Para reducir el agrietamiento en frutos de tomate evitar sobre riegos y excesiva fertilización [28].
3. Mantener un pH ideal para tomate entre 6.5 a 6.8 [24 y 28].
4. En tomate por ejemplo, adquirir variedades resistentes o tolerantes a ciertas fisiopatías como hombros verdes [29].
5. Para evitar el golpe por sol en frutos de tomate y chile es recomendable no podar fuerte, especialmente en la parte superior de la planta y mantener una nutrición adecuada en el cultivo [30].
6. En la producción de pimiento bajo invernadero, procurar mantener preferentemente las temperaturas entre 21 y 26 °C (70 y 79) [2].
7. En algunos lugares donde el calcio pudiera ser deficiente, un cuidadoso análisis de suelo y foliar

junto con las prácticas adecuadas de manejo de riego ayudaran a determinar la cantidad adicional de calcio necesaria para resolver el problema [21].

8. Se deberán eliminar cualquier fruto inmaduro que muestre los síntomas una vez que la pudrición apical se presente [28 y 29].
9. Ajustar debidamente el funcionamiento de los sistemas que regulan la temperatura en invernaderos como son los sistemas de enfriamiento y de ventilación principalmente los cuales mantienen un medio ambiente confortable para el desarrollo de las plantas.

### **CONCLUSIONES**

Basado en esta revisión sobre los desordenes abióticos en las plantas, se pudiera concluir lo siguiente:

1. En la mayoría de los casos, las fisiopatías son provocadas por el medio ambiente que envuelve a las plantas y las cuales están asociadas con desbalances de nutrientes (exceso de nitrógeno y bajo potasio), condiciones del suelo (pH, alta humedad y compactación), humedad relativa, fluctuaciones de temperatura y baja iluminación [9, 12, 20 y 24].
2. En los cultivos de solanáceas y cucurbitáceas bajo protección un variable número de fisiopatías se presenta comúnmente.
3. En frutos de tomate, los desordenes abióticos que con mayor frecuencia aparecen son: pudrición apical del fruto, la cara de gato, el agrietado, madurez irregular, frutos vanos, herida de la cremallera y golpes de [20].
4. En pimientos, se presentan la pudrición apical del fruto y el agrietado con mayor frecuencia [25].
5. En cultivos establecidos en piso, procurar realizar prácticas culturales adecuadas para no dañar el sistema radicular de las plantas [12].
6. Procurar mantener las plantas adecuadamente irrigadas tanto durante ambiente seco como húmedo [24].
7. Tener cuidado con las aplicaciones de herbicidas, especialmente con el 2,4-D, el cual pudiera poner en riesgo al cultivo o afectarlo de tal manera que aparezca algún desorden como por ejemplo la cara de gato en fruto de tomate [12, 28].
8. Los desordenes abióticos pueden ser causados de manera natural tomando en cuenta las condiciones del entorno de la planta como suelo y clima pero también [22] pueden ser inducidos por un manejo

inapropiado de los cultivos como lo son la fertilización, riegos y una inadecuada ventilación y enfriamiento de las naves de invernaderos y casas sombra.

## **BIBLIOGRAFIA REVISADA**

- [1]. Agriculture and Agri-Food Canada. 2006. Crop Profile for Greenhouse Cucumber in Canada, 2006. Pesticide Risk Reduction Program Pest Management Centre. Agriculture and Agri-Food Canada. [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2009/agr/A118-10-15-2006E.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2009/agr/A118-10-15-2006E.pdf)
- [2]. Agriculture and Agri-Food Canada. 2016. Crop Profile for Greenhouse Pepper in Canada, 2014. Pesticide Risk Reduction Program Pest Management Centre. Agriculture and Agri-Food Canada. Third Edition. pp 5 y 6. [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2016/aac-aafc/A118-10-21-2014-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2016/aac-aafc/A118-10-21-2014-eng.pdf)
- [3]. Alberta Agricultural and Forestry. 2002. Diseases of Sweet Peppers. Government of Canada. Revisado en Diciembre 16, 2015. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/opp4528](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/opp4528)
- [4]. Alberta Agricultural and Forestry. 2004. Commercial Greenhouse Tomato Production: Pest and Disease Management. Government of Canada. Revisado en mayo 13, 2011. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/opp7963](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/opp7963)
- [5]. Asao, T. 2012. Hydroponics - a Standard Methodology for Plant Biological Researches. INTECH. Printed in Croatia. Edición gratis en online. Fuente: [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
- [6]. Blancard, D., H. Lecoq y M. Pitrat. 1991. Enfermedades de las Cucurbitáceas Observar, Identificar, Luchar. Ediciones Mundi-Prensa. Edición Española. Castelló, 17. 28001 Madrid, España.
- [7]. Burt, J. 2007. Growing Cucumber in Protected Cultivation in Western Australia. Department of Agriculture and Food. Government of Western Australia. p 13 Fuente web: [http://ausveg.com.au/intranet/technical-insights/docs/cucumber\\_hyd\\_07.pdf](http://ausveg.com.au/intranet/technical-insights/docs/cucumber_hyd_07.pdf)
- [8]. Casilimas, H., O. Monsalve, R. Bojacá, R. Gil, E. Villagrán, L. Arias y L. Fuentes. 2012. Manual de Producción de Pepino bajo Invernadero. Publicación s/n. Primera Edición. Editores académicos Carlos Bojacá y Oscar Monsalve. Universidad de Bogotá. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (República de Colombia). pp 50, 51, 52 y 53 [http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual\\_pepino/files/assets/basic-html/page54.html](http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual_pepino/files/assets/basic-html/page54.html)
- [9]. Cornell University. 2003. Growing Tomatoes in the Long Island Garden. Cooperative Extension. Nassau County. Revisión en Enero de 2003. Fuente: <http://ccenassau.org/resources/tomatoes-growing>
- [10]. Damicone, J., y L. Brandenberger. 2007. Common Diseases of Tomatoes Part. III. Non Infectious Diseases. Oklahoma Cooperative Extension Service. EPP-7627. Oklahoma State University.
- [11]. Gleason, L. y B. Edmunds. 2006. Tomato Diseases and Disorders. PM 1266. Revised August 2006. University Extension. Iowa State University. Fuente web: <http://ncmg.ucanr.org/files/180088.pdf>
- [12]. Grabowski M. 2016. Disorders of Tomato. University of Minnesota Extension. <http://www.extension.umn.edu/garden/yard-garden/vegetables/disorders-of-tomato/#sunsalc>
- [13]. Hanna, Y. 2003. Greenhouse Tomato Production Manual. Actualizado en 2005. LSU Ag Center Research & Extension. Red River Research Station. Bossier City, LA. <http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/38D013C6-A7BF-4702-88DC-921E038778F8/10111/HannaTomatoBook.pdf>
- [14]. Hemphill, D. 2010. Tomato, Greenhouse. Oregon Vegetables. Department of Horticulture. Last revised February 15, 2010. Oregon State University. Fuente web: <http://horticulture.oregonstate.edu/content/tomato-greenhouse>
- [15]. Hochmuth, G.J. y R.C. Hochmuth. 1990. Production of Greenhouse Tomatoes – Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook, Vol 31. HS788. Revised January 2012. University of Florida. IFAS Extension. Gainesville, FL 32611. Fuente web: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/CV/CV26600.pdf>
- [16]. Hodges, L. 2007. What is Quality ... In a Tomato? NebGuide. G1746. Nebraska Extension. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska. Fuente web: <http://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g1746/build/g1746.htm>
- [17]. Jarvis, W., y C. McKeen. 1991. Tomato Diseases. Agriculture Canada. Publication 1479/E. Minister of Supply and Services Canada. p 62
- [18]. Jovicich, E., y D. Cantliffe. 2004. "Elephant's Foot," a Basal Stem Disorder in Greenhouse-Grown Bell Peppers. UF. University of Florida. IFAS Extension.
- [19]. Kansas State University. 2016. Problem: Blossom end rot. Reciente actualización: Noviembre 20, 2015. Research and Extension. 2021 Throckmorton Plant Science Center. Kansas State University. Manhattan, KS 66506.
- [20]. Masarirambi, M., N. Mhazo, T. Oseni y V. Shongwe. 2009. Common Physiological Disorders of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Fruit Found in Swaziland. Journal of Agriculture & Social Sciences. 09–065/AWB/2009/5–4–123–127.
- [21]. Mayfield J. y W.T. Kelley. 2015. Blossom-End Rot and Calcium Nutrition of Pepper and Tomato. UGA Extension. Circular 938. Reviewed April 2015. The University of Georgia. [http://extension.uga.edu/publications/files/pdf/C%20938\\_3.PDF](http://extension.uga.edu/publications/files/pdf/C%20938_3.PDF)
- [22]. Morrow, R.C. y R.M. Wheeler. 1997. Plant Physiological Disorders. Growth Chamber Handbook. Chapter 9. pp 133 – 141 [http://www.controlledenvironments.org/Growth\\_Chamber\\_Handbook/Ch09.pdf](http://www.controlledenvironments.org/Growth_Chamber_Handbook/Ch09.pdf)
- [23]. New South Wales. 2004. Nutrient Disorders in Greenhouses Lebanese Cucumbers. Agfact H8.3.3. First Edition. Last updated 27 May 2004. Government of Australia. Fuente web: <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture>
- [24]. Reiners, S., P. Nitzche y W. Kline. 2003. Blossom End Rot of Tomatoes, Peppers and Eggplant. FS011. Rutgers Cooperative Research and Extension. The University of New Jersey. [http://extension.uga.edu/publications/files/pdf/C%20938\\_3.PDF](http://extension.uga.edu/publications/files/pdf/C%20938_3.PDF)

- [25]. Savvas, D., G. Ntatsi y H. Passam. 2008. Plant Nutrition and Physiological Disorders in Greenhouse Grown Tomato, Pepper and Eggplant. The European Journal of Plant Science and Biotechnology. Special Issue. pp 45-61
- [26]. Seminis-DeRuiter. 2015. Cucurbit Disease Field Guide. A disease reference guide for cucumber, melon, squash, and Watermelon. Fuente web:  
<http://u.osu.edu/miller.769/files/2015/01/Disease-Guide-Final-010715-1omq239.pdf>
- [27]. Shankar, R., S. Harsha y R. Bhandary. 2014. A Practical Guide to Identification and Control of Cucumber Diseases. Tropical Seeds PVT LTD. No 54, South end Road, 1st Floor, Nama Aurore Building, Basavangudi, Bangalore 560004 India. p 11
- [28]. Smith, Sh., Cocker, C. y R. Cartwright. 2010. Managing Tomato Diseases in Arkansas. FSA7568. Agriculture and Natural Resources. University of Arkansas, Division of Agriculture.
- [29]. Snyder, R. 1995. Greenhouse Tomato Handbook. Publication 1828 (POD-01-16). Actualizado en Febrero 4 de 2016. Mississippi State University Extension. Fuente:  
[http://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p1828\\_0.pdf](http://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p1828_0.pdf)
- [30]. Snyder, R. 2016. Tomato Troubles: Common problems with Tomatoes. Publication 2975 (POD-07-16). Mississippi State University Extension. Fuente web:  
<http://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p2975.pdf>
- [31]. University of California. 1985. Integrated Pest Management for Tomatoes. Publication 3274. Division of Agriculture and natural Resources. University of California. 6701 San Pablo Avenue. Oakland, CA 94608-1239. Printed in the United States of America.
- [32]. Washington State University Extension, Oregon State University Extension Service, the University of Idaho Cooperative Extension System, y the U.S. Department of Agriculture. 2011. Physiological Leaf Roll in Tomato. PNW616. Revisado en Junio de 2011.

***Algunas Fisiopatías de Frutos, Tallos y Hojas en Cultivos Protegidos HORT/CP-001-2016*** es una revisión bibliográfica para apoyo a la docencia y divulgación con información básica que pudiera servir como una guía para la identificación de síntomas anormales de diferentes partes de cultivos hortícolas producidos bajo invernaderos y casas sombra en áreas desérticas del Estado de Sonora. Esta obra está dirigida al sector productivo incluyendo productores, técnicos, estudiantes así como aquellas personas que estén interesadas en la producción de hortalizas de traspatio. Esta publicación ha sido elaborada por el autor basándose en resultados de ensayos experimentales realizados por años sobre el tema en la Costa de Hermosillo y otras localidades. Además, se respalda la obra con una serie de bibliografía cuidadosamente revisada que puede permitir al lector interesado consultar más detalles sobre el tema en la red de internet.

Para mayor información sobre esta publicación, contacte a MC Everardo Zamora [ezamora@guayacan.uson.mx](mailto:ezamora@guayacan.uson.mx)  
 Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora-Hermosillo. Campo Agrícola Experimental Carretera a Bahía de Kino Km 21, Hermosillo, Sonora México.

Este folleto es gratuito para todo público y es una obra intelectual propiedad de la Universidad de Sonora, prohibida su reproducción parcial o total para fines de lucro.