

PIMENTÓN

EN INVERNADERO

Ramón E. Jaimez
Luis Cedeño
Adam Alba
Bruno Añez
Wímer Espinoza
Vianel Rodríguez



CONVERTIDORA
OP
PAPELEX



Universidad de Los Andes
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Mérida, Estado Mérida, Venezuela
Universidad Experimental Sur del Lago
Santa Bárbara, Estado Zulia, Venezuela
Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado
Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela



Ramón E. Jaimez, Luis Cedeño, Bruno Añez, Wilmer Espinoza
Universidad de Los Andes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Mérida, Venezuela. Adam Alba, Universidad Experimental Sur del Lago
Santa Barbara Estado Zulia, Vianel Rodríguez, Universidad Centro
Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Estado Lara-Venezuela

PIMENTÓN EN INVERNADERO



Universidad de los Andes
2010

Pimentón En Invernadero

Primera edición, 2010

- © Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la
- © Universidad de Los Andes, 2010
- © Talleres Gráficos Universitarios, 2010

Hecho el Depósito de Ley
Depósito Legal: LF23720106303655
ISBN: 978-980-11-1355-3

Derechos reservados.
Prohibida la reproducción total o parcial
de esta obra, sin la autorización escrita de los editores

Diseño de Portada
Daniel Delgado
Departamento de Arte y Diseño, TGU

Diagramación.
Inés C. Muñoz C.
Departamento de Arte y Diseño, TGU

Impresión: Universidad de Los Andes
Talleres Gráficos Universitarios. Mérida
talleresgraficos@ula.ve

Ramón E. Jaimez, Luis Cedeño, Bruno Añez, Wilmer Espinoza
Universidad de Los Andes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Apartado 77,
La Hechicera, Mérida, estado Mérida, Venezuela,
Adam Alba, Universidad Experimental Sur del Lago. Santa Bárbara, estado Zulia, Venezuela.
Vianel Rodríguez, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto Estado
Lara, Venezuela

EDITORIAL

Según la FAO, para el año 2009 la producción mundial de Pimentón o Pimiento como también se le conoce en otros países del continente americano, fue de 28 millones de toneladas. En Venezuela, la producción de este rubro en los últimos cuatro años osciló entre 88 y 90 mil toneladas/año, ocupando la cuarta posición entre las hortalizas más importantes del territorio nacional. Sin embargo, es importante destacar que las estadísticas venezolanas aún no diferencian el volumen que aporta a la producción nacional el pimentón cosechado en invernaderos.

En Venezuela la explotación comercial del pimentón en invernaderos o en casas de cultivos, es reciente. Datos sobre construcción de invernaderos en algunas regiones del país, permiten precisar que fue a partir del año 2000 cuando se inició la producción pimentón en invernaderos localizados en las zonas central (Aragua, Carabobo y Miranda) y oriental (Monagas). El transcurrir de la última década ha permitido no sólo la conquista de un mercado, ahora cautivo y creciente, sino que también ha servido para fortalecer una estructura comercial y entrenar productores en una nueva tecnología que ha aumentado los rendimientos y provocado cambios en la sociedad rural.

Hoy es posible afirmar que en Venezuela la producción de pimentón está creciendo exponencialmente, lo cual se evidencia en lo que está ocurriendo en regiones con tradición sobre este rubro como Lara (Barquisimeto y Quíbor) y Portuguesa (Acarigua), donde durante los tres últimos años se han construido más de 15 hectáreas de invernaderos destinados, principalmente, a la producción de pimentón y tomate. Este rápido crecimiento permite vislumbrar que en pocos años, será imperativo establecer una mayor y mejor organización en las cadenas de producción y comercialización e igualmente procurar que los productores adquieran y desarrollen las

habilidades suficientes y necesarias para manejar apropiadamente cultivos escogidos para ser explotados bajo estas estructuras. Una limitación importante es que en la actualidad son escasos los profesionales que están debidamente adiestrados para emprender una labor de asesoramiento que garantice el éxito de las explotaciones, lo cual es una consecuencia de que en las facultades de Agronomía no existen programas que contemplen el manejo de cultivos en invernaderos.

La presente publicación que ha sido titulada "Pimentón en Invernadero", representa el tercer número de la Serie "Cultivos en invernadero" que publica el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de Los Andes. En el mismo, el lector conseguirá información correspondiente a las distintas etapas de crecimiento y desarrollo del pimentón y sobre las prácticas que se deben aplicar en todas y cada una de ellas. Es una guía que pretende orientar rápidamente a técnicos y productores que se inician en la labor de producir pimentón bajo invernaderos. Se pretende que la información contenida en ella, sirva de referencia para la toma de decisiones sobre el manejo del cultivo.

*Ramón E. Jaimez.
Luis Cedeño*

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
GENERALIDADES.....	11
VARIETADES	12
PROPAGACIÓN.....	12
TRASPLANTE	13
PODA	16
FLORES Y FRUTOS.....	19
RIEGO.....	21
COSECHA Y CLASIFICACIÓN.....	21
FERTIRRIGACIÓN EN PIMENTON	25
ENFERMEDADES.....	25
CAUSADA POR BACTERIAS	25
CAUSADA POR VIRUS	42
TRANSTORNOS FISIOLÓGICOS	43

INTRODUCCIÓN

Se estima que en el planeta tierra hay más de 3 millones de hectáreas utilizadas en la producción de pimentón, especie cuyos frutos presentan variaciones en la forma y el color que satisfacen y deleitan los más diversos paladares del mundo. En muchas regiones de países latinoamericanos, con rendimientos de hasta 40 toneladas por hectárea, a campo abierto se está perfeccionando el manejo de este cultivo en invernaderos, instalaciones también llamadas "Casas de cultivo" o "Sistemas de producción bajo cobertura". Sin embargo, es importante señalar que el éxito de la producción de pimentón en invernadero depende sustancialmente de la aplicación apropiada y oportuna de prácticas agronómicas que facilitan el crecimiento, desarrollo y preservación de la salud de las plantas. Estas labores (descontaminación del sustrato, densidad de siembra, fertilización, riego, poda, prevención y combate de plagas y enfermedades), difieren de las que se aplican en campo abierto. Es igualmente indispensable garantizar la sanidad y el vigor de las plántulas escogidas porque las débiles y las enfermas se convertirán en focos de contaminación.

Bajo cualquier condición ambiental, controlada o no, la producción agrícola es difícil y no debe tomarse como diversión ni tampoco como pasatiempo de fin de semana. Esta actividad requiere atención permanente, experiencia y el debido asesoramiento confiable y oportuno, pues no sólo se trata del debido conocimiento del cultivo seleccionado, sino también sobre un conjunto de factores climáticos y de enemigos naturales, que en cualquier etapa del ciclo de cultivo pueden alterar el crecimiento y/o la cosecha. La amenaza es permanente, desde la siembra hasta la cosecha. En consecuencia, hay que adquirir habilidades para identificar exactamente la causa del problema y definir las acciones de prevención y manejo más apropiadas y convenientes.

GENERALIDADES

El pimentón o pimiento pertenece al género *Capsicum*, siendo su nombre científico *Capsicum annuum*. Actualmente, las opiniones coinciden en que todas las especies del género *Capsicum* se originaron en el nuevo mundo. La mayoría de las especies incluidas en *Capsicum*, han sido asociadas en grupos complejos conformados por plantas silvestres y domesticadas, las cuales tienen como característica común el intercambio entre sí de material genético. *C. annuum* fue incluida en el complejo *annuum* conjuntamente con *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. chacoense* y *C. galapagoense*. Las variedades de *C. annuum* difieren en la cantidad de picante que contienen sus frutos y en función de esta propiedad se clasifican en picantes y no picantes.

En Venezuela el pimentón ha sido tradicionalmente cultivado a campo abierto, pero desde mediados de la década de los años 80 comenzó a producirse en invernaderos donde, a pesar de que se han cultivado híbridos de diferentes colores, predominantemente los frutos que se ofertan al público son los de color rojo. Sin embargo, aunque generalmente se recomienda realizar la cosecha cuando los frutos muestran diversas tonalidades o el color característico del híbrido utilizado, actualmente se está convirtiendo en rutina la práctica de recogerlos verdes para poder abastecer la industria de preparados frescos o encurtidos que abastecen las cadenas de comida rápida.

En el trópico el pimentón puede cultivarse durante cualquier época del año, pero en las regiones con cuatro estaciones sólo es posible hacerlo durante ocho meses, lo que significa que únicamente disponen de 2 a 5 semanas para remover y destruir los restos de la cosecha anterior, limpiar y preparar el invernadero para la nueva siembra. En Venezuela, algunos productores han decidido acortar el periodo de producción para realizar dos ciclos por año.

GENERALIDADES

En las casas de cultivo las plantas se dejan crecer hasta 2,5 m de altura y ésta condición debe ser prevista en el diseño de la estructura. Para las instalaciones destinadas a la producción de pimentón, por lo general, se recomienda que la altura a la cumbre tenga como mínimo 5,5 metros. Sin embargo, es preferible construirlos más altos hasta un máximo de 6,0 metros.

Los alambres que se emplean para sostener las plantas y evitar que el peso de la carga quiebre el tallo, generalmente se colocan a una altura comprendida entre 1 y 1,5 metros por debajo del techo, ubicación que debe ser tomada como referencia para establecer el límite aproximado de la altura de las plantas. Los techos altos permiten disponer de suficientes niveles de holgura en la producción de pimentón. Otras consideraciones para trabajar con pimentón, es que mientras más altas sean las plantas, mayor importancia adquiere la poda oportuna para evitar la producción excesiva de ramas.

VARIEDADES

La selección de la variedad para invernadero depende del color, la resistencia a enfermedades, el comportamiento y la cantidad de cosecha que el productor desee. Diversas compañías y distribuidoras de semillas ofrecen variedades diferentes. En Venezuela, en invernaderos ubicados en distintos sitios, se están probando híbridos de diferentes compañías. En zonas localizadas por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), se recomienda utilizar variedades que soportan altas temperaturas.

PROPAGACIÓN

El vivero o área de propagación debe estar muy limpio y descontaminado con una solución de cloro al 10% o con cualquier otro producto indicado para tal fin. La semilla debe haber sido cosechada en fecha reciente ("fresca"), porque las que tienen más de un año pierden vigor y su porcentaje de germinación se reduce con

la edad. Durante la germinación hay que mantener la temperatura del aire entre 25 y 26° C tanto durante el día como en la noche y la humedad relativa entre 75 y 80%. Es importante que las semillas no se sequen. Las plántulas comenzaran a emerger a los 7 ó 10 días después de la siembra en bandejas plásticas con 120 a 150 compartimientos.

Después de la emergencia la temperatura debe ubicarse en 23 ó 24 °C. Durante los primeros cuatro días, las plántulas deben mojarse 4 a 5 veces al día con una "neblina" ligera. Hay que evitar que el sustrato se seque y dependiendo del tipo de material empleado es aconsejable aplicarle una solución nutritiva que contenga nitrógeno, fósforo y potasio. La conductividad de la solución no debe ser mayor a 2 mS. La conductividad hay que medirla regularmente porque permite estimar la concentración de nutrientes.

TRASPLANTE

Transcurridas 6 a 7 semanas después de la siembra, de no haber ocurrido ningún contratiempo, las plántulas deben tener las características y condiciones óptimas para ser establecidas definitivamente en el invernadero de producción. Las plántulas deben medir aproximadamente 25 cm de altura y tener 4 hojas en el tallo principal. La presencia de raíces por debajo del sustrato, evidencia que la plántula tiene el crecimiento apropiado para el trasplante.

Veinticuatro horas antes del trasplante, hay que regar el sustrato del invernadero abundantemente. Si se van a sembrar en bolsas se recomienda colocar piedra picada en el fondo de las mismas para facilitar el drenaje y evitar que ocurra encharcamiento en la zona radical. Es importante garantizar que la temperatura ambiental esté próxima a 25 °C. El sustrato tiene que ser esterilizado por lo menos dos semanas antes del trasplante, ya sea con un producto químico o vapor de agua. Algunos productores aplican bactericidas y fungicidas antes de la siembra como método preventivo y ésta práctica ha proporcionado resultados satisfactorios.

Se sugiere sembrar 3 a 4 plantas/m². Las bolsas o cestas pueden colocarse en filas simples o dobles, atendiendo los requerimientos de la densidad de siembra pre-establecida. La bolsa estándar para pimentón tiene una capacidad mínima de 20 litros y dimensiones de 23 cm x 86 cm x 10 cm después de llenarla.

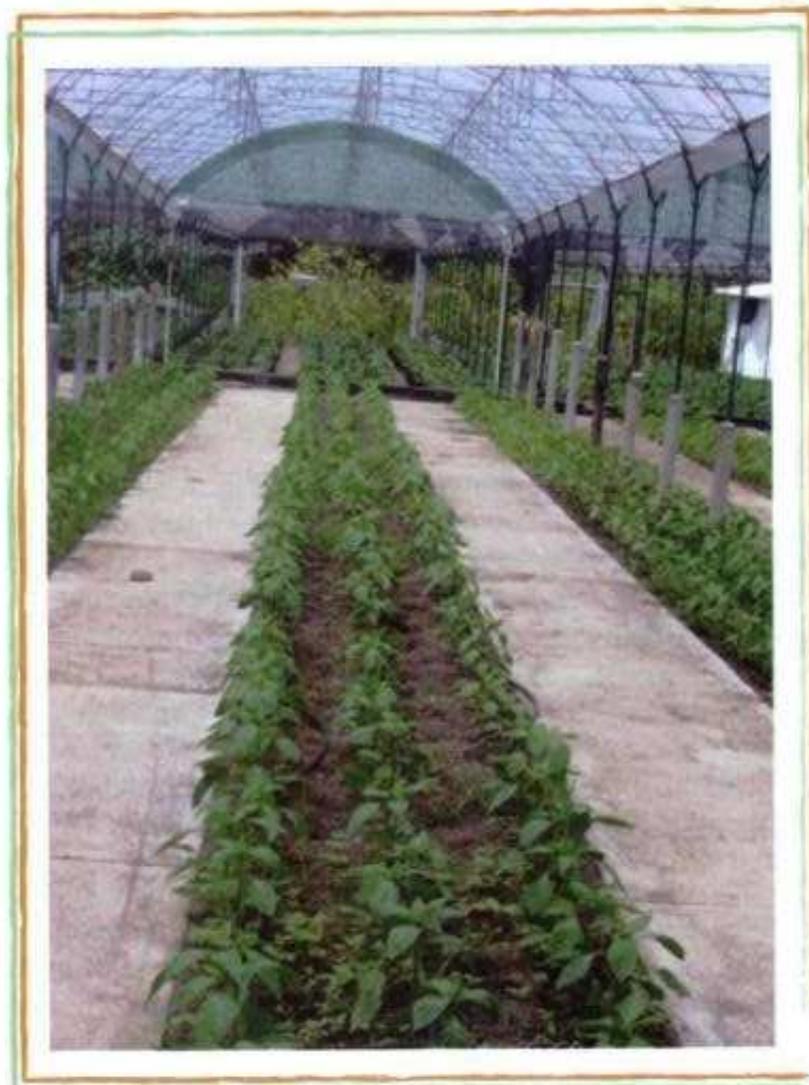


Figura 1. Pimentón creciendo en secciones de suelo separadas por caminerías de cemento.

El espacio que se deja libre para que el personal se movilice sin dificultad, debe tener aproximadamente 70 centímetros de ancho. En las filas dobles, la distancia entre bolsas tiene que ser de 20 centímetros y el ancho total 70 centímetros. Dependiendo del tipo de invernadero y de la capacidad de inversión, en Venezuela se han empleado varios modelos de producción, incluyendo siembra directa en el suelo (Figura 1), en macetas de plástico (Figura 2) y en mangas continuas de plástico (Figura 3).



Figura 2. Pimentón en macetas de plástico (Sartenejas, Caracas).



Figura 3. Pimentón en mangas continuas de plástico (Quibor, estado Lara).

Durante las primeras semanas después del trasplante, el objetivo principal es lograr que las plántulas se establezcan definitivamente en el sustrato y que desarrollen un sistema radical vigoroso. En caso contrario, crecerán débiles y raquíticas y, en consecuencia, serían propensas (susceptibles) a sufrir enfermedades de importancia económica. En este lapso hay aplicar una solución nutritiva con mayor concentración de fósforo. Por otra parte, la conductividad eléctrica a nivel de las raíces puede aumentarse a 2,0 mS.

En el interior del invernadero la temperatura diurna debe oscilar entre 23 y 27 °C y la nocturna entre 18 y 20° C, para un promedio de 19 – 24 ° C en 24 horas. En varias regiones de Venezuela, los promedios de temperatura son superiores a los valores antes indicados, por lo que es preciso abrir las ventanas laterales para evitar que la temperatura supere los 30 °C. En condiciones de alta temperatura es posible obtener rendimientos aceptables, pero ello depende del híbrido utilizado. Hay que tener presente que a mayor temperatura, mayores serán las dificultades para alcanzar el máximo potencial productivo del híbrido o la variedad escogida, especialmente durante las primeras semanas después del trasplante

PODA

Las plantas de pimentón son de crecimiento indeterminado, lo que significa que continuamente producen ramas y hojas nuevas. De lo anterior se deduce, que hay que podarlas regularmente para que el crecimiento ocurra de manera balanceada. Por lo general, cada planta se conduce o se maneja con 2 tallos principales, lo que totaliza 6 tallos / m² en una densidad de 3 plantas / m². Tres a cuatro semanas después del trasplante, todas las plantas tendrán 2 a 3 ramas y este es el momento apropiado para iniciar la poda dejando sólo los dos tallos más vigorosos. La poda mejora la circulación del aire dentro de la plantación, acción que disminuye la aparición de enfermedades. La poda se realiza semanalmente o cada dos semanas, dependiendo del lugar, con el propósito de evitar la formación de nuevas ramas laterales y de esta manera mantener la arquitectura de dos tallos. Sin embargo, hay productores que

conducen la planta con un solo tallo. Las flores y las hojas se originan en los nudos y el segmento de tallo o rama comprendido entre dos nudos se llama entrenudo.

Cada tallo crecerá hasta 3 metros de altura y para mantenerlo en posición vertical (erecto) hay que amarrarlo con nylon (preferiblemente) colocado en forma de abrazadera (Figuras 3 y 4). Las abrazaderas no deben quedar muy apretadas (ajustadas) porque durante el proceso de crecimiento y desarrollo pueden provocar heridas en el tallo. Es importante dejar en la abrazadera suficiente espacio para poder desplazarla (moverla) con facilidad a lo largo del tallo conforme este crece y se expande.

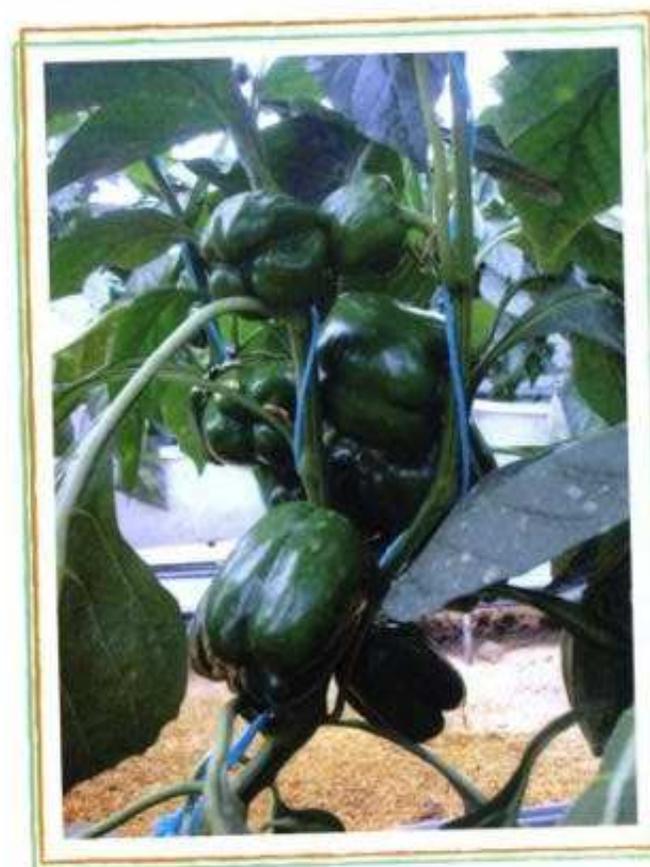


Figura 4. Amarre de la planta.

Se recomienda podar dejando sólo dos o tres hojas por nudo y procurando que la rama lateral crezca hasta el primer nudo donde se forma una hoja y otra rama secundaria. La rama secundaria se poda dejando la primera hoja en la rama primaria y la hoja primaria del tallo principal. Esta segunda hoja se conserva para incrementar el área foliar, lo que se traduce no sólo en un mejor aprovechamiento de la luz solar, sino también en aumentar el nivel de sombra para evitar que los frutos sufran la alteración comúnmente conocida como "Golpe de sol" (Manchas de color cremoso a marrón claro y de consistencia suave al tacto). Los frutos afectados por esta anomalía pierden valor comercial. A las plantas ubicadas en las hileras periféricas se les puede dejar hasta tres hojas porque debido a su ubicación cercana a los laterales del invernadero, son las que reciben mayor cantidad de luz solar. Es importante tener en cuenta que en cada nudo debe dejarse un solo fruto (Figuras 4 y 5)



Figura 5. Disposición de los frutos en los nudos del tallo de pimentón.

Durante la poda hay que evitar cortar (eliminar) la yema terminal del tallo principal, acción comúnmente conocida como "Cegar". De ocurrir esto, el tallo principal detiene su crecimiento y, en consecuencia, se afecta significativamente la producción. La mejor manera de no "Cegar" el tallo principal, es permitiendo que los tallos laterales crezcan hasta 1,5 ó 2 cm de longitud antes eliminarlos. Esta condición permite identificar claramente el lateral que va a ser cortado sin el riesgo de afectar el punto de crecimiento. Es importante no atrasar o retardar la poda porque cuando esto ocurre hay que eliminar hojas y ramas en cuya formación la planta invirtió una cantidad importante de las sustancias que pudieron destinarse al incremento del vigor y/o a la producción de más y mejores frutos.

FLORES Y FRUTOS

La poda de tallos y hojas permite alcanzar el equilibrio entre crecimiento vegetativo y reproductivo. Este balance hay que mantenerlo para que la producción pueda ser continua y constante a través de todo el ciclo. Si se produce un desequilibrio, la producción de frutos puede ocurrir en periodos intermitentes y el productor tendrá que ingeniárselas para poder lograr que las plantas reasuman el proceso de fructificación. Cuando el cultivo de pimentón se encuentra en desequilibrio, resulta bastante difícil re-direccionarlo de este patrón.

La floración, polinización y el tamaño del fruto están directamente relacionados con la temperatura promedio diaria (24 horas) y con la fluctuación de temperatura diurna y nocturna. La temperatura óptima para la floración y la polinización del pimentón se ubica entre 20 y 24 °C. Las flores se quedan pequeñas cuando la temperatura diurna es alta y la nocturna baja. La formación de frutos deformes es comúnmente asociada con problemas de temperatura ocurridos durante la polinización. Un fruto aplanado indica polinización insuficiente, pues se relaciona con la formación de muy pocas semillas. El funcionamiento de los órganos femeninos de la flor, se inhibe a bajas temperaturas nocturnas (14° C ó menos), lo que origina frutos aplanados.

Temperaturas de 32 a 38 °C pueden originar frutos alargados y disminuir la polinización. La polinización se reduce a temperaturas mayores de 27 °C y humedad relativa baja. Se han presentado evidencias de que la reducción en el tamaño del fruto está asociada con un incremento en la intensidad de la luz. Aplicar sombra parcial con mallas que reducen la radiación en un 20 %, puede revertir algunos de los efectos causados por alta intensidad de luz.

Las condiciones estresantes provocadas por altas temperaturas, hacen que la planta permanezca en crecimiento productivo y este problema debe ser manejado inteligentemente en las zonas tropicales. Las plantas deben conducirse apropiadamente para que mantengan la cantidad de hojas y frutos más conveniente. Seis frutos (6) por tallo es un balance óptimo. Si se permite un mayor número de frutos, las plantas no tendrán recursos suficientes para la formación de hojas y reducirán su actividad fisiológica y no estarán en capacidad de llenar adecuadamente los frutos que, consecuentemente tendrán poco peso y tamaño reducido.

Las flores que se desarrollan en la primera horqueta hay que eliminarlas, mientras que las que aparecen en los siguientes nudos se dejan crecer normalmente. En el sur del estado de Florida (USA), se ha hecho costumbre eliminar las flores que se originan en los nudos segundo y tercero y dejar que se desarrollen las que se forman a partir del cuarto nudo. El aborto de flores y frutos ha sido relacionado con la tasa de producción y distribución de los productos provenientes de la fotosíntesis. Se dice que el aborto de flores y frutos pequeños en nudos superiores, se debe a la producción de algunos reguladores de crecimiento en los frutos existentes. Las flores y los frutos exigen a la planta el suministro de productos fotosintetizados y si ésta no está en capacidad de proveerlos, surge la posibilidad de que una cantidad significativa de frutos sean abortados. Para que en las plantas ocurra el balance vegetativo/reproductivo apropiado, es importante mantener la temperatura en la zona radical a 20 °C. Temperaturas por debajo de la indicada (aproximadamente 15 °C), hacen que la planta tienda a mantenerse en crecimiento vegetativo y, en consecuencia, se incrementa el aborto de flores y frutos jóvenes.

La polinización en pimentón ocurre exitosamente de manera natural, pero la asistencia exterior adicional con abejorros o "artificial", contribuye a mejorar la calidad del fruto. Esta práctica es común en otros países, pero en Venezuela ningún productor la aplica.

RIEGO

En zonas tropicales se recomienda aplicar aproximadamente 0,7 litros de agua por planta. Alrededor del 60 % de esta cantidad debe ser suministrada entre las 11 y 14:30 horas. En la medida que avanza el ciclo de cultivo, hay que aumentar el suministro de agua a 1 ó 1,2 litros por planta. Esta cantidad debe ser distribuida en 3 o cuatro riegos diarios. Por ejemplo, pueden ser aplicados a las 9:00, 11:00, 13:00 y 15:00, utilizando aproximadamente entre 0,2 a 0,3 l en cada uno. El programa anterior depende de la zona y de las condiciones de luz durante el día. En días nublados el riego debe ser reducido porque la transpiración y la evaporación disminuyen.

COSECHA Y CLASIFICACIÓN

Desde la polinización a la cosecha transcurren entre 7 y 9 semanas. El fruto se cosecha cuando muestra entre 85 y 90% del color característico. Se clasifican de acuerdo al tamaño y usualmente los más grandes tienen mayor precio. El tamaño potencial del fruto depende de la variedad utilizada, pero el manejo del cultivo es lo que en definitiva determina si la mayoría alcanzará el tamaño máximo esperado. El desarrollo del cultivo y el tamaño del fruto dependen del manejo del ambiente en el invernadero y de proporcionarle a las plantas las condiciones necesarias y suficientes para que alcancen el balance óptimo. En general, el fruto debe pesar entre 150 y 250 g. Sin embargo, los que se forman en la primera horqueta pueden llegar a pesar 400 g. En promedio, durante los periodos de mayor producción se pueden cosechar hasta 300 g por planta (Figura 6). Es importante tener en cuenta que en la medida que se incrementa

la altura sobre el nivel del mar, aumentan los días para el inicio de la cosecha. A manera de ejemplo, a una altitud de 1.936 msnm se requieren alrededor de 100 días y 77 días a 1.260 msnm (Figura 6).



Figura 6. Dinámica de producción de pimentón (cv. Cruzaidler), sin desfloración, en Sartenejas (□ 1.260 msnm) y Mérida (○ 1.936 msnm). Las barras indican el error estándar.

FERTIRRIGACIÓN EN PIMENTON

Se pueden obtener de la literatura informaciones diversas sobre la composición y suministro gradual o no, de la solución nutritiva a aplicar al pimentón, sin embargo, a continuación se presentarán sólo dos recetas que han dado buenos resultados en el cultivo, en nuestra zona tropical:

- 1.- Para pimentón en sustrato a base de fibra de coco, en la cual para disminuir el pH se utilizan con ácidos nítrico y sulfúrico (tabla 1).
- 2.- Solución de Steiner preparada con los fertilizantes disponibles en el país y en la cual para disminuir el pH se utiliza ácido fosfórico (tabla 2).

Tabla 1. Solución nutritiva a aplicar en sustratos a base de fibra de coco.

Solución Nutritiva	Nutriente mg/litro	Sales fertilizantes a mezclar Fertilizante	por cada tanque Cantidad
N	194,53	Tanque A	
P	28,09	Nitrato de calcio (CaNO ₃)	150,0 kg
K	252,08	Nitrato de potasio (KNO ₃)	18,0 kg
Ca	159,57	Hierro quelatado (Fe 9%)	4,5 kg
SO ₄	64,74	Nitrato de amonio (NH ₄ NO ₃)	20,0 kg
Mg	30,22	Tanque B	
Fe	2,03	Nitrato de potasio (KNO ₃)	72,0 kg
Mn	0,56	Sulfato de potasio (KSO ₄)	25,0 kg
Zn	0,23	Fosfato monoamónico (MAP)	25,0 kg
Cu	0,15	Sulfato de magnesio (MgSO ₄)	65,0 kg
NH ₄	16,61	Sulfato de manganeso (MnSO ₄)	450 g
B	0,53	Sulfato de cinc (ZnSO ₄)	200 g
Mo	0,05	Sulfato de cobre (CuSO ₄)	120 g
		Acido bórico	600 g
		Molibdato de sodio (NaMo)	25 g
Capacidad de cada tanque : 1000 Litros			
kg: kilogramos *** g: gramos			

1.- Esta solución nutritiva esta disponible en la página web del servicio de información Casetech (<http://www.casetech.com.au/commformula4.htm>), empresa que la promueve para pimentón en fibra de coco, sustrato de uso muy común en el país.

2.- Steiner, o solución universal, se prepara como se indica en la tabla 2.

Ambas soluciones propuestas, desde el punto de vista del riego, se inyectan en la proporción 1:200, lo que significa que: cada litro de solución concentrada de cada tanque (A y B o C), se diluirá en 200 litros de agua.

Tabla 2. Solución nutritiva universal, para la fertirrigación del pimentón.

Solución nutritiva	mg/litro	Sales fertilizantes a mezclar	por cada tanque
Nutriente		Fertilizante	Cantidad
N	167	Tanque A	
P	37	Nitrato de calcio (CaNO ₃)	106,2 kg
K	273	Nitrato de potasio (KNO ₃)	30,3 kg
Ca	180	Hierro quelatado (Fe 9%)	4,0 kg
Mg	48	Tanque B	
Fe	3,0	Sulfato de potasio (KSO ₄)	27,0 kg
Mn	0,7	Sulfato de magnesio (MgSO ₄)	49,0 kg
Zn	0,09	Sulfato de manganeso (MnSO ₄)	220 g
Cu	0,02	Sulfato de cinc (ZnSO ₄)	40 g
B	0,5	Sulfato de cobre (CuSO ₄)	8 g
Mo	0,04	Acido bórico	280 g
		Molibdato de sodio (NaMo)	1 g
		kg: kilogramos *** g: gramos	
		Tanque C	
		Acido Fosfórico	2 litros
		Capacidad de cada tanque:	1000Litros

Es recomendable disponer en la unidad de producción de un pHmetro y un conductímetro, para de realizar los ajustes finales en la solución a aplicar en proporción 1:200, es decir la que recibirá cada planta: a) el pH debe ser de 5,5, pero en caso de no obtenerlo, aplique ácido fosfórico gradualmente y b) la conductividad eléctrica (CE), es la cantidad de sales totales máximas a aplicar a cada planta y no debe sobrepasar la unidad de 2,0 dS/m. Si lo supera, disminuya la aplicación de 1:200 a 1:190 y así sucesivamente, no cambie la proporción de fertilizantes. Otro elemento a considerar es el análisis de aguas, generalmente aportan cantidades importantes de calcio, la cual permite restarle al tanque A el equivalente del aporte de calcio y en consecuencia, se ahorrará fertilizantes.

El número de riegos dependerá de las variables climáticas, el volumen del sustrato y de la edad de la planta, no obstante con fines de diseño preliminar, unos 1,7 litros diarios por planta puede ser una cantidad ideal para zonas por debajo de los 1000 msnm, repartidos a lo largo del día con una frecuencia de riego de cada hora. En lugares por encima de los 1000 msnm. la cantidad de agua a aplicar puede variar entre 1000 y 600 ml por planta/día

Si consideramos que se colocan unas 4 plantas por metro cuadrado, las soluciones recomendadas (tanques de 1000 litros) pueden fertirrigar 25000 metros cuadrados de área protegida, cada 24 horas.

ENFERMEDADES

Se describirán las enfermedades identificadas en campo abierto e invernaderos. Las de origen viral sólo serán mencionadas porque la identificación correcta de las mismas es difícil y hay que hacer una inversión importante de tiempo y dinero y, por lo general, la medida de control se limita a la recomendación de eliminar plantas o en casos extremos destruir el sembrado.

1. Causadas por bacterias:

Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

También se le conoce como "Roña" y "Sarna" y se caracteriza por la aparición inicial en las hojas de lesiones (manchas pequeñas) de aspecto húmedo, las cuales posteriormente se convierten en manchas circulares e irregulares de centro pardo y con borde amarillo. En el tallo produce pústulas (vejigas) abultadas (sobresalientes) de color oscuro. En los frutos se inicia como pústulas hundidas, blandas al tacto y de aspecto translucido. Los frutos con infecciones avanzadas sufren una pudrición generalizada que a causa de la presencia de microorganismos oportunistas se muestra hedionda y acuosa. El patógeno se transmite por semilla y a su diseminación (propagación) en las siembras contribuyen las lluvias, el rocío, el viento, los trabajadores e insectos. Ocurre especialmente en zonas cálidas y húmedas.



Figura 7. Síntomas de la mancha bacteriana

2.- Causadas por hongos:

"Sancocho" (*damping off*)

"Sancocho" es el término utilizado comúnmente para distinguir las enfermedades que dañan las semillas y las plántulas antes o inmediatamente después que éstas logran superar la superficie del suelo (emergencia). El "Sancocho" puede ser causado por hongos que pertenecen a diferentes clases y todos tienen actividad saprofita. Los más comunes son *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp. y *Sclerotium rolfsii*. Cuando la enfermedad ataca la radícula (promotora de las raíces) y el tallo inmediatamente después de la germinación, las plántulas no emergen y el "Sancocho" es pre-emergente, pero si aparece después de la emergencia es post-emergente.

Los daños de "Sancocho" pre-emergente usualmente se confunden con mala o pobre germinación de la semilla. Las plántulas afectadas durante la post-emergencia, inicialmente presentan los tejidos del cuello húmedos, luego el área afectada pierde grosor y finalmente la plántula se acuesta sobre el sustrato, mientras que el resto de los tejidos conservan la turgencia por un tiempo. Antes de

la muerte no ocurre amarillamiento. El examen detallado mostrará síntomas de descomposición (pudrición) en las raíces y/o la parte basal del tallo. Las plántulas que logran sobrevivir y alcanzar la madurez (plantas adultas), no tendrán el mismo desarrollo ni producirán frutos como las plantas sanas.

La enfermedad es muy común en sustratos a base de tierra y en invernaderos donde las prácticas sanitarias son deficientes o las condiciones de crecimiento (temperatura del ambiente, riego, etc.) no son óptimas y hacen que las plántulas se estresen.

Los hongos causantes de "Sancocho" son polífagos, condición que hace difícil determinar o predecir cuales plantas pueden hospedarlos. Generalmente tienden a acumularse en el suelo, aumentando la incidencia de la enfermedad a medida que la siembra se repite en el mismo sitio. Esto significa que el suelo es una importante fuente de contaminación.

Entre las condiciones que predisponen la ocurrencia de "Sancocho" se incluyen las siguientes:

- Suelo con mal drenaje
- Temperatura elevada
- Siembra densa (tupida)
- Exceso de sombra
- Riego en exceso
- Siembra continua en el mismo sitio
- Uso de materia orgánica no descompuesta

En general, las medidas de control que han proporcionado los mejores resultados incluyen:

- Selección del sitio: áreas elevadas no sujetas a inundación, suelos livianos y libres de contaminación
- Preparar el terreno con suficiente antelación para promover la descomposición de la materia orgánica y mejorar el drenaje y la aireación del suelo
- Evitar el agua contaminada porque es el más eficiente transportador de las zoosporas de las especies de *Pythium* y *Phytophthora*

- Sembrar en hileras procurando que queden lo más ralas posible
- Descontaminar la semilla antes de la siembra, utilizando fungicidas recomendados
- Tratar el suelo o sustrato con formol u otro producto esterilizante

En caso que después de la siembra aparezca la enfermedad, inmediatamente hay que aplicar las siguientes medidas.

Disminuir el riego al mínimo o regar con un fungicida a base de cobre, procediendo inmediatamente a lavar las hojas mediante riego ligero.

Cuando el agente causal de la enfermedad sea *R. solani*, tratar el cantero (semillero) o los recipientes de siembra con pentacloronitrobenceno (PCNB) en dosis de 8 a 10 gramos por metro cuadrado.

En los invernaderos la mejor práctica de control es la aplicación de un conjunto de medidas de prevención que incluyen limpieza y descontaminación de la estructura, selección de semillas de origen reciente ("frescas") y calidad comprobada, y garantizar el manteniendo de las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento de las plántulas y plantas.



Figura 8. "Talio de alambre" causado por *R. solani*

"Tristeza" o "seca" (*Phytophthora capsici*)

P. capsici ataca a la planta de pimentón durante cualquier etapa del ciclo de cultivo. Las plantas enfermas primeramente se marchitan progresivamente de arriba hacia abajo sin experimentar ningún síntoma de amarillamiento y posteriormente mueren. Estos síntomas pueden ser confundidos con los causados por la "Asfixia radical (de raíces)", la cual se describe en el aparte correspondiente a FISIOPATÍAS. *P. capsici* también daña los frutos de pimentón, tomate, melón y calabacín, ocasionándoles pudrición acuosa. La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad varía entre 25 y 28 °C. Los primeros daños ocurren en el semillero y se toman muy graves cuando los frutos comienzan a aumentar de tamaño. Los cultivos más atacados son los que se riegan por "pie", especialmente cuando el agua proviene de canales comunales.

Para la lucha contra *P. capsici* es más efectivo e importante prevenir que corregir. En tal sentido, se sugieren algunas prácticas agronómicas de interés:

- Recoger y quemar los residuos dejados por la cosecha anterior, especialmente la porción basal (cuello y raíces)
- No enterrar restos de plantas y/o frutos
- De ser necesario, someter el sustrato a proceso de esterilización
- Sembrar con la separación apropiada para que las corrientes de aire no permitan que ocurra acumulación excesiva de humedad
- Evitar que el agua de riego toque el "pie" de las plantas

En terrenos con registros previos de contaminación, la lucha hay que dirigirla contra las esporas (zoosporas= esporas que tienen unos dispositivos que le permiten nadar) del microorganismo patógeno (Oomiceto). Al respecto se recomienda diluir fungicidas solubles a dosis bajas en el agua de riego (1:50.000 ó 1:20.000). Puede utilizarse una mezcla a partes iguales de sulfato de cobre y permanganato de potasio, a razón de 100 Kg/Ha en cada ciclo de cultivo (5 Kg/Ha en cada riego).



Figura 9. "Tristeza" inducida por *P. capsici*

Mildiú polvoriento, oidio ó ceniza (*Leveillula taurica*)

En las hojas inicialmente se observan manchas amarillas que rápidamente se van necrosando desde el centro hacia el borde. En la cara inferior (envés) de la hoja aparece un polvillo blanco conformado por las estructuras reproductivas (conidióforos y conidias) del hongo *Oidiopsis taurica*, fase asexual o anamorfica de *Leveillula taurica*, patógeno que también infecta una amplia variedad de plantas de reconocida importancia agrícola (algodón, ajonjolí, berenjena, tomate, etc.) y ornamental (lisianto). Cuando el ataque es fuerte las hojas se secan y se caen (defoliación), dejando a los frutos expuestos a la acción de los rayos del sol. La enfermedad se desarrolla más rápidamente durante periodos calurosos y en ausencia de lluvia, aunque requiere de la presencia de cierto nivel de humedad ambiental. Las condiciones climáticas óptimas son temperatura próxima a 26 °C y humedad relativa cercana a 70%.

Como medida de prevención, las aplicaciones semanales de soluciones bicarbonato de sodio preparadas al 2%, han proporcionado resultados muy satisfactorios. Sin embargo, cuando el ataque es severo y generalizado, se sugiere realizar dos aplicaciones continuas de cualquier fungicida específico para el control de mildiú polvoriento y luego iniciar el tratamiento a base de bicarbonato de sodio.



Figura 10. Síntomas y signos de mildiú polvoriento por *L. taurica*. en hojas

Podredumbre gris ó moho gris (*Botrytis cinerea*)

Esta enfermedad es de ocurrencia común en los cultivos bajo invernadero donde la humedad ambiental se mantiene alta y la circulación de aire es deficiente. El hongo *B. cinérea* ataca todos los tejidos que conforman la parte aérea de la planta, pero regularmente lo hace en plantas débiles, hojas viejas o con heridas causadas por la poda. En el tallo, hojas, ramas y flores produce manchas de color pardo, mientras que en los frutos origina una pudrición blanda que, por lo general, se inicia en las depresiones (hendiduras) que rodean el tallito (pedúnculo) que los mantiene unidos al tallo. Cuando sobre los tejidos infectados se acumula agua de riego o gotas de rocío,

rápidamente aparece un moho de color gris que contiene una gran cantidad de esporas (conidias) del hongo, las cuales son transportadas (diseminadas, propagadas) por viento, lluvia, insectos, ácaros y trabajadores. El patógeno, por lo general, ingresa al tallo a través de heridas invadiendo los tejidos internos hasta provocar estrangulamiento y muerte de la planta. La infección en el fruto frecuentemente comienza en el cáliz (grupo de hojitas, sépalos, localizadas en la parte inferior de la flor), en la flor seca o en lesiones previas.

En general, la manera más sencilla y económica de evitar o disminuir la presencia de ésta enfermedad, es aplicar las acciones preventivas que a continuación se mencionan:

- Eliminar las plantas infectadas, los tejidos vegetales en descomposición y las malas hierbas (malezas).
- Procurar que durante la poda los cortes se hagan a ras del tallo y cuando el ambiente no tenga demasiada humedad.
- Aplicar después de la poda una pasta hecha con fungicidas a base de cobre (cúpricos).
- Orientar la siembra en la dirección con mayor circulación de aire para reducir los excesos de humedad.
- De ser posible regar por goteo
- Garantizar adecuada circulación de aire y mantener la humedad relativa por debajo del 85% para evitar que en las hojas y frutos se acumule agua.



Figura 11. "Fruto con moho gris" por *B. cinerea*

Mancha cercospora u "ojo de sapo" (*Cercospora capsici*).

Esta enfermedad, causada por el hongo *Cercospora capsici*, es de aparición frecuente durante los periodos lluviosos. Ataca hojas, tallos, peciolas y pedúnculos (tallito que sostiene el fruto), pero no invade los frutos. La infección ocurre por penetración directa de los tejidos. Comúnmente las esporas de los hongos pertenecientes al género *Cercospora*, requieren la presencia de agua libre para poder germinar y penetrar los tejidos de la planta hospedante, pero en pimenton un rocío fuerte parece ser suficiente para que se produzca la infección. El hongo sobrevive sobre y dentro de la semilla y, probablemente, como pequeños estromas negros en los residuos contaminados que caen al suelo de plantas muertas. El patógeno se propaga a través de salpicaduras de agua de lluvia o de riego por aspersión, el viento y por contacto hoja a hoja. Bajo condiciones de alta humedad, *C. capsici* produce sus esporas (conidias) en la superficie superior de las manchas, específicamente en el área central. Cuando las conidias se examinan en un microscopio se ven largos, sin color (incoloros), delgados y con muchas células.

En las hojas los síntomas comienzan a manifestarse como manchas circulares u ovals (más largas que anchas) con aproximadamente 0,4 a 2,5 centímetros de diámetro y aspecto húmedo, que posteriormente presentan centro gris claro o blanco y márgenes de color marrón oscuro. Alrededor de los márgenes ocasionalmente puede aparecer un halo amarillento. La morfología y la combinación de colores le confieren a las manchas aspecto semejante a un ojo de sapo, lo cual permite reconocer rápidamente la enfermedad en el campo. Generalmente las manchas se secan y se caen dejando un hueco en las hojas. Las hojas severamente afectadas se caen (defoliación) después de experimentar amarillamiento. La pérdida de hojas deja los frutos expuestos a la acción de los rayos solares. Las lesiones en tallos, peciolas y pedúnculos, tienen forma elíptica, centro gris y bordes oscuros

Usualmente la enfermedad se inicia en los semilleros y es más severa durante periodos prolongados de temperatura caliente y de excesiva humedad ambiental producto de lluvias o de riego por aspersión. Estas condiciones también favorecen la ocurrencia

de la mancha causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. De hecho, ambos patógenos y una especie del género *Alternaria*, regularmente aparecen juntos en las hojas enfermas de pimentón. Sin embargo, la opinión general es que *Alternaria* sp. actúa como un patógeno secundario que se aprovecha de los tejidos dañados por los otros microorganismos.

Comúnmente la mancha "Ojo de Sapo" se convierte en un problema grave durante periodos lluviosos prolongados y cuando el follaje permanece húmedo por mucho tiempo y la separación entre plantas es demasiado estrecha.

MANEJO AGRONÓMICO

- 1.- Utilice semilla certificada. Trátela con solución de cloro al 1 % o con agua caliente (50 °C) durante 25 minutos
- 2.- Asegúrese que las plántulas a trasplantar no presenten la enfermedad
- 3.- No regar por aspersión.
- 4.- No permita que los trabajadores y los equipos agrícolas ingresen a la siembra cuando el campo este húmedo.
- 5.- Cuando riegue procure no mojar las hojas. Preferiblemente hágalo temprano en la mañana para que a mitad de la tarde los tejidos estén secos.
- 6.- Utilice el número adecuado de plantas a la distancia apropiada y siembre a la mejor distancia para que no ocurra exceso de sombra.
- 7.- Deshoje la porción basal de las plantas enfermas para eliminar las primeras hojas infectadas y favorecer la penetración de las corrientes de aire. De esta manera se reduce el nivel de inoculo y se promueve el secado rápido de los tejidos vegetales.
- 6.- Durante y después del ciclo de cultivo, recoja y queme los restos de cosecha

Químico:

La infección puede ser controlada efectivamente con fungicidas, pero estos productos sólo deben ser aplicados cuando las condiciones ambientales sean altamente favorables para la ocurrencia de la

enfermedad. Asperjar mancozeb (Manzate) o clorotalonil (Bravo, Daconil) tan pronto como aparezcan las primeras manchas. Es posible que se requiera realizar una aspersión semanal. Asegúrese de cubrir todo el follaje de cada planta. Utilice adherente (pega, surfactante) y una bomba de motor.



Figura 12. "Ojo de sapo" por *C. capsici*

Antracnosis (*Colletotrichum* spp.)

En fitopatología el término antracnosis se emplea para identificar las enfermedades causadas por hongos del género *Colletotrichum*. La forma de reproducción sexual (perfecta ó ascospórica) de estos hongos es muy rara, siendo la asexual (imperfecta o conídica) la que usualmente aparece sobre los órganos atacados. La estructura asexual típica se llama acérvulo, la cual tiene forma de pústula y, por lo general, se desarrolla inmediatamente por debajo de la epidermis

y está constituido por un conjunto de filamentos (hifas) densamente empaquetados, a partir de las cuales se originan filamentos especiales llamados conidióforos, en cuya punta se forman las esporas (conidias). Cuando los acérvulos alcanzan la madurez, se hinchan y rompen la epidermis con la ayuda de la presión ejercida por unas púas (setas) negras que se encuentran entremezcladas con los conidios.

Las esporas se forman en una sustancia gelatinosa que se endurece durante tiempo seco y debido a ello sólo el agua de lluvia o de riego por aspersión contribuye a la diseminación de las conidias; el viento no las propaga. Las esporas son incoloras (no tienen color) y pueden tener forma cilíndrica (tubular) o curvada (falcada o de media luna), dependiendo de la especie de *Colletotrichum*. Cuando las esporas hacen contacto con tejidos sensibles, germinan produciendo un tubo germinativo corto, en cuya parte terminal aparece una célula de color pardo llamada apresorio, la cual se pega (fija, adhiere o adosa) a la epidermis de la planta. Las conidias no resisten la sequía y sólo germinan cuando ocurren lluvias o hay acumulación de agua a causa del rocío o del riego por aspersión. Al contrario, el apresorio maduro es muy resistente a la sequía.

Lo anterior permite concluir que las antracnosis son enfermedades que son favorecidas por las lluvias y progresan lentamente a partir de los focos iniciales de infección. Si la planta hospedante es fisiológicamente receptiva (sensible), el apresorio germina emitiendo un filamento que perfora la epidermis y se ramifica a expensas de las células de la planta, las cuales se van necrosando conforme el hongo avanza. Las manchas de antracnosis son generalmente negras, ligeramente hundidas y bien delimitadas. Cuando el tiempo está húmedo, las manchas se recubren de pequeñas pústulas (acérvulos) de color crema, anaranjado o rosado.

Las antracnosis son muy resistentes a los fungicidas a base de cobre y azufre; mientras que son muy sensibles a los productos orgánicos, especialmente maneb, zineb, etc.

En los frutos de pimentón (*C. annum* L.) y de ají tabasco o chirel (*C. frutescens* L.), la antracnosis se inicia como pequeñas lesiones

de aspecto húmedo y fruncido (arrugado), que en clima favorable se expanden rápidamente. Las lesiones viejas son hundidas, circulares de diámetro variable, presentan el aspecto de anillos concéntricos y sus límites o contornos son bien definidos. En condiciones de alta humedad, sobre las lesiones aparecen masas gelatinosas de color rosado o anaranjado que contienen las conidias producidas por los acérvulos. La enfermedad es más dañina en frutos maduros. Las mayores pérdidas ocurren cuando la producción coincide con ambiente húmedo.

El pimentón es atacado por varias especies de *Colletotrichum*, pero las más comunes e importantes son *C. capsici* y *C. gloeosporioides* que en las regiones húmedas y calientes reducen significativamente la producción de frutos comerciales. Ambas especies fueron detectadas en el 2002, causando pérdidas importantes en Los Araques (estado Mérida) y Santa Cruz de Zulia (estado Zulia).

C. capsici se reconoce porque sus acérvulos tienen abundantes púas negras y producen conidias curvadas que se adelgazan gradualmente hacia los extremos, fusiformes, incoloros y con 18-23 micras de largo y 3,5-4 micras de ancho. Las conidias aparecen en masas de color salmón. *C. capsici* también causa antracnosis en tomate y varios frutales tropicales.

C. gloeosporioides forma acérvulos con o sin púas, conidias incoloros, rectos, cilíndricos de base truncada y punta redonda, con 12-17 micras de largo y 3,5-6 micras de ancho. Las conidias aparecen en masas gelatinosas de color rosado o anaranjado.

Las especies de *Colletotrichum* sobreviven en semillas, residuos de cosecha y malezas hospedantes. Son dispersados localmente por salpicaduras de agua, insectos, ácaros y por contacto del personal obrero. Los frutos son infectados por conidias transportadas por gotas de agua de lluvia o de riego por aspersión. Si las conidias consiguen altos niveles de humedad y temperatura, germinan para formar apresorios los cuales facilitan la penetración de los tejidos y que, además, actúan como unidades de sobrevivencia.

C. capsici y *C. gloeosporioides* infectan tanto la parte externa como la interna de las semillas de pimentón. Los factores ambientales juegan un papel determinante en el desarrollo de la epidemia. La duración de una película de agua en la superficie de los tejidos, tiene influencia directa sobre la germinación, penetración, infección y crecimiento de estos hongos en los cultivos tropicales.

PREVENCIÓN Y CONTROL

- Comprar semilla libre de contaminación
- Sembrar lo menos tupido posible, a fin de facilitar la circulación de las corrientes de aire entre las plantas y así evitar que los tejidos permanezcan húmedos durante mucho tiempo
- Recoger y destruir los restos de cultivo, incluyendo los frutos enfermos
- No regar por aspersión porque facilita la propagación del patógeno
- Fertilizar de manera equilibrada, evitando el exceso de nitrógeno.
- En los sitios donde la enfermedad se detectó con anterioridad, el fungicida Amistar puede aplicarse para prevenir la infección. Es muy importante leer y seguir las indicaciones del fabricante.



Figura 13. Antracnosis causadas por *C. gloeosporioides* (izquierda) y *C. acutatum* (derecha).

"Pudrición de la corona" o "quema del sur" (*Athelia rolfsii*)

La enfermedad ocasionada por la fase esclerocial o asexual (*Sclerotium rolfsii*) de este hongo, ha sido detectada y registrada en cientos de especies de plantas, excepto avena, maíz, trigo y sorgo. Produce esclerocios del mismo tamaño de una semilla de mostaza y en razón de ello es llamado el hongo de las semillas de mostaza. Los esclerocios son redondos y al principio aparecen blancos, luego cambian a color entre crema y marrón claro. Cuando los esclerocios aún están blancos sobre la superficie aparecen gotas de un líquido cuyo contenido de ácido oxálico se presume mata las células de las plantas hospedantes conforme las hifas avanzan. Esto significa que el patógeno nunca ha penetrado tejidos vivos y explica el por qué muchas plantas diferentes sucumben rápidamente ante la presencia de la "Quema del sur"

El primer signo de la enfermedad es la aparición de tramas de micelio de color blanco en la base del tallo, extendiéndose hacia arriba en forma de abanico.



Figura 14. Síntomas y signos de la "Quema del sur" por *S. rolfsii*.

FUSARIOSIS

Los *Fusarium* son hongos que viven naturalmente en el suelo. Desde el punto de vista patológico, las especies que tienen mayor importancia económica en pimentón son *F. solani* y *F. oxysporum*, las cuales sobreviven por años bajo la forma de esporas de resistencia o de conservación llamadas clamidosporas. Comúnmente producen dos tipos de esporas: *macroconidias* tabicadas (septadas) que tienen forma de media luna y *microconidias* ovoides y desprovistas de tabiques. Ambas especies han sido encontradas en siembras de pimentón de la región andina, siendo *F. oxysporum* la que ha causado los mayores daños.

F. oxysporum origina y provoca necrosis en las raíces de las plantas. Posteriormente los filamentos (hifas) de micelio que han llegado al cilindro central de la raíz, se trasladan a los vasos conductores y rápidamente se multiplican originando una "goma" de color pardo que obstaculiza la circulación de la savia y, en consecuencia, todos los tejidos de la planta se ven imposibilitados de recibir las sustancias necesarias para que el crecimiento, desarrollo y reproducción ocurran de manera normal. Esta alteración fisiológica se traduce en los siguientes síntomas externos: primeramente las hojas comienzan a amarillarse y posteriormente experimentan marchitez total. A las enfermedades de este tipo se les llama *Enfermedades vasculares*, y es característico de ellas el que, cuando la planta se enferma por un sólo lado, los síntomas de amarillez y marchitamiento también se manifiestan lateralmente.

Actualmente no se dispone de un fungicida sistémico lo suficientemente activo contra estos hongos. No hay posibilidades de curar plantas enfermas. Sólo sería eficaz una desinfección preventiva del suelo, pero desafortunadamente las clamidosporas de *F. oxysporum*, por medio de las cuales se perpetua la especie y se conserva en el terreno, son muy resistentes aún a los mejores fumigantes. La mejor solución sería utilizar variedades resistentes a la enfermedad.

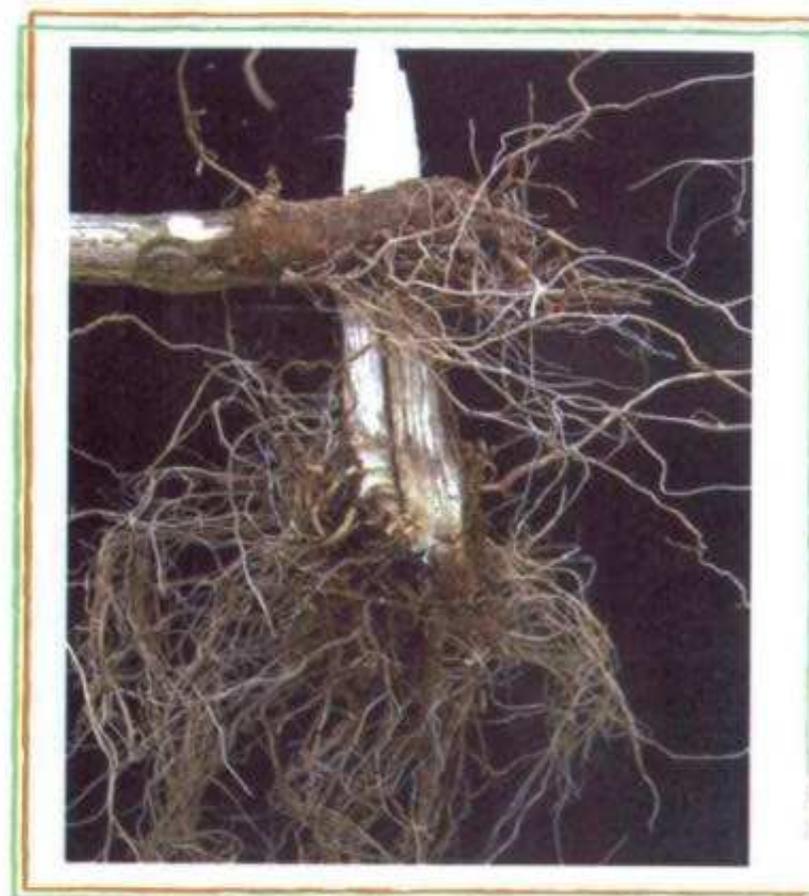


Figura 15. Fusariosis

Putridión blanca o esclerotiniosis (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Las plantas infectadas frecuentemente mueren (colapsan) de manera súbita (rápidamente) a causa de una podredumbre basal que inicialmente se muestra blanda y no emite ningún olor desagradable, pero que posteriormente se vuelve seca. Usualmente los tejidos afectados son invadidos por un moho blanco de aspecto algodonoso, el cual en la medida que los tejidos vegetales se mueren va formando unas estructuras con forma de costra llamadas esclerocios que al principio aparecen blancas, pero posteriormente cambian a negro.

Entre las medidas que se sugieren para combatir la esclerotiniosis están las siguientes:

- Descontaminar el sustrato mediante solarización (preferiblemente) o a través de tratamientos químicos
- Arrancar y quemar las plantas enfermas procurando que los esclerocios no se desprendan de estas y se caigan al suelo
- Manejar apropiadamente la ventilación y el riego. La presencia de humedad en exceso favorece el desarrollo de esta enfermedad.



Figura 16. Esclerotiniosis

3.4.- Causadas por virus:

Entre los virus identificados en Venezuela se encuentran "Y" de la Papa (PVY), Mosaico del Pepino (CMV), Mosaico de la Alfalfa (AMV), Estriado del Tomate (TSV), Bronceado del Tomate (TWSV), Mosaico del Tomate (TMV), Mosaico O del Tomate (TOMV), Moteado Suave del Pimentón (PMMV), entre otros.

4.- Causadas por nematodos

Los nematodos son microorganismos que viven en el suelo y tienen aspecto semejante a un "Gusano". En el pimentón cultivado

en Venezuela se han reportado varias especies de nematodos, incluyendo *Aphelenchoides* sp. *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchus reniformis* y *Tylenchorynchus annulatus*. Sin embargo, es necesario destacar que los pertenecientes al género *Meloidogyne* son los que con mayor frecuencia han sido asociados con marchitez en el cultivo. Estos nematodos suelen producir agallas (tumores, abultamientos) en las raíces, los cuales impiden que las plantas reciban el agua y los nutrientes que necesitan y, en consecuencia, se produce un desarrollo menor que el esperado y la aparición de marchitez en verde durante las horas de mayor calor, clorosis y achaparramiento (enanismo).

5.- Trastornos fisiológicos (alteraciones, fisiopatías)

Pudrición del "pie" ó asfixia: Generalmente se produce cuando el suelo se encharca a causa de lluvias o riegos muy abundantes ó frecuentes, condición a la cual el pimentón es muy sensible. La planta muere debido a la asfixia de las raíces que no pueden alimentarla. En el cuello aparece una línea de tejidos ennegrecidos que separa la parte viva de la asfixiada y la corteza se descompone. Requiere el diagnóstico de un experto para no confundir los síntomas con los correspondientes a daños causados por hongos u oomicetos que viven en el suelo.

Frutos con la piel corrugada: Característicamente en la superficie del fruto aparecen finas grietas que le proporcionan aspecto de textura corrugada. Esta alteración es provocada por la ocurrencia de cambios bruscos en la tasa de crecimiento del fruto. Puede manifestarse después de periodos de alta humedad relativa (mayor a 85%) o cuando el clima cambia de caluroso y soleado a nublado y frío o viceversa.

Frutos agrietados: Se origina por suministros irregulares de agua y/o por la presencia de altos niveles de humedad relativa. Generalmente se presenta en frutos maduros donde el mesocarpio se hincha y rompe la epidermis ("piel") a causa del agua que recibe en exceso. La sensibilidad a este fenómeno varía entre cultivares.

Necrosis apical o "culillo" del fruto: Es muy común en el pimentón de invernadero. Se trata de una necrosis que aparece en la parte terminal del fruto. Su aparición puede ser consecuencia de escasez de calcio en el suelo o de dificultad en la movilización del calcio debido a la ocurrencia de aumentos bruscos en la temperatura, alta salinidad o estrés hídrico. La sensibilidad varía con el cultivar. Los frutos dañados no tienen valor comercial. Se puede evitar permitiendo que la planta reciba regularmente la cantidad de agua necesaria para impedir la ocurrencia de estrés por humedad excesiva o por condiciones de transpiración reducida. La alteración también puede ser disminuida significativamente mediante aplicaciones de nitrato de calcio.

"Golpe" de sol: Es una alteración que se presenta en el fruto a causa de la incidencia directa de los rayos solares. Los síntomas comienzan como manchas blanquecinas de forma circular, suaves al tacto, con un borde bien definido entre el tejido sano y afectado, las cuales posteriormente se secan y se ennegrecen. Las manchas son rápidamente invadidas por diversos hongos saprófitos de los géneros *Alternaria*, *Cladosporium*, etc.



Figura 17. "Golpe de sol"

Toxicidad: El pimentón es muy sensible a toxicidad provocada por aplicaciones incorrectas de productos. Los síntomas más comunes son deformaciones y manchas amarillas en las hojas, defoliación intensa y violenta (rápida). Además, sus raíces son muy sensibles a salinidad, pudiendo ocurrir muerte que se manifiesta en forma de necrosis.