

# Guía del cultivo del tomate en invernaderos



## Contenido

- Plan para el éxito
- Densidad de plantas
- Variedades
- Crecimiento en medios de cultivo
- Fechas de siembra
- Poda y guía
- Polinización
- Temperatura
- Humedad relativa
- Enfriamiento del invernadero
- Riego
- pH
- Fertilización
- Métodos para mezclar fertilizantes
- Respuesta de la planta
- Solución modificada de Steiner
- Fertilizantes comerciales
- Cómo calcular el nivel de un elemento en un fertilizante
- Análisis de tejidos de hojas
- Síntomas de deficiencias de nutrientes
- Desórdenes fisiológicos
- Apéndice I. Información adicional
- Apéndice II. Fabricantes de invernaderos comerciales (G) y proveedores (S)
- Apéndice III. Asociaciones y cursos cortos

La producción de tomates en invernaderos ha atraído la atención en los últimos años, en parte debido a la nueva onda de interés en los “cultivos alternativos.” La atracción se basa en la percepción de que los tomates de invernaderos pueden ser más rentables que los cultivos agronómicos o los cultivos hortícolas convencionales. La fama puede ser debida a malos entendidos sobre cuán fácilmente se puede cultivar esta planta.

Mientras el valor de los tomates de invernadero por unidad es alto, los costos son también altos. Se detallan los siguientes puntos para aclarar cualquier malentendido que usted pudiera tener. Recuerde lo siguiente antes de decidir sobre la producción de tomates en invernaderos, ya sea como un cultivo para ganarse la vida o como un ingreso suplementario:

- **Los tomates producidos en invernaderos requieren manejos únicos, distintos de los cultivos como soja y algodón, e inclusive ni similar a otros cultivos hortícolas.** De hecho, un productor de tomates a campo abierto podría tener dificultades para cultivar tomates en invernaderos si no



tomara un tiempo suficiente para aprender. Se debe entender que la producción de tomates en invernaderos es totalmente distinta de la producción de cultivos en el campo.

- **Debido a los requisitos específicos de producción, los tomates de invernadero no pueden ser considerados como un cultivo “fácil.”** Son uno de los cultivos hortícolas más difíciles de producir, con muchos procedimientos a seguir para asegurar plantas sanas y productivas.
- **Por unidad, el tiempo necesario para el cultivo de tomates en invernadero es mucho mayor que cualquier cultivo hortícola de campo.** Varias prácticas culturales semanales (poda, atado, polinización, rociamientos o pulverizaciones, etc.) suman una cantidad tiempo significativa. El trabajo promedio estimado que se requiere en un invernadero (o módulo) es 20 horas por semana, por persona, para un invernadero de 24 x 96 pies). A medida que el productor gana experiencia, este tiempo requerido puede reducirse. Esto da una idea de la cantidad de tiempo medio estimado sobre todo el cultivo. Se necesita más tiempo durante el trasplante y la cosecha, y se necesita menos tiempo cuando las plantas están creciendo, desde el trasplante hasta la primera cosecha. Se deberían prever las labores adecuadas antes de requerir ayuda.
- **Los tomates de invernadero necesitan atención regular.** Diferente de muchos cultivos de campo que pueden ser plantados, pulverizados en base a fechas fijas, y luego cosechados después de ciertos días, los tomates deben ser examinados diariamente. Ya que el sistema de crecimiento es complejo, muchas cosas pueden no andar bien. El producir tomates en invernaderos puede ser más similar al mantenimiento de una manada de vacas lecheras que al cultivo de hortícolas en el campo.
- **El ambiente del invernadero no es estéril.** Existe un malentendido muy común de que los invernaderos no tienen insectos ni enfermedades. Justamente lo opuesto es verdadero. Mientras que el ambiente del invernadero es excelente para la producción de tomates (y otros vegetales), es inclusive mejor para la propagación de pestes y enfermedades. Debido a la temperatura más alta, humedad relativa más alta, y exuberancia, una vez que se introduce el follaje verde, existen amenazas permanentes de insectos y enfermedades. Por lo tanto, los rociamientos o pulverizaciones semanales con insecticidas y funguicidas son prácticas normales.

Estos comentarios no son para desalentar futuros productores. De todas maneras, si usted está pensando en invertir tiempo y dinero para producir tomates de invernadero, usted debería saber los riesgos latentes como también los beneficios antes de ir más lejos. Si usted desea dedicar el tiempo necesario para aprender cómo cultivar esta planta, usted puede tener éxito si sigue los siguientes consejos en esta y otras publicaciones.

## Plan para el éxito

La mejor forma de aprender no es a través de sus propios errores, sino a través de los errores de los demás. Visite la mayor cantidad de productores de tomates de invernaderos posible y haga preguntas. A la mayoría de ellos les gusta compartir información.

- **Busque toda la información que pueda y léala.** Si no sabe por dónde empezar, llame al agente de su condado o al especialista y solicite los materiales sobre la producción de tomates de invernadero.
- **Venda sus tomates antes de plantarlos.** Enliste los compradores de antemano, así se asegura de que tiene un mercado para su producto.
- **Compre un medidor del pH y un medidor de la conductividad eléctrica (EC).** Estos son instrumentos relativamente no costosos que le ayudarán a estar seguro que coloca la cantidad de nutriente necesaria en la solución. Revise el pH y la EC en cada tanque de mezcla para evitar errores.
- **Polinice día por medio con el polinizador eléctrico o use otro método.**
- **Asegúrese de que sus plantas tienen el agua suficiente.** Cada vez que sus plantas se marchitan, no crecen, y puede que se les caiga las flores; aumente el nivel de agua a medida que sea necesario.
- **Riegue lo suficiente así siempre hay un drenaje de las bolsas.** Esto asegura que las sales del fertilizante no se acumularán en el medio de crecimiento usado.
- **No permita que los insectos (especialmente la mosca blanca) o enfermedades estén fuera de control.** Comience los rociamientos o las pulverizaciones semanales desde el momento en que las plantas ingresan al invernadero. Aumente la frecuencia de las mismas si surge un problema.
- **Mantenga buenas anotaciones.** Anote el día y el pesticida químico usado cada vez, las ppm (concentración) del fertilizante usado y el día que es

aumentado, la cantidad de agua que riega por día, y cualquier cambio que haga en su programa cultural.

- **Si surge un problema, busque ayuda rápidamente.**  
Llame a su agente del condado o especialista en Extensión para ayuda.

## Densidad de plantas

Cuando se cultivan tomates de invernadero, es importante usar la densidad apropiada de plantación. Este tipo de tomates necesita por lo menos cuatro pies cuadrados por planta o 10.000 plantas por acre. De hecho, los estudios recientes de la Estación Experimental de Truck Crops Branch muestran que usando una densidad de plantación de 5 pies cuadrados por planta produjo lo mismo por unidad de área, mientras se reducía la densidad de plantación. Para determinar cuántas plantas pueden ser cultivadas en su invernadero, multiplique el largo por el ancho y divida en cuatro o cinco. Para un invernadero de 24 por 96 pies, se pueden cultivar entre 460 y 576 plantas; para un invernadero de 30 por 96, entrarán entre 576 y 720 plantas, dependiendo de la densidad de plantas.

**Nota:** Si usted usará parte del piso con otros propósitos (por ejemplo almacenaje, empaçado, selección), disminuya esta área del total antes de dividir en cuatro o cinco.

Usando una densidad de plantación mayor hará que disminuya el rendimiento por planta, mientras que el rendimiento del invernadero será casi el mismo. Esto es debido a que las plantas se hacen sombra unas a otras. De todas maneras, el costo y la cantidad de labor requerida aumentan con el mayor número de plantas. También, demasiada densidad de plantas tiende a promover el desarrollo de enfermedades, ya que el follaje no se seca inmediatamente, y los rociamientos o pulverizaciones no pueden penetrar fácilmente en el follaje denso. Coloque las plantas en doble hilera, alrededor de 4 pies separadas del centro. Dentro de la hilera, las plantas van separadas entre 14 a 16 pulgadas.

## Variedades

El primer paso para cultivar cualquier plantación es elegir la mejor variedad. El cultivar una variedad que no es la mejor, o el usar semillas que no son de la mejor calidad, reduce su potencial de éxito. Es inteligente comenzar con el mejor potencial en vez de limitarse usando semillas de inferior calidad, inclusive si le ahorra algunos dólares.

Las semillas de tomates híbridos son caras. Cuesta actualmente entre 10 a 30 centavos por semilla, dependiendo de la variedad y la cantidad que usted compra. El costo refleja el laborioso proceso de polinización a mano requerido para producir semillas de híbridos. A pesar de que esto parece bastante caro, es uno de los costos más bajos de producción. Luego

de considerar los costos de calefacción, mano de obra, y fertilizantes, el costo extra por la compra de semillas de calidad es relativamente menor.

Existen en el mercado miles de variedades de tomates disponibles, pero solo algunas son aceptables para la producción en invernaderos. Si usted planea producir tomates en invernadero, usted necesita usar una variedad para tal fin. Son híbridos Dutch, de variedad indeterminada casi exclusivamente, cruzados en Holanda especialmente para la producción en invernaderos. Las variedades cultivadas a campo son adaptadas típicamente a mayor luz y a condiciones menores de humedad, y probablemente no rendirán bien en los invernaderos. El invernadero de plástico o vidrio tiene aproximadamente 20 por ciento menos de luz que la intemperie, y muchas variedades de campo no toleran esta reducción.

Existen muchas compañías en Holanda y en otros países europeos que trabajan con variedades de invernaderos; de todas maneras, solo algunos distribuyen las semillas en los Estados Unidos. Usted puede comprar semillas de un catálogo de invernaderos, o directamente de compañías de semillas, que se muestran en la lista de proveedores al final de esta publicación.

Base la selección de la variedad en los siguientes criterios:

- tamaño de la fruta deseada.
- resistencia a enfermedades.
- falta de problemas fisiológicos, por ej. ranuras, cara de gato, podredumbre del final de la floración.
- rendimiento con respecto a la uniformidad del tamaño de la fruta.
- demanda del mercado

En Mississippi, como en la mayor parte de los Estados Unidos, la preferencia del mercado es por un tomate rojo. En Ohio y en el sur de Canadá (Leamington, Ontario), la preferencia es por los tomates rosados. La única diferencia física es el color de la piel. No existen diferencias en el sabor o en los componentes bioquímicos.

Las variedades de más valor por el momento son *Trust*, *Match*, *Switch*, y *Blitz*.

La variedad *Tropic* no puede ser recomendada para cultivadores comerciales debido a la falta de uniformidad del tamaño del fruto, intolerancia a los fertilizantes de alto contenido en nitrógeno, a la falta de resistencia al virus del mosaico del tabaco (MTV) y a otras enfermedades; de todas maneras, *Tropic* está bien para el invernadero no comercial.

*Jumbo* puede ser la variedad de más frutos disponible, pero le falta resistencia al TMV y a la mayoría de otras enfermedades, no es tolerante a los niveles altos de nitrógeno de los fertilizantes, y no es uniforme en el tamaño de frutos como algunas otras variedades.

Tabla 1. Variedades de tomates de invernadero y sus características.

Variedad	Fuente*	Tamaño del fruto (onzas)**	Hombros verdes***	Resistencia a enfermedades****
Caruso	DR	6-8	SG	TMV,C5,V,F2
Laura	DR	6-8	SG	TMV,C5,V,F2
Capello	DR	6-8	NG	TMV,C5,V,F2,Wi
Perfecto	DR	5-7	NG	TMV,C5,F2,Wi
Trust	DR	6-8	NG	TMV,C5,V,F2,FR
Match	DR	7-9	NG	TMV,C5,V,F2,FR
Switch	DR	7-9	NG	TMV,C5,V,F2,FR
Blitz	DR	7-9	NG	TMV,C5,V,F2,FR
Baronie	RZ	7-9	NG	TMV,C5,V,F2,FR,Wi
Mariachi (74-56RZ)	RZ	8-9	NG	TMV,C5,V,F2,FR,Wi
Mississippi	RZ	6-8	NG	TMV,C5,V,F2,FR,Wi
Zoltano	RZ	6-7	NG	TMV,C5,V,F2,FR,Wi
Electra	HZ	7-8	G	TMV,V,F2
Gabriela	HZ	5-7	G	TMV,V,F2,N
Dombito	B	6-8	G	TMV,C2,F2
Dombello	B	7-9	G	TMV,C5,V,F2,N,Wi
Jumbo	B	7-10	G	C2,V,F2
Belmondo	B	6-8	NG	TMV,C5,V,F2
Medallion	B	7-9	NG	TMV,C2,V,F2,FR
Tropic		5-11	SG	tmv,V,F1,ASC
Vendor	S	6-8	NG	tmv,C2,F1
Vendor VFT	S	6-8	NG	TMV,V,F2

\*DR = De Ruiter; B = Seminis (Bruinsma/Asgrow); S = Stokes; RZ = Rijk Awaan; HZ = Hazera.

\*\*El tamaño de la fruta es variable, dependiendo de la polinización, prácticas culturales, y condiciones ambientales.

\*\*\*G = Hombro verde; SG = Hombro semi-verde; NG = sin hombro verde.

\*\*\*\*TMV = resistente al virus del mosaico del tabaco (TMV); tmv = tolerante al TMV; C2 = Razas A y B de Cladosporium; C5 = Razas A, B, C, D y E de Cladosporium; V = Marchitez debido al Verticillium; F1 = Tolerancia a la raza 1 de Marchitez por Fusarium; F2 = Marchitez por Fusarium raza 1 y raza 2; Wi = Tolerancia al plateado; N = La mayoría de los nematodos; ASC = Resistente al cancro del tallo causado por Alternaria; FR = Resistente a la podredumbre de la corona y podredumbre de la raíz causada por Fusarium.

La tabla 1 enlista algunas de las variedades comunes de tomate de invernadero y algunas de sus características. Note que solo algunas de las variedades son resistentes al Fusarium de la Corona y al Fusarium de la Raíz (FR). Esta enfermedad está en los invernaderos de Mississippi desde 1990. La variedad Trend no es recomendada para los invernaderos de Mississippi.

Los cultivadores serios no deberían usar las variedades de campo como *Celebrity*, *Better Boy*, *Travellers*, etc., en los invernaderos, de todas maneras estas son buenas para la huerta.

Usted puede comprar semillas por cantidades; con bajos precios por unidad si compra muchas y de precios más altos si compra pocas. Las semillas de tomates son muy pequeñas; la quinta parte de una onza contiene alrededor de 1.200 semillas. Si usted tiene un invernadero de dos divisiones (4.500 pies

cuadrados), con alrededor de 550 plantas en cada lado, esto es suficiente. Siempre plante algunas semillas de más (10 - 20 por ciento) ya que la germinación no será del 100 por ciento. Esto también le da la oportunidad de eliminar los plantines que no logran los estándares de alta calidad. Almacene semillas extra en recipientes cerrados o en bolsas de plástico cerradas herméticamente en el congelador.

## Crecimiento en medios de cultivo

Existen muchos tipos de medios de cultivos para los suelos de los invernaderos de tomates. Estos sistemas incluyen NFT (técnica del film del nutriente), conductos de PVC, arena, cultivo en el suelo, en cubetas o canal, lana de roca, y varios tipos de agregados o substratos para el suelo. Este último grupo incluye la turba musgosa y las mezclas de turba y perlita, perlita, agregados de roca y lana, lana de vidrio, corteza de pino, y muchos otros. La mayoría de los invernaderos grandes en los Estados Unidos usan lana de roca. Este material inerte, altamente poroso está hecho de roca volcánica y piedra caliza, derretidas a 292 °F y centrifugadas para obtener fibras. En Mississippi, la corteza de pino es el agregado más usado debido a su propiedades, disponibilidad y bajo costo.

Para los productores que usan corteza de pino, se recomienda que la corteza sea una mezcla fina. Las partículas finas son partículas menores de  $\frac{3}{8}$  de pulgada de diámetro. La corteza de pino debe estar transformada en abono así no daña las raíces de las plantas de tomates transplantadas por la alta temperatura, y para que no haya agotamiento de nitrógeno causado por el proceso de descomposición. Si usted no puede determinar la edad de la corteza, compre la que tiene por lo menos tres meses antes de ser usada; esto le dá tiempo a que se descomponga en su sitio.

El volumen de partículas del medio o agregados recomendado es  $\frac{1}{2}$  pie cúbico por planta. Con la corteza de pino, esto es fácil de lograr usando usando bolsas de 2 pies cúbicos y transplantando tres a cuatro plantas por bolsa. Usted puede comprar estas bolsas de polietileno perforadas, llenas de corteza de los revendedores de Mississippi (vea la lista al final de esta publicación). Alternativamente, se pueden cultivar dos plantas por bolsa o balde de  $7\frac{1}{2}$  galones, o una planta en un recipiente de 3 a 4 galones (1 pie cúbico es igual a  $7\frac{1}{2}$  galones).

## Fechas de plantación

Existen principalmente dos sistemas de cultivos en el caso de la producción de tomates en invernaderos: dos cultivos por año y un cultivo por año. Con el sistema de plantación una vez por año, prepare las plantas a mediados de septiembre o después y cultívelas hasta mediados o fines de junio. Para Mississippi, el sistema de dos cultivos por año, se prefiere un cultivo de primavera y uno de otoño. Esto se debe a que las plantas que continúan en pie durante el invierno, son más propensas a contraer enfermedades como *Botrytis* (moho gris) y *Cladosporium* (moho de la hoja), lo cual hace que el invernadero tenga condiciones húmedas durante diciembre, enero, y febrero. Las plantas que se han cultivado por varios meses tienen un crecimiento

denso en el invierno, reduciendo el movimiento del aire y agravando los problemas causados por la humedad. Estas condiciones son favorables para el desarrollo de enfermedades. También, las plantas que se han cultivado desde septiembre no tienen el mismo vigor que las que son transplantadas en enero.

Alternativamente, un cultivo más corto puede ser producido durante la primavera o a través de la última parte del invierno y primavera. Las condiciones de mercado deberían determinar la estación de producción.

Julio y agosto son demasiado calientes para producir tomates de invernadero en la zona sur-central. Las frutas del verano están llenas de hendiduras, rajaduras, manchas rojas, y en general baja calidad y rendimiento. Aún más, los precios en el mercado son bajos debido a la producción de los tomates de campo.

Para el sistema de dos cultivos por año, siembre el cultivo de otoño en bandejas, después de mediados de julio con una semilla por alvéolo o compartimento. Si usted siembra más temprano, los plantines estarán sometidos a las temperaturas altas del verano y tendrán una etapa de crecimiento pobre. Permita que las plantas crezcan por  $4\frac{1}{2}$  a 5 semanas. Transplante en bolsitas, baldes o lana rocosa a mediados de agosto. La primera cosecha será a fines de octubre o comienzos de noviembre.

Siembre el cultivo de primavera al final de noviembre, transplantándolo inmediatamente después del primero de enero, cuando los plantines tienen alrededor de 6 semanas. Esto significa que usted tendrá plantines jóvenes y al mismo tiempo plantas maduras. Es preferible tener un lugar de propagación separado para los nuevos plantines. Si los plantines son cultivados en el mismo invernadero con las plantas maduras, es muy probable que insectos (mosca blanca, gusanos minadores, etc.) y enfermedades contaminarán el nuevo cultivo. La primera cosecha debe ser en marzo. El cultivo de primavera se puede desarrollar hasta fines de junio, o hasta que la temperatura es muy extrema para obtener una producción de calidad (vea la sección Enfriamiento del invernadero).

Corte la parte superior de las plantas 6 semanas antes del día programado para cosechar. Esta fecha puede ser al final de diciembre para el caso de un cultivo de otoño y a mediados o fines de junio para un cultivo de primavera. Cuando realice los cortes, elimine las puntas a partir de la altura donde encuentre frutos del tamaño bolita y más arriba. Dicha fruta no tendrá tiempo de madurar antes del tiempo de cosecha. Deje una a dos hojas por encima del ramillete más alto. Esto ayudará a sombrear la fruta y prevenir de rajaduras por el sol.

## Poda y guía

Para una mejor producción, pode las plantas de tomates de tal forma de contar con solo un tallo principal removiendo los brotes laterales, llamados comunmente “chupones”. Cada chupón se formará en el punto dónde nace cada hoja del tallo principal, por encima del pecíolo de la hoja (tallito de la hoja). Si se permite que todos los chupones crezcan y produzcan frutas, aumentará la cantidad total de frutas, pero serán más chicas y de calidad pobre. Es mejor tener un tallo principal que lleve las frutas, ya que esta práctica producirá frutas más grandes, más uniformes y de más calidad.

El corte de los chupones una vez por semana será una forma de controlar la situación. Se aconseja dejar uno a dos chupones chicos en la parte superior de la planta. Así, si la planta es dañada y la punta de la misma se quiebra, se puede dejar que uno de estos chupones crezca y se transforme en la punta de dicha planta. En general, elimine los chupones que son más grandes de una pulgada.

Coloque un sistema de soporte de alambres por encima del cultivo. Use alambre galvanizado de 9 gauge o de  $\frac{3}{2}$  pulgadas o más (una caja de 100 libras contiene alrededor de 1.700 pies). Estos alambres van paralelos a la dirección de la hilera de plantación y a 7 pies del nivel del suelo. Corte trozos de 14 pies de largo, así están lo suficiente sueltos para permitir que las plantas se apoyen y cuelguen cuando lleguen a la altura del alambre. Ate una cuerda en forma suelta (no un lazo o nudo corredizo) o sujétela a la parte inferior de la planta, llévela por encima del alambre, y luego átela al alambre con una especie de lazo o nudo corredizo. En las casas de comercio encontrará los ganchos de plástico (vea el [Apéndice 1](#) para la lista de proveedores). **Nota:** Asegúrese de que la estructura del invernadero sostendrá el peso de las plantas con frutas que cuelgan, o que contará con una estructura fuerte en la cabecera de las líneas para soportar los alambres. Piense que los alambres deben soportar una carga de 15 libras por pie, o tres toneladas por cada 600 plantas.

Cuando la planta alcanza la altura del alambre, la misma debería ser colocada sobre el mismo y que cuelgue. Mantenga la cuerda atada con su mano izquierda por encima de la planta; afloje el nudo con su mano derecha. Simultáneamente deje que la planta cuelgue alrededor de 2 pies por debajo del alambre y corra la atadura hacia la derecha. La planta debe quedar recostada al mismo tiempo que se la deja colgar; de otra manera el tallo probablemente se quebrará. Siempre recuéstelas en la misma dirección. No lo haga hacia la derecha y hacia la izquierda ya que las plantas se harán sombra unas a otras. Mantenga las plantas todas a la misma altura así no se hacen sombra. Repita esta operación cada vez que las plantas pasan la altura del alambre. Esta es otra razón

por la cual se prefiere el sistema de dos cultivos por año; se necesita menos mano de obra para el sostén y cuelgue de plantas.

A medida que usted pode las plantas para obtener un solo tallo, enrósquelo alrededor del alambre soporte. Usted puede podar y enroscar en una sola operación, antes de seguir con la siguiente planta. Siempre enrosque en la misma dirección; si usted comienza en sentido de las agujas del reloj, continúe así; de otra forma, cuando la planta se haga pesada por la fruta, puede que se suelte de la cuerda y se quiebre. Algunos productores prefieren usar clips plásticos para asegurar la planta a la cuerda, ya sea en combinación con el enrosque o para reemplazar el mismo.

La poda de los racimos también mejorará el tamaño y la uniformidad. Esto implica eliminar las frutas más chicas de algunos racimos, dejando las tres, cuatro o cinco mejores. Elimine la fruta malformada primero. De otra manera, elimine la fruta más chica, la cual es generalmente la última formada en cada racimo.

## Polinización

La polinización de la parte femenina de la flor debe ocurrir antes de que pueda formarse la fruta. Cualquier actividad o inactividad que prevenga la completa polinización reduce el número de frutas por planta. Los resultados de una polinización pobre pueden ser: fruta deforme si las semillas no se desarrollaron uniformemente con la fruta, fruta más chica, frutas con lomos en la parte superior. La polinización puede ser prevenida por varios tipos de





estreses como el frío o el calor, sequía, alta humedad, deficiencias de nutrientes, toxicidad de nutrientes, etc., como así también la falta de transferencia de polen.

Las flores de tomate tienen la parte femenina y la parte masculina en cada flor. Botánicamente, estas son "llamadas" flores perfectas. Las plantas de tomates de campo son polinizadas principalmente por el viento más que por las abejas, las cuales polinizan muchas otras hortalizas. La mayoría del polen de las flores fertilizan el ovario de la misma flor, a pesar de que algo del polen llega a las flores de los alrededores. El viento mueve la flor así el polen deja la antera y llega al estigma. En el invernadero, el viento no es lo suficientemente fuerte como para mover las flores y transferir el polen. A pesar de que el invernadero está ventilado con ventiladores, en días frescos cuando los ventiladores no están en funcionamiento, el aire es relativamente quieto.

La óptima temperatura para la polinización es de 70 °F a 82 °F. La humedad óptima relativa es del 70 por ciento. Cuando la humedad relativa está por encima del 80 por ciento, los granos de polen se aglomeran y no se dispersan bien. Con humedad relativa inferior a 60 por ciento por períodos extendidos, el estigma se puede secar de tal forma que los granos de polen no se pegarán al mismo. En condiciones ideales, la fertilización ocurre 48 horas después de la polinización.



Los productores serios de tomates de invernadero deberían usar un polinizador eléctrico para asegurar una buena cantidad de fruta. (¿Qué es un productor "serio"?; el que produce tomates para obtener ganancias.)

En un invernadero dedicado para el tiempo libre, probablemente no se necesite el polinizador. Usted puede comprar un polinizador en la mayoría de los distribuidores de artículos para invernaderos. Los mismos pueden ser accionados con una batería alcalina descartable o con una batería de 6 voltios recargable. Si compra una batería recargable con un cargador, puede ser menos costoso que comprar continuamente baterías alcalinas. También, usted no debería nunca estar sin electricidad. La batería recargable puede ser enchufada después de ser usada así está lista para la próxima polinización. ¿Cuánto tiempo lleva polinizar? Haga vibrar cada racimo (no cada flor) por alrededor de medio segundo. Toque la varilla en la parte superior del pedicelo (tallo de la flor). No toque las flores individuales, ya que esto las dañará, causando fruta dañada. Se estima que un acre (10.000 plantas) lleva 5-6 horas para ser polinizado. Para un invernadero de 24 - 96 pies, sería 20 minutos. A los nuevos productores les puede llevar una hora o más para ganar experiencia.

Si usted tiene 10.000 pies cuadrados o más bajo un mismo techo, considere seriamente el uso de los abejorros para la polinización. Compre un enjambre de abejorros de los revendedores comerciales. Use un polinizador eléctrico si usted tiene una o dos líneas conectadas, o más líneas que no están bajo un mismo techo. Para rangos entre 5.000 y 10.000 pies cuadrados bajo un mismo techo, necesita comparar el costo del enjambre de abejorros con el costo de la mano de obra para polinizar. Generalmente, un enjambre durará 8 semanas antes de que necesite reemplazarlo con uno nuevo. Es una buena idea dejar que se superpongan el tiempo entre el nuevo y el viejo enjambre. **Nota:** Aún así se usen los abejorros, se necesitará un polinizador eléctrico para polinizar las primeras flores que se abren. Los enjambres deberían ser introducidos cuando el 50 por ciento de las plantas están en flor.

## Preguntas sobre la polinización

### ¿Cada cuánto debo polinizar?

Polinice cada día por medio o tres veces por semana. Menos veces hace que se reduzca el número de frutas obtenidas; pero más veces es más bien una pérdida de tiempo.

### ¿Importa el momento del día?

Si. El mejor momento para la polinización es cuando la humedad relativa está entre 60 y 70 por ciento. Si usted vive en un área de alta humedad, fíjese cuando la humedad está en el punto más bajo. Si la cantidad de humedad en el aire permanece constante, la humedad

relativa disminuye a medida que la temperatura aumenta, ya que el aire caliente puede retener más humedad que el aire frío. El momento más cálido del día es generalmente al mediodía. Esta es la razón por la cual el mejor momento (en zonas húmedas) para polinizar es generalmente entre las 11 a.m. y las 2 p.m.

#### **¿Cómo sé que se está realizando la polinización?**

Usted puede notar qué ocurre. Si el aire es relativamente seco y la luz es buena, usted puede ver una nube chica de polvo amarillo alrededor de la flor cuando se golpea el racimo. Estos son los granos de polen. Esta es la prueba de que las condiciones son excelentes para la polinización.

#### **¿Cómo afecta el tiempo nublado en la polinización?**

En tiempo nublado, la humedad relativa es alta. En tales condiciones, la polinización no es tan efectiva ya que el polen tiende a pegarse uno con otro formando aglomerados, en vez de dispersarse en granos individuales. Es importante realizarla día por medio ya que si los días nublados se transforman en una semana nublada sin polinización, la cantidad de fruta lograda y la calidad realmente decrecerán.

#### **¿Qué pasa si está nublado por un tiempo largo?**

Como se mencionó, la polinización en condiciones muy húmedas no es efectiva como la realizada en tiempo seco. Una técnica que puede probar es secar el aire antes de la polinización. Prenda la calefacción por 30 a 60 minutos antes de polinizar. Ventile para mantener los requerimientos de temperatura. Esto secará las flores y el aire, mejorando la transferencia del polen.

#### **¿Es realmente necesario el gasto de un polinizador eléctrico?**

Si usted quiere mantener un máximo rendimiento, la respuesta es ciertamente "sí". Si usted estará contento con un rendimiento menor, entonces no será tan importante. En un experimento en el Centro de Investigaciones de Invernaderos de la Universidad del Sudoeste de Louisiana, al polinizar con un soplador eléctrico de aire, el rendimiento disminuyó en un 7 por ciento, mientras que si no se poliniza el resultado fue una disminución del 21 por ciento del rendimiento, si se compara con los resultados al usar el polinizador eléctrico. Usted puede comprar el polinizador en la mayoría de los revendedores de artículos de invernaderos.

## **Temperatura**

Una temperatura del día entre 70 °F y 82 °F es la óptima, mientras que de noche la óptima para tomates de invernadero está entre 62 °F y 64 °F. Durante tiempo nublado, se prefiere una temperatura cerca de los valores más bajos, mientras que en tiempo soleado,

las temperaturas cercanas a los valores más altos son las mejores. Por debajo de los 60 °F, puede ocurrir deficiencia de nutrientes ya que las plantas no pueden absorber algunos elementos a dichas temperaturas. El primer síntoma de estrés por frío es cuando las hojas se tornan color púrpura, lo que indica falta de consumo de fósforo (a pesar de que pueda que haya adecuada cantidad de fósforo en la solución de nutrientes). Una a dos noches de temperaturas entre 56 °F ó 58 °F puede producir un número considerable de frutos con bordes varias semanas después, cuando la fruta expuesta a las bajas temperaturas alcanzan el tamaño máximo. **Usted debería mantener una temperatura mínima de 64 °F.** Idealmente, el termostato debería ser colocado a la altura de las flores en vez de por encima de las plantas.

Evite las temperaturas por encima de 90 °F en lo posible. A 86 °F, el licopene (el pigmento que dá el color rojo a los tomates) no se desarrolla más. Vea la sección [Enfriamiento del invernadero](#) para obtener ayuda en el manejo de las altas temperaturas.

Coloque los termostatos cerca del centro del invernadero para obtener un buen control de la temperatura. También, guarde el termostato en una caja aspiradora de aire, o a la sombra así indica la temperatura del aire correctamente. Si se permite que dé el sol en el termostato, el mismo leerá una temperatura mayor que la del aire que lo rodea.

## **Humedad relativa**

La humedad relativa óptima para los invernaderos de tomates es entre el 60 y el 70 por ciento. Esto es muy difícil de lograr en Mississippi y está dado solo para su información.

## **Enfriamiento del invernadero**

Los productores de tomates de invernadero deben arreglárselas con las altas temperaturas. Cuando las temperaturas del invernadero llegan próximas a los 100 o más, el resultado usual será frutas de baja calidad, fruta rasgada. Las rajaduras en la piel ocurren cuando la piel de la superficie alcanza temperaturas más altas que la capa que está por debajo de la misma. Esto causa ruptura entre células adyacentes, mostrándose como piel separada o reventada. El mecanismo es similar al de la serpentina bimetálica en el termostato, con la excepción de que la del termostato puede contraerse o expandirse al cambiar la temperatura, mientras que la piel de tomate no puede; por lo tanto la piel se raja.

Cuando el sol pasa a través de la cobertura plástica del invernadero y llega a las plantas, es común que la temperatura de las hojas sean 30 grados más que la del aire en el invernadero. A medida que aumenta la temperatura de las hojas, las mismas liberan más agua a la atmósfera, y para compensar



dicha pérdida, toman más agua por las raíces. Esta es la forma en que las plantas evitan el recalentamiento. Siempre y cuando haya suficiente agua alrededor de las raíces, el sistema da buenos resultados, hasta un cierto punto. Si alguna vez hay escasez de agua, se marchitan las puntas de las plantas, reduciendo la pérdida de agua. Si la pérdida de agua es muy severa, las plantas se marchitarán completamente desde la punta hasta la base. Las mismas reviven de una marchitez suave cuando hay agua disponible o cuando se invierte la situación de estrés (como ocurre durante la noche). Pero, si las plantas logran el “punto de marchitez permanente” el tejido es dañado permanentemente y no se recobrarán, inclusive si hay agua suficiente.

También, si la temperatura alcanza casi los 100, las raíces de las plantas puede que no tomen agua suficiente para ser transportada hasta la punta, para evitar la rápida pérdida de humedad a través de sus hojas, aún así haya humedad suficiente en el suelo. Si esto ocurre, las hojas aparecen quemadas o chamuscadas. Tienen el aspecto como si hubieran sido tocadas por la llama de una antorcha de propano. Recuerde, siempre y cuando brille el sol, la temperatura de las hojas es considerablemente más alta que la temperatura del aire.

Existen varias formas de bajar la temperatura del aire y de las plantas en el invernadero. Ninguna de ellas es 100 por ciento exitosa por sí misma en este clima debido al calor extremo en Mississippi. De todas maneras, cualquiera de los siguientes métodos disminuirán la temperatura hasta un cierto punto. Los siguientes métodos son usados como forma adicional de enfriamiento luego de que los ventiladores hayan sido instalados:

- **Enfriamiento por evaporación** es probablemente la mejor forma de reducir la temperatura del invernadero. El principio es simple. A medida que los ventiladores tiran aire hacia un extremo del

invernadero, los mismos succionan aire húmedo del extremo opuesto. A medida que este aire húmedo circula por el invernadero, parte del agua se evapora, absorbiendo el calor durante el proceso. Se suministra la humedad desde el extremo opuesto a los ventiladores, con un sistema que tira el agua a través de un material absorbente como celulosa o fibra sintética (llamada comunmente “paños frescos” o “paños húmedos”). Todo el aire pasa a través de esta fibra húmeda. El agua que gotea del material fibroso es colectada en una canaleta al final, y es drenada a un tanque de contención. El agua es recirculada desde dicho tanque a la parte superior de los paños fríos. Es necesario que haya una provisión del agua absorbida por el aire que pasa a través de los paños fríos. Dicha provisión se da a través de una válvula flotadora controladora llamada “toilet tank type.”

El enfriamiento por evaporación es más efectivo cuando el aire fuera del invernadero tiene baja humedad relativa. A medida que aumenta la humedad relativa del aire de afuera, esta técnica se hace menos efectiva. Pero siempre y cuando la humedad relativa sea menor del 100 por ciento, este método tendrá algún efecto enfriador en el aire.

- **Una malla o género para producir sombra** puede ser colocado por encima del invernadero (afuera) o puede ser suspendido dentro del mismo por encima de las plantas. Los materiales más comunes son polipropileno, polietileno, poliéster, y Saran, aunque también pueden incluirse los géneros usados para la fabricación de quesos, y los usados en la producción de tabacos.

Si los usa internamente, el género puede ser suspendido de alambres o de algún otro tipo de armazón. La ventaja de una cortina interior para sombras es que la misma puede ser plegada durante

los días nublados y desplegada durante los días soleados, ya sea manualmente o con motorcitos. La cortina para uso interno tiene generalmente una superficie superior reflectiva, con la superficie anterior negra o blanca. No use una cortina que sea negra en la parte superior ya que acumulará calor.

La desventaja de usar una cortina interior es que la luz es convertida en calor dentro del invernadero; a pesar de que las plantas reciben menos luz, no se reduce el calor en forma proporcional. Si se usa un género para afuera del invernadero, la luz del sol es convertida en calor antes de que entre al invernadero.

Las cortinas para sol deben ser solicitadas a medida para que anden bien en el invernáculo. Déle al revendedor las medidas justas, de tal forma que le puedan coser todas las piezas y cubra bien el invernáculo. Los anillos para los cordones de la cortina sirven para atar el material y asegurar la cortina al invernadero.

El género para sombreado está disponible en formulaciones de diferentes "porciento de sombreado." La cantidad apropiada depende de la estación en que es usado, y del número de días sombreados que se esperan tener durante el período de uso de dicha cortina. No es conveniente sacar el género exterior en días nublados. Para los tomates en Mississippi se recomienda 50 porciento de sombra durante mayo y junio en el caso de cultivo de primavera, y 50 porciento de sombra en agosto y septiembre para el cultivo de otoño.

Sepa que el porcentaje de sombra no es el mismo que el porcentaje de reducción de temperatura. Los estudios realizados por el Dr. Dan Willets en la Universidad de Carolina del Norte, muestran que el género para sombreado de poli-propileno que otorga por lo menos 30 porciento de sombra, no disminuyó las temperaturas de los invernáculos para nada. Con porcentajes de sombreado mayores, la disminución del calor logrado fué alrededor de la mitad del valor del sombreado. Las coberturas fueron más eficientes en días ventosos ya que el calor fué dispersado de la cobertura exterior en forma más efectiva.

El costo de los géneros para sombras es entre 10 a 20 centavos por pie cuadrado, con cargos adicionales por los anillos, la cosida de los paneles juntos, costuras de refuerzo para los bordes, etc. Para un tamaño estandar, un invernáculo normal (de 24 por 96 pies), puede costar entre \$300 a \$400.

- **Los compuestos para sombreado** tienen el mismo efecto que los géneros para sombra, con la excepción que los mismos son líquidos, y son generalmente pulverizados en la superficie exterior del invernáculo, después de ser diluidos en agua. Los mismos pueden ser usados con un pincel o rolo como si fuera pintura.



El producto más común es Kool-Ray, de la compañía Continental Products. Este material es diluido en agua; use 2 a 20 partes de agua por 1 parte de Kool-Ray, dependiendo de la cantidad de sombra deseada. Es mejor aplicar una capa fina al comienzo de la estación (usando más agua) y luego oscurecerla luego si se necesita. Es mucho más fácil oscurecer la superficie que aclararla cuando ya ha sido aplicada. La proporción 1 parte de Kool-Ray a 7-8 partes de agua ha dado buenos resultados en Mississippi. Cerca de 10 galones de solución diluida cubren un invernadero estandar (24 por 96 pies). Es mejor aplicar en pequeñas gotas y tratar de evitar las fajas. Aplíquelo durante tiempo cálido y seco así se pega bien. Otro producto de esta compañía, el E-Z Off Kool-Ray, es más fácil de quitar de los invernaderos plásticos y de fibra de vidrio. Estos productos cuestan alrededor de \$20 por galón.

La lluvia durante el verano y el otoño deterioran los compuestos. Elimine los exedentes de compuestos con agua y goma. Una técnica es atar trapos o bolsas de arpillera a un palo, sacudir el palo sobre el techo del invernáculo, y frotarlo una y otra vez (con un compañero del otro lado). Es mejor si se ata una manguera en la parte media, así echa agua al techo a medida que se frota. Si es necesario se pueden contar con servicios de limpieza comercial. En este caso, asegúrese de enjuagar el invernadero con agua, ya que el ácido de los productos limpiadores comerciales pueden corroer el metal.

*Varishade*, de la compañía Sunstill, es un producto que torna de oscuro a brillante claro, y más claro aún cuando hace mal tiempo. Cuando el mismo se moja o humedece, es casi transparente, permitiendo que pase el 80 porciento de la luz. En condiciones de sol y tiempo seco, solo transmite el 35 porciento de la luz. Puede ser aplicado sobre vidrio o plástico.

La pintura al latex blanca no es costosa y dará tanta sombra como los compuestos mencionados anteriormente. De todas maneras, puede ser que no la

pueda quitar del plástico al final de la estación cálida. **Use pintura si reemplazará el plástico antes del cultivo de tomates de otoño.** Así no tiene que preocuparse por quitar la pintura. Mezcle una parte de pintura al latex con 10 partes de agua. Aplique con aerosoles o con rolos de mango largo.

### *Otras técnicas de enfriamiento:*

- Use el blanco en lo que más pueda en el invernadero. Cobertura de piso blanco, bolsas, inclusive cuerdas, reflejan la luz en vez de absorberla y convierte la luz en calor. Las paredes aislantes del lado norte del invernadero pueden ser pintadas en blanco o plateado. Un beneficio adicional al usar el blanco es que se aumenta el nivel de luz durante los meses oscuros del invierno.
- Mientras las casas de “bajo perfil,” es decir aquellas con techo bajo, requieren menos calor durante la estación fría, tienden a ser más calientes en los meses más cálidos que aquellas con techos más altos. Con más espacio, el calor tiene espacio para circular por la parte superior, de donde es aspirado antes de que se agote. Sin este espacio extra, el calor se mantiene al nivel de las plantas; por lo tanto, se recomienda los invernaderos con paredes verticales de por lo menos 9 pies.
- Durante el tiempo de calor, usted puede aliviar la rajadura de la fruta agregando cobre a la solución fertilizante. Vea la sección [Rajaduras](#) bajo el título *Desórdenes fisiológicos*.

## Riego

Con la excepción de los invernaderos usados como pasatiempo, el riego debería ser controlado automáticamente, con el uso de relojes o controles electrónicos. El volumen de agua variará dependiendo de la estación y del tamaño de las plantas. Los nuevos transplantes necesitan 2 onzas (50 ml) por planta por día. A la madurez, en los días soleados, de todas

maneras, las plantas pueden necesitar hasta 3 cuartos de galón (2,7 litros o 2.700 ml) de agua por planta y por día. Por lo general, ½ galón por planta por día es adecuado para un crecimiento completo o casi completo de las plantas. Revise las plantas detalladamente, especialmente durante las dos semanas después del transplante, así el volumen de agua puede ser aumentado si es necesario. El agua debe ser aplicada a cada planta. Esto se realiza a través del sistema llamado “spaghetti tubing” (tubos finos) y de los goteros que llevan el agua desde las líneas principales a la base de cada planta.

Cada riego debería incluir el fertilizante (vea la sección de [Fertilidad](#)); así, el proceso es más apropiado llamarlo “fertigación.” La mayoría de los productores riegan entre 6 a 12 veces por día una vez que las plantas están establecidas. En un medio que tiene muy buen drenaje, como la cascarilla de arroz, podrían necesitarse 12 riegos por día o más para evitar que las plantas se sequen entre riego y riego. En un medio de corteza de pino, son adecuados generalmente entre 6 a 12 riegos por día. El punto importante es que las plantas reciban la suficiente agua para que no se marchiten. La planta marchitada no crece. Si se alcanza el punto de marchitez permanente debido a un prolongado período sin agua, podría ocurrir que el punto de crecimiento esté muerto. Para estar seguro de que las plantas reciben la suficiente agua, riéguelas de tal forma que drene agua de la bolsa (10-20 por ciento) después de cada riego.

Sepa que después de un período nublado prolongado seguido por sol brillante, puede ocurrir marchitamiento severo. Esté atento a aumentar la cantidad de agua en esta situación.

## pH

Es una buena idea chequear el pH de la solución nutritiva todos los días con un peachímetro. Por lo menos, revise el pH cada vez que usted prepara una solución fertilizante. Un peachímetro “de bolsillo” es una herramienta que todo productor debería tener.

**El rango de pH óptimo para la solución de nutrientes es 5.6 a 5.8.** Si el pH de la solución es



demasiado alto, causado por el agua tipo alcalina, agregue pequeñas cantidades de un ácido para bajar el pH a dicho rango. Los materiales que puede usar son ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ácido nítrico ( $HNO_3$ ) o fosfórico ( $H_3PO_4$ ). El ácido sulfúrico es el menos costoso, y puede ser comprado de un revendedor de artículos para automóviles como ácido para baterías. De todas maneras, existe una ventaja al usar ácido fosfórico o nítrico, ya que los mismos entregan nutrientes al mismo tiempo que bajan el pH. (El ácido fosfórico entrega fósforo y el ácido nítrico entrega nitrógeno.) Aunque sean más caros que el ácido sulfúrico, podrían ser preferidos por esta razón. El ácido fosfórico y el ácido nítrico son fuentes no costosas de estos elementos, si se comparan con otros fertilizantes.

**Maneje todos los ácidos con mucho cuidado ya que los mismos pueden causar daños.** El ácido nítrico puede ser muy dañino. El ácido fosfórico disminuye el pH más que los otros dos ácidos, considerando un mismo volumen. Se recomienda usar estos ácidos directamente del tambor o contenedor en que fueron comprados, así no hay riesgo alguno cuando se vierten los mismos. Nunca use vinagre (ácido acético) o ácido para la pileta de natación (bisulfato de sodio) para disminuir el pH.

Para determinar qué cantidad de ácido se debe agregar a un volumen o tanque concentrado de solución de nutrientes, tome 1 galón de solución y agregue 1ml de ácido hasta que el pH de la solución llegue al rango deseado. Luego, multiplique la cantidad agregada a 1 galón por el número de galones en el tanque. Si está usando un tanque de mezcla, esta es la cantidad a usar. De todas maneras, si está usando un sistema de inyección, multiplique esta cantidad por (veces) la proporción.

Sepa que la escala de pH no es lineal; es logarítmica. Por ejemplo, si 10 gotas bajan el pH de 8.0 a 7.5, no existe razón alguna para creer que 20 gotas bajarán el pH a 7.0. Usted podría llegar al punto en que una gota más baja el pH a 5.0 o menos. Por lo tanto, tenga cuidado. Un pH que es muy bajo puede ser muy dañino para el cultivo. Revise y nuevamente revise el pH después de ajustarlo con el ácido.

Si el pH es demasiado bajo (por debajo de 5.5), usted puede subirlo con el agregado de compuestos como el carbonato de sodio, soda cáustica, bicarbonato de potasio, hidróxido de potasio o potasio cáustico. El recomendado es carbonato de potasio, el cual tiene un pH de 8.2. Este también entregará potasio. Evite las fuentes de sodio ya que las plantas no necesitan sodio.

Si el sistema de irrigación, o los regadores se atascan durante la producción de un cultivo, los mismos pueden ser limpiados cuando la estación del cultivo está finalizada. Use un ácido mezclado con

agua para ajustar a un pH 4.5. Mientras esta mezcla ácida recorre el sistema, golpee los goteros para romper cualquier costra que se haya formado. **No haga esto cuando las plantas de tomate están creciendo en el invernadero; ¡un pH así de bajo podría matar las plantas!**

## Fertilización

El tema fertilidad es probablemente uno de los temas más confusos para los productores de tomates de invernadero; de todas maneras, es un tema importante para la producción. Los puntos claves para un programa de nutrición exitoso son las siguientes:

- Use el fertilizante específicamente diseñado para los tomates de invernadero.
- Sepa qué cantidad de cada elemento fertilizante se necesita.
- Sepa cuánto está siendo aplicado.
- Revise la conductividad eléctrica (EC) y los niveles de pH.
- Sea observador de los signos de deficiencias de las plantas o de un exceso de nutriente.
- Chequee periódicamente el estado nutricional de la planta tomando muestras para el análisis de tejido (vea la sección de [análisis de tejido](#)).

## Medición del fertilizante y vocabulario

Distintas unidades son usadas para expresar el nivel de fertilidad de las soluciones nutritivas (fertilizante disuelto en agua). Esto causa confusión entre los productores, ya que el uso de las diferentes unidades hace difícil de entender las diferentes lecturas entre dichos productores. Esta sección explica las diferentes unidades.

La conductividad eléctrica (EC) es una medida de la habilidad de una solución de conducir electricidad; cuando más concentrada está la solución de fertilizante, más electricidad conducirá, y mayor será la lectura. La unidad general es el mho se pronuncia MO) siendo el plural mhos (se pronuncia (MOZE). Usted notará que leído de atrás para adelante es ohm (pronunciado OM), la unidad de resistencia en la jerga (jargon) eléctrica. Mhos, el inverso de ohms, es la medida de la conductividad, más que de la resistencia.

Existen dos unidades de mhos comunmente usadas: micro-mhos ( $\mu$ mhos) (se pronuncia micro-MOZE) y milli-mhos (mmhos) (pronunciado milli-MOZE). Un micro-mho es una millonésima de un mho y un milli-mho es una milésima de un mho. Por lo tanto, existen 1.000 micro-mhos en un millimho. Otra forma de ver es que un milli-mho es 1.000 veces más

grande que un micro-mho. Cualquiera de las dos escalas pueden ser usadas. Convierta micro-mhos en milli-mhos corriendo la escala a la izquierda tres veces, y viceversa. Las lecturas típicas de milli-mhos son 0.30 a 2.50, mientras las lecturas típicas para micro-mhos son de 300 a 2.500. Milli-mhos son más comúnmente usados que los micro-mhos en la mayoría de los metros hoy en día.

Algunos medidores portátiles de la conductividad eléctrica miden en micro-semens ( $\mu\text{s}$ ). Estos son equivalentes a micro-mhos ( $\mu\text{mhos}$ ), y son más comúnmente usados en los países Europeos.

La mejor forma de entender el estado nutritivo de una solución de fertilizante y de comunicarlo a los demás, es saber cuántas partes por millón de cada elemento está aplicando. Partes por millón son las unidades usadas para medir la concentración de nitrógeno, o cualquier otro nutriente específico en la solución. Estas unidades están generalmente en el rango de 50 a 300 ppm de nitrógeno. Para el caso de plantas maduras en producción, se necesita entre 125 a 200 ppm de (N), dependiendo de circunstancias particulares. Esto no está directamente relacionado o puede ser directamente convertido en una medida exacta de conductividad eléctrica, o al total de sólidos disueltos (TDS) en una solución de nutrientes (vea más abajo). Esto ocurre debido a que tanto la conductividad eléctrica como los sólidos disueltos, son medidas de todo lo que está disuelto en la solución, no solo nitrógeno.

Otra forma de medir la cantidad de fertilizante en una solución es midiendo los sólidos disueltos. Estos son también llamados cantidad total de sólidos disueltos o TDS. Las unidades comúnmente usadas para los TDS también son partes por millón (ppm). Si usted sabe las ppm de cada elemento disuelto en la solución, y si los suma a todos, junto con las ppm del agua, tendrá las ppm TDS. Esta es una medida de todas las sales en la solución, no solo nitrógeno, por lo tanto no es lo mismo que medir las ppm de nitrógeno. Algunas de estas sales pueden haber estado en las aguas antes de que se haya agregado cualquier fertilizante. Por esta razón, esta forma de medición no es recomendada. Si una lectura es 1.500 ppm TDS, ¿cómo sabe usted que esto es debido al nitrógeno o a algún otro nutriente?. Usted no sabe. Usted inclusive puede tener agua con muy alto contenido en sodio (sal) sin nitrógeno. Por esta razón, el TDS no es una medida creíble.

Las lecturas de ppm de sólidos disueltos no se pueden convertir directamente en milli-mhos o micro-mhos para el caso de un fertilizante; de todas maneras, se pueden calcular las conversiones para fertilizantes específicos. Una regla es (una conversión muy rudimentaria) si su lectura de milli-mho está en el rango de 0.9 a 1.9, entonces mmhos multiplicado por 680 = ppm de sólidos disueltos totales. Si su lectura de milli-mhos está entre 2.0 a 2.8, entonces multiplique los mmhos por 700 = ppm de sólidos disueltos totales. Recuerde, esto es solo una regla, y no da una conversión exacta.

**Un punto importante:** Siempre que se midan sólidos disueltos o la EC (conductividad eléctrica) en una solución, es muy importante saber los sólidos disueltos o EC de la fuente de agua usada para preparar la solución (no se puede asumir que es 0). Puede haber sodio o algún otro elemento disuelto en el agua corriente que puede dar falsas lecturas cuando usted mide la solución de nutrientes. Reste la EC de la fuente de agua que use o la medida de sólidos disueltos de la solución de nutrientes para encontrar el valor verdadero causado por el fertilizante. Este es el número que debe usar para comparar los cuadros y decidir si tiene una correcta cantidad de fertilizante en la solución.

## Métodos para mezclar fertilizantes

Existen dos sistemas principales para mezclar fertilizantes: el sistema de tanques de mezclas y el



**Tabla 2. Guía general para la cantidad de fertilizante a usar**

<b>Estado de crecimiento</b>	<b>Nitrógeno (ppm)</b>	<b>Sólidos totales disueltos (TDS) (pmm)</b>	<b>Electroconductividad (EC) (mmhos)</b>
Germinación a primera hoja verdadera totalmente expandida	50	450-550	0.6-0.7
Primera hoja verdadera a tercera hoja verdadera totalmente expandida	50-75	550-600	0.6-0.7
Tercera hoja a trasplante	75-100	600-800	0.7-0.9
Trasplante a segundo racimo formado	100-125	800-1.100	0.9-1.8
Segundo racimo hasta el despuntado	125-200	1.100-1.600	1.8-2.2

sistema de inyección o proporción. Ambos métodos son aceptables y pueden producir altos rendimientos y excelente calidad de tomates.

### **Tanques de mezclas**

Este sistema consiste en un tanque (plástico, cemento, acero, PVC, etc.) de un tamaño apropiado, dependiendo de los pies cuadrados del invernadero. Un tanque de 100 galones está bien para un invernadero, mientras que un tanque de 1.000-2.000 galones es preferible para varios invernaderos. Cuanto más largo sea el tanque, menos veces será necesario llenarlo. Pero si el tanque es demasiado grande, tendrá que esperar mucho hasta que se vacíe para mezclar una nueva preparación de fertilizante más fuerte o para realizar algún cambio en la fórmula. Para el que recién se inicia, o para el productor con solo dos módulos, el sistema de tanques de mezclas es menos complicado, y probablemente pueda causar solo algunos errores, siempre y cuando siga las instrucciones que vienen con el fertilizante.

Mezclar el fertilizante significa agregar tantas onzas (o libras) de fertilizante seco por 100 galones de agua. El fertilizante debe estar completamente disuelto en el agua. Cualquier precipitado (fertilizante que se deposita en el fondo del tanque) no podrá llegar a las plantas. Por lo tanto, podría ser necesario revolver la solución manualmente con una "espátula" o con un mezclador eléctrico, o use un bomba de circulación. Asegúrese de revisar el pH y la CE (conductividad eléctrica) de la solución cada vez que realice una nueva mezcla.

### **Inyectores**

Con el sistema de inyección, el inyector (proporcionador) disuelve una solución concentrada

de fertilizante a una concentración final requerida por las plantas. El inyector más simple y menos costoso es el proporcionador de la marca Hozon, usado frecuentemente para fertilizar céspedes y plantas de jardín, pero no es apropiado para una producción comercial. El más complicado y costoso es el inyector Anderson; existen muchos modelos intermedios en cuanto a costo y complejidad.

Generalmente, cuanto más gasta, más exacto es el inyector. Los modelos económicos variarán su radio de inyección dependiendo en la presión del agua, la cual es generalmente variable. Esto ocurre ya que la inyección es de tiempo controlado, en vez de depender del volumen del agua. Los modelos mejorados son específicos en la dosificación, lo que significa que el concentrado inyectado depende del volumen determinado de agua que pase a través del inyector. También es importante saber que los inyectores ajustables son los de precios más altos. La perilla o botón de la cabeza puede ser movido para aumentar o disminuir la dosis del fertilizante inyectado en el agua. La solución del fertilizante va desde el tanque de concentración al inyector, donde es diluido al ser inyectado en el sistema de irrigación. Un medidor de agua revisa la corriente de agua y luego manda una señal cuando ha pasado suficiente agua, la cual es mandada a la válvula piloto. Este volumen chico de agua es descartado después que el mismo pasa por la válvula piloto.

El concentrado es guardado en recipientes chicos (por ej. de 10 a 50 galones). Se necesitan dos cabezas y dos tanques de concentración (por lo menos): uno para el nitrato de calcio (tanque B) y el otro para todos los otros nutrientes (tanque A). Esto es necesario así el calcio no se combina químicamente con los fosfatos o los sulfatos, cuando los elementos se encuentran en

altas concentraciones, especialmente en pH altos. Los compuestos resultantes, fosfato de calcio hidrogenado o sulfato de calcio, son precipitados duros, y pueden atascar el inyector y el sistema de irrigación. De todas maneras, una vez que estos elementos están disueltos, no hay problema. Si el pH es mayor que 5.8, se recomienda usar una tercera cabeza para inyectar ácido. Esto es necesario para mantener el pH entre 5.6 y 5.8 (vea la sección de pH más arriba).

Con un sistema de inyección, no es necesario gastar en el tanque grande que sí es necesario para el sistema de mezclas en tanques. De todas maneras, un inyector de alta calidad puede ser costoso.

Con un sistema de inyector usted puede controlar mejor el nivel de fertilidad mejor que con el sistema de mezcla en tanque, ya que usted puede ajustar la dosis simplemente haciendo girar la perilla o botón. Aún más, a medida que se desee (si el dinero lo permite) una mejor precisión en el programa de fertilización, usted puede aumentar el número de cabezas inyectoras. Ultimamente, una cabeza puede ser usada para cada elemento fertilizador. Los ajustes individuales pueden ser realizados en base a los análisis regulares de los tejidos.

### ***Calibración del inyector***

Es importante saber la proporción que desea inyectar, así usted puede calcular cuánto fertilizante debe mezclar en los tanques de concentración. Algunos fertilizantes vienen con tablas que dan la proporción, por ej., 1:9, 1:16, 1:100, 1:200. En ciertas marcas, la proporción está designada como un porcentaje, ej., 1 por ciento en vez de 1:100. Algunos inyectores le permiten a usted ajustar esta proporción al hacer girar la perilla o botón, o al agregar anillos, mientras otros trabajan a una proporción ya fijada.

Si usted no sabe la proporción, es necesario calibrar el inyector para aprender este importante número. Usando un vaso de boca ancha o un vaso de precipitación, mida cuánta agua es aspirada por el inyector en un minuto. Luego, usando varios vasos, uno en cada uno de las bocas emisoras (eso es, en 10 localidades), mida la cantidad de agua que es distribuida a las plantas en un minuto. Tome la media de los valores de los vasos en donde se colectó el agua en el invernadero. Multiplique este valor medio distribuido por planta en un minuto, por el número de emisores en el invernadero. La proporción de inyección es la relación entre la cantidad de agua entregada con respecto a la cantidad de agua recolectada. Divida la cantidad total emitida en el invernadero en un minuto, en la cantidad total succionada en un minuto. Establezca el valor 1:X, donde X es el número que usted obtiene después de dividir. Su solución concentrada es disuelta X veces con agua. (Existen X partes de agua por cada parte de solución de fertilizante concentrado.)

## **Respuesta de las plantas**

¿Cómo sabe usted cuál es la cantidad correcta de fertilizante? Conjuntamente con las indicaciones señaladas en la bolsa y tomando análisis comunes de las hojas, la planta también da una indicación. Si las puntas de la plantas “se enroscan todas juntas como una pelota” con crecimiento denso y curvado, significa que la solución nutriente es un poco alta en nitrógeno. Otro signo de que el nitrógeno es muy alto es cuando los racimos de flores terminan en hojas o brotes (los cuales deberían ser podados). Esta condición no necesariamente disminuirá el rendimiento a menos que el nitrógeno sea excesivamente alto.

Si el diámetro del tallo es extremadamente chico y las plantas son tipo aguja, la concentración del fertilizante es muy baja. Otros signos de indicación son el foliaje desteñido o amarillento, menor vigor, flores que no se transforman en frutos, y reducción del rendimiento. Otros síntomas de deficiencia de fertilizantes son discutidos en la sección Deficiencia de nutrientes.

## **Solución de Steiner modificada**

Una de las soluciones de nutrientes más reconocidas, es la solución modificada de Steiner. La misma fue publicada por el Dr. Abram A. Steiner en un artículo titulado “Soiless Culture,” en los resúmenes del 6to Coloquio del Internacional Potash Institute en Florencia, Italia, en 1968. El Dr. John Larsen (profesor emérito, jubilado de la Universidad Texas A&M) modificó esta fórmula de acuerdo a sus estudios relacionados con los requerimientos de las plantas y análisis de tejidos. De acuerdo al Dr Larsen, no es necesario pasar el nivel de 200 ppm de nitrógeno.

La solución modificada de Steiner dará los siguientes nutrientes:

ppm diluídas en una solución al 100%

171	N (nitrógeno)
48	P (fósforo)
304	K (potásio)
180	Ca (calcio)
48	Mg (magnesio)
3	Fe (hierro)
1-2	Mn (manganeso)
1	B (boro)
0.4	Zn (zinc)
0.2	Cu (cobre)
0.1	Mo (molibdeno)

El uso sugerido de la solución modificada de Steiner es la siguiente:

### Cultivo de otoño

- 1) Desde trasplante a primera flor en el cuarto racimo 40-50% concentrado
- 2) Desde primera flor en el cuarto racimo hasta el final del cultivo 85-90% concentrado

### Cultivo de primavera

- 1) Desde trasplante a primera flor en el cuarto racimo 40-50% concentrado
- 2) Desde primera flor en el cuarto racimo a primera flor en el quinto racimo 85-90% concentrado
- 3) Desde primera flor en el quinto racimo hasta el 1 de Mayo 100% concentrado
- 4) Desde el 1 de Mayo hasta el 1 de Junio 75% concentrado
- 5) Desde el 1 de Junio hasta el final del cultivo 60% concentrado

Como usted puede ver, la solución modificada de Steiner nunca requiere más de 171 ppm de nitrógeno durante el tiempo del cultivo. La mayoría de las veces, el nivel de fertilidad es mucho más bajo. Existen muchos desacuerdos sobre el apropiado nivel de solución de fertilizantes a usar. Algunas personas piensan que los niveles de nutrientes de la solución modificada de Steiner son demasiado bajos para una óptima producción; de todas maneras, la mayoría de los investigadores concuerdan con que estos niveles y proporciones son apropiados para cultivar tomates de invernaderos, y por lo tanto, los mismos son la base de muchos fertilizantes comerciales en el mercado de hoy en día.

## Fertilizantes comerciales

Varias mezclas de fertilizantes comerciales están disponibles para el uso en los tanques de mezclas o en los inyectores. Algunas mezclas son "completas," mientras otras requieren la compra adicional de nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de magnesio (sales de epton), hierro (Fe 330), o algún otro fertilizante. Siga las recomendaciones de la bolsa tal cual como se indica, si usa estas mezclas comerciales. A medida que gane experiencia, realice ajustes si necesita. El error más común que los productores cometen es no seguir las direcciones con respecto a la cantidad del fertilizante.

La selección del fertilizante comercial depende del productor. De todas maneras, asegúrese de que la mezcla haya sido formulada específicamente para tomates de invernadero. Un fertilizante para todo propósito como el 20-20-20 no es apropiado para este

cultivo, de cualquier manera, está bien para plantines de invernadero u otro uso general en el mismo.

Para propósitos educacionales, se provee tres ejemplos que muestran cómo usar algunas de las mezclas comerciales. No es una ayuda nombrar una marca, y no se intenta excluir otras marcas del mercado.

### TotalGro Bag Culture Tomato Special (3-13-29)

Fuente: TotalGro, P.O. Box 805, Winnsboro, LA 71295 (1-800-433-3955).

Para la zona sur de los Estados Unidos, este es un fertilizante de bajo contenido de nitrógeno, diseñado especialmente para los invernaderos de tomates que usan corteza de pinos. El mismo contiene 3 por ciento de nitrógeno (N), 13 por ciento de fosfato (P2O5), y 29 por ciento de potasio (K2O). Aún más, provee todo el magnesio requerido (Mg), como también S, B, Cu, Fe, Mn, Mo, y Zn. Este fertilizante no contiene calcio, por lo tanto úselo conjuntamente con nitrato de calcio.

Cuando lo use a dosis recomendadas (Tabla 3) y combinado con nitrato de calcio como se indica, el mismo ofrecerá 100 ppm de nitrógeno, y todo el calcio y magnesio necesario, además de todos los otros nutrientes (Tabla 4).

Mande muestras de tejidos para análisis de laboratorio, para determinar cuándo es necesario ajustar la proporción del fertilizante.

**Tabla 3. Cantidad de TotalGro (3-13-29) más el nitrato de calcio a usar por cada 100 galones de agua para los 110 ppm de N.**

Onzas de fertilizante por 100 galones de agua	ppm de Nitrógeno	EC (mmhos/cm)
13.3 onzas 3-13-29	30	1.26
7 onzas de nitrato de calcio	80	0.60

La tabla 3 muestra cuánto se debe aplicar a las proporciones indicadas. Con la ayuda de esta tabla, y con un medidor de la conductividad eléctrica (EC) usted puede revisar la concentración. El EC de la solución con los dos fertilizantes debería ser 1.86, cuando se mezcla lo indicado en dicha tabla. Asegúrese de restar las ppm o TDS de la fuente de agua que use, de la lectura de la solución de nutrientes, antes de comparar la lectura con la tabla. La relación entre TDS, EC y las ppm de N es única para cada fertilizante. Por lo tanto, la tabla 3 no se aplica a otros fertilizantes. Acostúmbrese a revisar el EC de la solución cada vez que usted mezcla un nuevo preparado.

**Tabla 4. Concentración de nutrientes ofrecida por TotalGro 3-13-29 más nitrato de calcio a las proporciones de la Tabla 3.**

Nutriente	PPM
Nitrato de nitrógeno (N)	110
Fósforo (P)	49
Potasio (K)	240
Calcio (Ca)	100
Magnesio (Mg)	54
Sulfuro (S)	110
Hierro (Fe)	3.4
Manganeso (Mn)	1
Cobre (Cu)	1
Zinc (Zn)	0.46
Boro (Bo)	1
Molibdeno (Mo)	0.1

**Hydro-Gardens Chem-Gro Tomato Formula (4-18-38)**

Fuente: Hydro-Gardens, Inc., P.O. Box 25845, Colorado Springs, CO 80936-5845

Este es un fertilizante de bajo contenido de nitrógeno, ofreciendo 4% de nitrógeno (N), 18 por ciento de fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y 38 por ciento de potasio (K<sub>2</sub>O). Además, el mismo provee Mg, B, Cu, Fe, Mn, Mo, y Zn. Este fertilizante no contiene calcio, por lo tanto el nitrato de calcio debe ser usado conjuntamente con el 4-18-38.

Las recomendaciones para usar Chem-Gro se muestran en la tabla 5. Aún más, si la fuente de agua tiene menos de 50 ppm de calcio, entonces agregue cloruro de calcio en una cantidad de 25 por ciento del nitrato de calcio usado por 100 galones de agua. Esto puede ser agregado al tanque de nitrato de calcio concentrado, si se usa un sistema de inyectores.

**Tabla 5. Cantidad de Chem-Gro (4-18-38) y otros fertilizantes a usar por 100 galones de agua para cada estado de crecimiento de la planta**

Edad de la planta	Chem-Gro (4-18-38) (onzas)	Nitrato de calcio (onzas)	Sulfato de magnesio (onzas)	Nitrato de potasio (onzas)
Plantines	8	4	4	0
Segundo a cuarto racimo de flores	8	8	4	0
Cuarto racimo y por encima	8	8	5	1.6

**Peters Peat-Lite Special (15-11-29)**

Fuente: Peters Fertilizer Products, The Scotts Company, 14111 Scotts Lawn Rd., Marysville, OH 34041 (1-800-492-8255)

Este fertilizante contiene 15 por ciento, 11 por ciento, y 29 por ciento de nitrógeno (N), fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O) respectivamente, más pequeñas cantidades de Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu y Mo.

De acuerdo con las direcciones, 9 onzas del fertilizante concentrado por galón proveerán 100 ppm de N si se usa un inyector de 1:100. Para 50 ppm de N con un inyector 1:100, use la mitad de esta cantidad. Así, para 200 ppm de N, con un inyector de 1:100, use 18 onzas de concentrado por galón. Ajuste la cantidad de fertilizante, ya sea aumentando o disminuyendo, dependiendo del estado de madurez del cultivo. La misma cantidad sería usada para el sistema de tanque de mezcla, por 100 galones de agua (ya que al usar 1 galón de concentrado con inyector 1:100, es lo mismo que usar 100 galones de la mezcla de solución nutritiva en el tanque).

La Tabla 6 coordina la lectura de EC (conductividad eléctrica) con las ppm de nitrógeno para este fertilizante. Recuerde restar el EC del agua, al realizar la lectura de la solución de nutriente, antes de comparar la lectura con la de la Tabla 6. Este fertilizante no contiene adecuado calcio o magnesio, por lo tanto, los mismos deben ser agregados de otras fuentes. Para lograr esto, use solo la mitad de 11-15-29, con la otra mitad de la fuente de nitrógeno del nitrato de calcio. De esta manera, usted puede proveer de calcio también. Para agregar 100 ppm de nitrógeno, use 4,5 onzas de 11-15-29 (en vez de 9 onzas) y 4,5 onzas de nitrato de calcio (el nitrato de calcio tiene 15,5% de nitrógeno; casi el mismo contenido de N que el 11-15-29) por galón. Aún más, agregue 1,8 onzas de sulfato de magnesio (sal epsom) y 0,07 onzas (2 gramos) de quelato de hierro por galón, para entregar magnesio e hierro. Ya sea que usted necesite aumentar o disminuir, mantenga las mismas proporciones de estos fertilizantes. Por ejemplo, para 150 ppm de N, use 6,75 onzas de 11-15-29, 6,75 onzas de nitrato de calcio, 2,7 onzas de sulfato de magnesio, y 0,105 onzas (3 gramos) de quelato de hierro por galón. En el caso de aguas de alta alcalinidad (carbonatos totales), el fabricante sugiere usar Peters Excel K-cell 14-5-38.

**Tabla 6. Cantidad de nitrógeno contenida en varias lecturas de EC usando Peters Peat-Lite Special (15-11-38)**

EC mmhos/cm	Nitrógeno (ppm)
0.34	50
0.52	75
0.69	100
0.86	125
1.03	150
1.21	175
1.38	200
1.55	225
1.72	250
1.90	275
2.07	300

## Cómo calcular el nivel del elemento en el fertilizante

Muchas veces usted necesita saber qué cantidad de un elemento fertilizador (por ejemplo nitrógeno) está contenido en una solución fertilizante. La concentración es generalmente medida en partes por millón (ppm). Esto simplemente significa el número de partes del elemento por millones de partes de agua, en base al peso. Por ejemplo, 1 parte de nitrógeno por 1 millón de partes de agua es 1 ppm; o 1 onza de nitrógeno por 1 millón de onzas de agua es 1 ppm.

Las siguientes fórmulas son formas de calcular la concentración de cualquier elemento fertilizador, no solo nitrógeno.

Esencialmente existe una sola fórmula; de todas maneras, si está usando un sistema de inyectores, existe otro factor a usar, llamado proporción de inyección. Con un tanque de mezcla, no hay inyector, y por lo tanto, no hay proporción de inyección, entonces, este número lo dejamos de lado.

### #1. Sistema de Inyector

$\text{ppm} = (\% \text{ fertilizante}) \times (\text{lb agregadas al tanque}) \times (16 \text{ oz por lb}) \times (.75) \times (100/\text{gal del concentrado}) \times (1/\text{proporción del inyector})$ .

### #2 Sistema de tanque de mezcla

$\text{ppm} = (\% \text{ fertilizante}) \times (\text{lb agregadas al tanque}) \times (16 \text{ oz por lb}) \times (.75) \times (100/\text{gal del tanque mezclador})$

### Ejemplos

*Ejemplo 1.* Usted usa 25 libras de una mezcla de fertilizante 15-11-29 en un tanque de mezcla de 30 galones, luego usa el valor 1:100 del inyector de Anderson. ¿Cuánto nitrógeno toman sus plantas?

Ya que usted tiene un sistema de inyector, use la fórmula #1.  $\text{ppm} = (15) \times (25) \times (16) \times (.75) \times (100/30) \times (1/100)$  ppm = 150 ppm de nitrógeno.

*Ejemplo 2.* Usted usa un tanque mezclador con 15 libras del fertilizante 8-5-16. Su tanque mezclador contiene 600 galones de fertilizante. Usted agrega también 10 libras de nitrato de potasio (13,75% N) para asegurarse de que las plantas tengan el nitrógeno suficiente. ¿Cuánto nitrógeno toman sus plantas?

Ya que usted tiene el sistema de tanque de mezcla, use la fórmula #2.

$\text{ppm del 8-5-16} = (8) \times (15) \times (16) \times (.75) \times (100/600) = 240 \text{ ppm N}$

$\text{ppm del KNO}_3 = (13,75) \times (10) \times (16) \times (.75) \times (100/600) = 275 \text{ ppm N}$

Total de ppm de N = 240 + 275 = 515

Esto es demasiado para los tomates de invernadero.

### Composición nutritiva de los fertilizantes

Para que usted tenga una referencia práctica, la siguiente lista muestra la cantidad de cada elemento en los siguientes fertilizantes:

Fertilizante	Porcentaje de los elementos
Nitrato de calcio	15,5% N, 19% Ca
Nitrato de potasio	13,75% N, 44,5% K <sub>2</sub> O
Nitrato de amonio	34% N
Urea	46% N
Acido fosfórico	75% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (% puede variar)
Sulfato de magnesio	9,7% Mg ( igual que la sal de epsom), 13% S
Sulfato de potasio	50% K <sub>2</sub> O, 14,4% S
Sulfato de amonio	21% N, 24% S
Cloruro de potasio	60% K <sub>2</sub> O, 47% cloruro (igual que el muriato de potasio)
Fosfato monoamónico (MAP)	12% N, 61% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Fosfato diamónico (DAP)	16% N, 48% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Fosfato monopotásico (MKP)	52% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 34% K <sub>2</sub> O
Cloruro de calcio	36% Ca

### Límites solubles de los fertilizantes

Existen límites con respecto a cuánto fertilizante se disolverá en el agua. Estos son los límites de solubilidad. Es importante que usted disuelva el fertilizante completamente. De otra manera, el mismo se concentrará en el fondo del tanque, y las plantas no tendrán la dosis recomendada. Los siguientes son los límites de solubilidad de algunos fertilizantes, en 100 galones de agua fría. Si usted coloca más que estas cantidades de fertilizantes en 100 galones de agua fría,

algunos fertilizantes no se disolverán. Si existe un problema con respecto a la solubilidad del fertilizante, podría ser necesario mezclar el fertilizante con una bomba de circulación o con un mezclador mecánico, o use agua caliente (180 °F).

Fertilizante	Libras solubles en 100 galones de agua fría	Kg en 100 litros
Nitrato de amonio	984	118
Sulfato de amonio	592	71
Nitrato de calcio	851	102
Cloruro de calcio	500	60
Fosfato diamónico (DAP)	358	43
Fosfato monoamónico (MAP)	192	23
Nitrato de Potasio	108	13
Urea	651	78
Borax	8	1
Sulfato de magnesio (sales de epsom)	592	71
Cloruro de potasio	290	35
Sulfato de potasio	83	10

### Conversiones de P y K

Si usted necesita calcular el fósforo o el potasio en la solución fertilizante, sepa que el número del medio de la fórmula fertilizante está en la forma de fosfato o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (no fósforo), y el tercer número está en la forma de potasio o K<sub>2</sub>O (no potasio). Para convertir las unidades, use las siguientes fórmulas:

$$K \times 1.205 = K_2O$$

$$K_2O \times 0.83 = K$$

$$P \times 2.291 = P_2O_5$$

$$P_2O_5 \times 0.437 = P$$

### Derivación de las fórmulas de cálculo de fertilizantes y explicaciones.

Si a usted le gustaría saber de dónde provienen las fórmulas mencionadas anteriormente, lea lo siguiente. Si usted no desea saber la derivación, pase por alto esta sección y solo use las fórmulas, esté seguro de que las mismas sean exactas.

Las fórmulas están basadas en las siguientes leyes de la física: 1 onza de cualquier solución fertilizante al 100 por ciento, en 100 galones de agua, siempre es igual a 75 ppm. Esto siempre se cumple, con todo lo que se disuelva en el agua; de todas maneras, se asume que el fertilizante está totalmente diluido.

¿Porqué esto es verdad? Primero de todo, acepte el hecho de que 1 galón de agua pesa 8,34 libras. Luego, si usted considera 1 onza de cualquier fertilizante (o cualquier otra cosa soluble) y lo coloca en 100 galones de agua, usted está colocando una libra en 834 libras

de agua (100 galones x 8,34 libras/galón) o 13,344 libras (834 libras x 16 onzas en una libra). Una parte en 13,344 es igual a 0,0000749 (divida 1 en 13,344). Para saber cuántas partes por millón es esto, multiplíquelo por 1.000.000. Por ejemplo, tenemos 0,0000749 partes por 1. Multiplique por 1 millón para saber cuántas partes es esto por millón. Entonces, 0,0000749 x 1.000.000 es igual a 74,94 ppm. Podemos redondear en 75 partes por millón (ppm).

Ahora, para encontrar la concentración de un elemento fertilizante en agua, usted necesita saber el peso del fertilizante y el porcentaje del fertilizante, ya que nunca se encuentra en el 100 por ciento. El fertilizante 15-11-50 tiene 15 por ciento de nitrógeno. Asuma que usted está usando 1,5 libras del fertilizante de 15 por ciento de nitrógeno en un tanque de 100 galones de agua, y usted quiere saber cuántas ppm de N es esto. Usted debería hacer la siguiente ecuación:

$$\text{ppm N} = (15\% \text{ N}) \times (1.5 \text{ lb}) \times (16 \text{ oz por lb}) \times (0.75).$$

### Lixiviación

Después de cada riego, debería drenar del fondo de las bolsas, alguna parte de la solución del fertilizante (lixiviado). Si no hay lixiviación, las plantas probablemente no reciben el agua suficiente.

Revise la EC (conductividad eléctrica) de la lixiviación para determinar cuánto fertilizante están usando las plantas. La EC del lixiviado debería ser bastante aproximada a la EC de la solución nutritiva (menos de 0,5 mmhos de diferencia). Si es alrededor de 2,5 o 3,0 mmhos, ello indica que se está acumulando mucho fertilizante en las bolsas, y las raíces pueden quemarse por esta alta concentración.

### Análisis del tejido de hojas

Es buena idea analizar periódicamente las hojas de tomates para determinar si las plantas están recibiendo el mejor nivel de nutrientes. Esta técnica puede ser usada para “detectar problemas” en plantas que no parecen estar sanas, o como una manera de chequear mensualmente el nivel de nutrientes. Guarde estos datos mensuales así los puede usar cuando puedan ocurrir problemas de diagnóstico.

Es muy importante tomar muestras de hojas de lugares correctos de la planta para obtener resultados confiables. Tome las muestras de acuerdo con las indicaciones dadas por el laboratorio a dónde usted enviará las muestras.

Para el caso de los productores de Mississippi, deben extraer una hoja de cada planta, colectando de seis a ocho hojas para una muestra. Seleccione la hoja que está por encima de la fruta de alrededor de 2 pulgadas de diámetro (del tamaño de una pelota de golf). Si selecciona las hojas que están más arriba o más abajo en la planta, tendrá serios efectos en el nivel

de nutrientes que saldrá en el resultado del análisis, especialmente en el caso de nitrógeno y de otros elementos muy móviles.

Mande las muestras de hojas al laboratorio de la Universidad Estatal de Mississippi (Soil Testing and Plant Analysis, Box 9610, Mississippi State, MS 39762) o a cualquier laboratorio privado. Envuelva las hojas en papel seco y envíelas en una sobre grande.

En la Universidad Estatal de Mississippi, la cuota es \$10 para los residentes de Mississippi, y \$15 para los que viven fuera del estado. La mayoría de los fabricantes de fertilizantes de invernaderos tienen también un servicio de análisis disponible.

Cuando mande una muestra a la Universidad Estatal de Mississippi, incluya la "Hoja de Información del Análisis de la Planta" (Extension Form 700) con la mayor información posible, conjuntamente con la muestra. Las mismas están disponibles en la oficina de Extensión de su condado.

Los resultados del análisis enlistan los macronutrientes expresados en porcentajes, mientras que los micronutrientes están expresados en partes por millón (ppm). El nivel óptimo de nutrientes en el tejido maduro (en producción) de plantas de tomates se muestra en la Tabla 7. Ajuste la solución de fertilizante de tal forma que se puedan realizar las apropiadas correcciones.

Recuerde que lo que contiene la solución fertilizante no es lo que siempre toman las plantas. Si existe cualquier situación de estrés, las plantas pueden no tomar todos los nutrientes que usted coloca en las bolsas (o en los contenedores). Por ejemplo, si la temperatura de la raíz está por debajo de 58 °F, puede que usted vea el color púrpura en las hojas, un signo de deficiencia de fósforo, ya que el fósforo no es tomado realmente bien por las raíces, cuando las mismas están frías. Si las sales se han acumulado en altos niveles alrededor de las raíces (indicado por las lecturas altas de EC en el lixiviado), algunos nutrientes no serán bien tomados. Si las plantas no reciben agua suficiente, las mismas se marchitarán, y no tomarán el suficiente fertilizante. Estas situaciones confirman que el análisis de tejidos es el mejor indicador del estado de los nutrientes en las plantas.

**Tabla 7. Niveles de los elementos recomendados en el tejido de las hojas de tomates.**

N	4.0-5.5%	Fe	100-250 ppm
P	0.3-1.0%	Zn	30-150 ppm
K	4.0-7.0%	Mn	40-300 ppm
Ca	1.0-5.0%	Cu	5-25 ppm
Mg	0.4-1.5%	B	35-100 ppm
		Mo	0.15-5.0 ppm

## Síntomas de deficiencia de nutrientes

Además de realizar los análisis periódicos de los tejidos de las hojas para saber el nivel de nutrientes de las plantas, los productores deberían fijarse en los síntomas que muestran las plantas cuando existe una deficiencia de un nutriente. Lo siguiente ayudará a identificar estas deficiencias de nutrientes:

**Nitrógeno (N) – Crecimiento restringido de las puntas, raíces, y especialmente de los brotes laterales.** Las plantas tienen un aspecto de aguja, con clorosis general de toda la planta, tornándose verde claro, y luego un color amarillento en las hojas más viejas que también se ve en las puntas de las hojas más jóvenes. Las hojas más viejas se caen tempranamente. Generalmente, las nervaduras de las hojas más jóvenes muestran el color púrpura en la cara posterior de la hoja, cuando la deficiencia es severa en tomates.

**Fósforo (P) – Crecimiento restringido y tipo aguja, similar al de la deficiencia de nitrógeno.** El color de la hoja es generalmente opaco, verde oscuro a verde azulado, con los pecíolos y las nervaduras en la parte posterior de las hojas más jóvenes, de color púrpura. Las hojas jóvenes son de color verde amarillento con las nervaduras color púrpura con deficiencia de nitrógeno, y verde oscuro si hay deficiencia de fósforo. De todas maneras, las deficiencias de nitrógeno y de fósforo son muy parecidas.

**Potasio (K) – Las hojas maduras y de los niveles bajos de la planta muestran clorosis internerval, y manchas necróticas marginales o chamuscadas que progresan hacia el interior y hacia arriba de las hojas más jóvenes, cuando la deficiencia se hace más severa.** La fruta a menudo madura en forma despareja, o muestra manchones verdes a amarillos en las frutas rojas maduras. Los frutos algunas veces se caen de la planta justo antes de madurar. La deficiencia puede también provocar frutos blandos o esponjosos. Si este es el caso, aumente el nivel de potasio hasta 400 - 450 ppm.

**Calcio (Ca) – Las puntas de las hojas nuevas presentan desde una leve clorosis a negro chamuscado, y también se pueden encontrar brotes muertos.** La porción chamuscada y muerta del tejido se seca muy lentamente, por lo tanto es difícil de desmenuzarse. El primer síntoma es generalmente la podredumbre de la base de la fruta (vea la sección Desórdenes fisiológicos). La deficiencia de Boro también causa chamuscado de las puntas de las nuevas hojas y la muerte de los puntos de crecimiento, pero la deficiencia de calcio no promueve el crecimiento de brotes laterales, ni acorta los entrenudos como lo hace la deficiencia de Boro, y la deficiencia de Bo no causa podredumbre de la base del fruto.

**Magnesio (Mg) - Punteado clorótico internerval o marmolado de las hojas más viejas, lo que se extiende a las hojas más jóvenes a medida que la deficiencia se hace más severa.** Las manchas cloróticas internervales amarillas generalmente aparecen hacia el centro de las hojas, siendo los márgenes los últimos en tornarse amarillos. En algunos cultivos, las manchas internervales amarillas se tornan naranja a rojizas. A medida que la deficiencia se hace más severa, la clorosis internerval se transforma en manchas necróticas o manchoneos, y los márgenes de las hojas se chamuscan. En plantas con frutas maduras, las manchas cloróticas no comienzan en las hojas más viejas sino en aquellas ubicadas en la parte media de la planta. El Magnesio puede ser aplicado en forma de aerosol; use 2 cucharadas soperas de sulfato de magnesio por cada galón de agua.

**Sulfuro (S) - Parecido a la deficiencia de nitrógeno ya que las hojas más viejas se tornan verde amarillentas; los tallos se tornan finos, duros y macizos.** Algunas plantas son totalmente de color naranja con tintes rojizos en vez de amarillentos. Los tallos, a pesar de ser duros y macizos, aumentan en largo pero no en diámetro.

**Hierro (Fe) - Comienza con moteado clorótico internerval o un amarilleo general de las hojas inmaduras.** En casos severos, las nuevas hojas se tornan casi blancas (completamente sin clorofila) pero con muy pocos puntos necróticos muy pequeños o casi nada. El moteado clorótico de las hojas inmaduras comienza primero cerca de la base de la hoja, de tal forma que la misma aparece con una línea amarilla. Si se necesita hierro adicional,  $\frac{1}{4}$  onza de quelato de Fe 330 (9.7 por ciento de Fe) en 100 galones de agua, provee 1.9 ppm de hierro. Logre esto al usar  $1\frac{1}{2}$  cucharadita de té en 100 galones. Alternativamente, el hierro puede ser aplicado en forma de aerosol foliar, usando  $\frac{1}{4}$  cucharadita de té por galón.

**Manganeso (Mn) - Comienza con moteado clorótico internerval de las hojas inmaduras, y en muchas plantas no hay diferencia con la deficiencia de hierro.** En las plantas con frutas, los pimpollos no se desarrollan totalmente, pero se tornan amarillos y luego caen. Cuando la deficiencia se hace más severa, el crecimiento nuevo es completamente amarillo, pero en contraste con la deficiencia de hierro, aparecen puntos necróticos en el tejido internerval. En los tomates que muestran algún moteado internerval causado por la deficiencia de manganeso, algunos de los pimpollos de los racimos muestran desarrollo incompleto, y no se transforman en flores. Durante los días cortos de diciembre y enero, las plantas no presentan flores prácticamente.

**Zinc (Zn)- En algunas plantas, el moteado clorótico internerval aparece en las hojas más viejas**

**y en otras aparecen en las hojas inmaduras.** Afecta eventualmente los puntos de crecimiento y causa hojas más pequeñas que las normales. Esto es lo que se conoce a veces como "oreja de ratón." El manchoneo internerval es el mismo que en el caso de deficiencia de hierro y manganeso, con excepción de la hoja chiquita. Cuando la deficiencia de Zinc comienza repentinamente, como cuando no se coloca zinc en la solución de nutrientes, la clorosis puede ser idéntica a la de hierro y manganeso, sin la hoja chiquita.

**Boro (B) - Los síntomas incluyen clorosis a manchas marrones, o chamuscado negro de algunas puntas de hojas y muerte de los puntos de crecimiento de los brotes, similar a la deficiencia de calcio.** El tejido muerto marrón y negro es seco, quebradizo, y fácilmente desmenuzable. La médula de los tallos afectados pueden estar vacíos, y la epidermis tosca y quebradiza. Además de las puntas nuevas chamuscadas, muerte de los puntos de crecimiento, y los tallos quebrados, las plantas tienen entrenudos cortos con desarrollo abundante de brotes laterales que se pueden desarrollar en la vena central de las hojas, y en los racimos de flores. El síntoma más suave que se ve en las frutas maduras puede ser desde una rajadura pequeña a muchas rajaduras concéntricas en la piel de las protuberancias u hombros. Con severa deficiencia, se puede ver en la fruta un área rajada, amarronada y corchosa, muy distintiva, por debajo del cáliz.

**Cobre (Cu) - Las hojas de la punta de la planta se marchitan fácilmente.** Esto es seguido por áreas cloróticas y necróticas en las hojas. Las hojas de la parte media superior muestran un arrugado inusual, con clorosis en las venas. Puede que no exista un nudo en la hoja donde el pecíolo se une al tallo principal, a partir de la hoja 10 o más, por debajo del punto de crecimiento. El partimiento de la fruta madura, especialmente en condiciones de temperaturas altas, es una indicación de bajo nivel de cobre. Aumente el cobre en la solución nutritiva entre 0.5 a 1.0 ppm si el nivel es bajo, o hasta 2 ppm como máximo.

**Molibdeno (Mo) - Las hojas más viejas presentan manchas cloróticas internervales, se vuelven cóncavas y más gruesas.** A medida que la deficiencia progresa, la clorosis avanza hacia las hojas más jóvenes. Esta deficiencia es muy raramente vista en los tomates de invernaderos.

## Desórdenes fisiológicos

Muchos problemas que tienen los tomates no son causados por insectos o enfermedades. Estos problemas se deben al ambiente (temperatura, humedad, luz, agua, etc.) o nutrición, y se los denomina "desórdenes fisiológicos." A continuación se describen los desórdenes más comunes:

### ***Rajado radial***

Estas son rajaduras que aparecen a partir del cáliz (extremo del tallo) de la fruta y continúa hacia abajo. Si la rajadura es menos de media pulgada y no es profunda, la fruta es todavía comerciable. Si las rajaduras son más largas, más profundas o más numerosas, la fruta no es comerciable. Estas rajaduras son debido al abastecimiento de agua excesivo, seguido por muy poca agua; muy rápido crecimiento con altas temperaturas y humedad; o debido a una gran diferencia entre las temperaturas del día y de la noche. También asegúrese de que el fertilizante se encuentre a un nivel adecuado (revise su EC).

### ***Rajaduras concéntricas***

Estas rajaduras se forman en círculos concéntricos, uno dentro de otro, alrededor del cáliz (parte final del tallo) de la fruta. Dependiendo en la severidad, la fruta puede o no ser comerciable. Esta rajadura es también causada por el problema de agua. Asegúrese de que el agregado del fertilizante sea el adecuado (revise su EC). Estas rajaduras son causadas por demasiada agua seguido de poca agua; debido al rápido crecimiento con altas temperaturas y humedad; o debido a la gran diferencia de temperaturas entre el día y la noche.

### ***Partido***

Partido no es lo mismo que rajado (vea arriba). Cuando la fruta es expuesta a temperaturas muy altas, como las de muchos invernaderos de Mississippi, durante los meses de mayo y junio, la piel de la fruta tiene una tendencia a abrirse, como resultado del estrés causado por las temperaturas. Las soluciones son las siguientes:

- Bajar la temperatura del aire haciendo sombreado o refrescando por evaporación. (Vea la sección en [Refrescado del invernadero](#).)
- Aumente el agregado de cobre en la solución de nutrientes hasta 2 ppm. Una cucharada de sulfato de cobre en 1.000 galones de agua darán 1 ppm de cobre.

No trate de producir tomates de invernadero en Mississippi durante el verano; la fruta resultante mostrará generalmente este desorden.

La partición puede también ocurrir cuando la temperatura nocturna es muy baja, seguida de un día soleado como al final del otoño o invierno. Asegúrese de que la temperatura de la noche no sea inferior a 64°F.

### ***Cara de gato (Catfacing)***

Esta es una malformación, marcado o rajado de la fruta, que ocurre al final de la floración, algunas veces quedan "agujeros" en la fruta que exponen los lóculos de la misma. Este defecto es causado por las muy altas

temperaturas o bajas temperaturas durante la formación de la fruta, o cuando ocurre cualquier disturbio en las partes de la flor. Puede ser también el resultado de daños del herbicida 2,4-D. Algunas variedades son menos susceptibles que otras.

### ***Decoloraciones herrumbrosas (Russetting)***

Las decoloraciones herrumbrosas aparecen cuando la piel de la fruta se llena de arrugas pequeñas, especialmente en las protuberancias u hombros. Un examen de cerca muestra las miles de rajaduras en la superficie de la fruta. Esto es muy diferente de los más comunes rajados concéntricos (anillos) o rajado radial (partiduras que nacen de la parte final del tallo) en la parte superior de la fruta. Estas rajaduras son tan chicas que se las puede confundir con una piel arrugada. Ocurre lo mismo con los pimientos, peras, y papas.

La fruta herrumbrosa no se comercializa porque la apariencia es más baja que la estándar, e inclusive más importante, el tiempo de almacenaje de dichos tomates es mucho menor. Esto es debido a que hay pérdida de agua a través de las rajaduras mínimas, causando pérdida de peso, encojimiento y rupturas. Cuando la fruta pierde el 5 por ciento de su peso (debido a la pérdida de agua), rápidamente se hace blanda, y se reduce el tiempo de almacenaje. No envíe tomates en estas condiciones.

Los estudios realizados en una estación agrícola de investigaciones en Naaldwijk, Holanda, han identificado dos condiciones que promueven el herrumbre.

**Condición 1.** A medida que el cultivo se aproxima al final de la estación productiva, las plantas son generalmente despuntadas (corte de las puntas) para eliminar las nuevas flores o frutas que no tendrán tiempo de madurar. Esto generalmente promueve el crecimiento de brotes laterales, y se producen los herrumbrosos. La razón es que el crecimiento de los brotes laterales estimula la actividad en las raíces, haciendo que circule más agua y nutrientes hacia el limitado número de fruta remanente. Las plantas que fueron despuntadas y que le cortaron los brotes laterales, tienen mucho menos herrumbre. Las plantas que no fueron despuntadas para nada, tenían el menor herrumbre. Aparentemente, el permitir que la fruta chica se desarrolle en las puntas de las plantas provee un crecimiento más balanceado, y una mejor distribución de los nutrientes y del agua. El crecimiento regular ininterrumpido es importante para limitar este problema. Si usted ha tenido un problema de herrumbre, no despunte las plantas a medida que se acercan al final de la estación. Si usted ya las despuntó, corte los nuevos brotes laterales.

**Condición 2.** Las bajas temperaturas del aire del invernadero, especialmente en combinación con las altas temperaturas del día, han mostrado que causan

herrumbrado. La diferencia entre las temperaturas del fruto y del aire puede ser el punto matador. En los estudios realizados en la misma estación, la temperatura de 62 °F causó que el 46 por ciento del cultivo esté herrumbrado, mientras que tres grados más calientes, en términos medios, dieron como resultado menos fruta herrumbrada. Si el herrumbrado ha sido un problema, aumente la temperatura mínima a 64 °F o más arriba.

Los siguientes son maneras de reducir los problemas relacionados con el herrumbrado:

- Evite cambios bruscos en las condiciones de crecimiento, incluyendo el clima y la conductividad eléctrica (EC) de la solución nutritiva.
- Mantenga el EC lo suficientemente alto para las condiciones de crecimiento.
- Asegúrese de que el nivel de potasio es lo suficientemente alto.
- Evite las situaciones que causan condensación en la fruta. Esto incluye invernaderos poco ventilados y refrigeración pobre de la fruta cosechada.
- Existen algunas diferencias varietales en cuanto a la susceptibilidad. Capellois es más propensa a este problema que Trend, la cual es más propensa que Caruso

### ***Cicatríz tipo cierre (también llamada "Anther Scar")***

Esta es una cicatríz a lo largo del fruto que parece un cierre, o quizás el tipo de cicatríz dejada por una cosedora. Es causada por la antera que queda pegada al ovario (fruto inmaduro). A medida que el fruto aumenta de tamaño, la antera se desprende del fruto, dejando una cicatríz. Este es un problema genético, y probablemente no es causado por ninguna condición ambiental.

### ***Manchado o decoloración del fruto maduro (también llamado "Gray Wall")***

Este problema aparece como áreas chatas, con manchas de color marrón-grisáceo en el fruto. A medida que el fruto se hace rojizo, estas áreas pueden mantenerse grises o tornarse amarillentas, causando madurez despareja. Cuando se corta el mismo se puede ver el tejido vascular marrón en las paredes del fruto. La identificación de la causa específica de este defecto puede ser probablemente más difícil que cualquier otro defecto. Puede ser causado por bajas temperaturas, variaciones de temperaturas, alta humedad, baja intensidad de luz, alto nivel de nitrógeno, bajo potasio, compactación del medio del cultivo, etc. Las temperaturas altas (por encima de 86 °F) previenen la formación de licopene, el pigmento que da el color rojo a los tomates. También, ciertos

hongos, bacterias o el virus llamado mosaico del tabaco (TMV) puede estar involucrado. Ya que algunas variedades son más susceptibles que otras, es recomendable cambiar de variedades si el manchado del fruto al madurar es un problema.

### ***Protuberancia verde***

Esto se presenta como un área verde oscura encima del fruto (en la parte final del cáliz) que está madurando, la cual nunca se vuelve roja. A menudo el área puede tornarse amarilla cuando la fruta madura. El desorden es genético, pero se hace notorio en condiciones de mucha luz y alta temperatura. Se recomienda aumentar la ventilación durante los períodos calurosos, asegurándose de que las plantas no estén defoliándose por encima de los racimos en desarrollo, usando algún tipo de sistema de sombras (vea la sección en [Refrescado del invernadero](#)), y que haya una adecuada fertilidad de fósforo y potasio. También, algunas variedades son inmunes (no presentan mancha verde) o son parcialmente inmunes (mancha semi-verde) a este defecto (vea sección en Variedades)

### ***Podredumbre apical de la fruta (BER)***

A pesar de que está referida a una podredumbre, este problema no es causado por un organismo. Aparece como un área bronceada suave, amarronada o negra, hundida en o cerca de la base (final de la floración) de la fruta. No es blanda, es firme y como el cuero, y puede ser acompañada de una podredumbre seca. Algunas veces la misma aparece dentro del fruto como un área enegrecida, sin síntomas en la parte exterior. Ocasionalmente, un organismo secundario invade el tejido causando podredumbre blanda. Quite y descarte cualquier fruto que presente síntomas; una vez que la fruta adquiere dicha podredumbre, la misma no desaparecerá.

BER es causada por la insuficiencia de calcio en el fruto. A pesar de que se aplique la adecuada cantidad de calcio en la solución nutritiva, puede ser que no llegue al fruto debido a la falta de agua. Si las plantas se marchitan, es difícil que los nutrientes lleguen al fruto. Aún así el BER es un problema de calcio, puede ser el resultado de estrés de agua. Las plantas en rápido crecimiento que son expuestas a la sequía son especialmente susceptibles. Cualquier condición de estrés interfiere con la absorción de calcio, y puede causar BER. Algunos estresores son la excesiva salinidad del medio de cultivo, alto nivel de nitrógeno, crecimiento rápido de la planta, alta temperatura, alta humedad, y daños en las raíces.

Para prevenir el BER, mantenga un crecimiento parejo de la planta y evite amplias fluctuaciones de agua y temperatura. El nivel de calcio en la solución nutritiva debería ser por lo menos de 125 ppm. Una

vez que ocurre el BER, puede ser prevenido en las frutas no afectadas usando un aerosol foliar de cloruro de calcio (36 por ciento de calcio) en una proporción de 14 a 64 onzas por 100 galones (o 4 cucharadas soperas/galón) de agua. O use nitrato de calcio (20 por ciento de calcio) a una proporción de 17,5 libras por 100 galones (o 9 cucharadas soperas/galón) de agua. Para una operación chica, el producto comercial llamado “Stop rot” está disponible. Use una pinta por cada 7½ galones, y aplique en forma de aerosol dos veces por semana hasta que el problema esté corregido.

Evite el exceso del fertilizante nitrogenado, especialmente las formas de amonio. El amonio aumenta la demanda de calcio, limitando la cantidad disponible. Algunas variedades pueden ser más resistentes al BER que otras.

### *Fruta hinchada*

La fruta que está “hinchada” tiene una apariencia angular, con una o más partes más chatas que el resto. Las mismas también pesan menos, y los lóculos no están bien llenados; ej., no hay mucho gel ni semillas en el interior. Algunos de los lóculos pueden estar vacíos.

La hinchazón es producto de una pobre polinización causada por cualquiera de los problemas ambientales que afecten la buena polinización:

- Alta temperatura, especialmente por encima de los 90 °F.
- Baja temperatura, especialmente por debajo de los 55 °F.
- Amplias diferencias entre las temperaturas del día y de la noche.
- Sequía.

- Agua en exceso.
- Nitrógeno en exceso.
- Uso de las hormonas del fruto, o
- Falta de adecuado dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Si la hinchazón es un problema, trate de cambiar cualquiera de las condiciones mencionadas que sea posible, especialmente el nivel de nitrógeno demasiado alto. También asegúrese de que usted use un polinizador eléctrico día de por medio, y que la polinización se realice en un momento apropiado del día, o use abejorros (vea la sección Polinización) Aumente el movimiento del aire dentro del invernadero para refrescar el aire y acercar el CO<sub>2</sub> a las superficies de las hojas donde se lo necesita. No existen variedades resistentes a este problema.

### *Escaldado por el sol*

El mismo aparece como una mancha blanquecina o amarillenta en la cara del fruto que dá al sol. Esta área puede encogerse y formar una mancha blanca grande con una superficie tipo papel, o un área blanca ampollada en la fruta verde. Esto es una “quemadura por el sol” causada por la exposición repentina al sol de la fruta que se estaba formando a la sombra, especialmente durante el tiempo caluroso y seco. Esta área puede ser invadida secundariamente por un hongo, aunque este no es el problema real. Cuando se deja la fruta al descubierto durante la cosecha, al retirar el follaje, es la causa más común de escaldado por el sol, y también las hojas muertas pueden originar el escaldado por el sol debido a enfermedades.

---

#### Publicación 2419 (POD-11-16)

La dirección del autor es Truck Crops Branch Experiment Station, P.O. Box 231, Crystal Springs, MS 39059; teléfono (601) 892-3731, fax (601) 892-2056. El e-mail del Dr Richard Snyder es ricks@ext.msstate.edu

El autor agradece enormemente a los profesores y miembros de la Truck Crops Branch Experiment Station, y expresa su apreciación por el arduo trabajo en la asistencia de los estudios en el invernadero de Crystal Springs. Estos estudios son la base de la mayor parte de la información en esta publicación.

Por el Dr. Richard G. Snyder, especialista en Extensión vegetal.



**MISSISSIPPI STATE**  
UNIVERSITY™

**EXTENSION**

*Copyright 2016 by Mississippi State University. All rights reserved. This publication may be copied and distributed without alteration for nonprofit educational purposes provided that credit is given to the Mississippi State University Extension Service.*

Produced by Agricultural Communications.

We are an equal opportunity employer, and all qualified applicants will receive consideration for employment without regard to race, color, religion, sex, national origin, disability status, protected veteran status, or any other characteristic protected by law.

Extension Service of Mississippi State University, cooperating with U.S. Department of Agriculture. Published in furtherance of Acts of Congress, May 8 and June 30, 1914. GARY B. JACKSON, Director