



Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C.

Norma Mexicana para el Diseño y Construcción de Invernaderos.

(NMX-E-255-CNCP-2008)

El pasado 08 de Julio del 2008, la Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas, publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana **NMX-E-255-CNCP-2008, Invernaderos-Diseño y Construcción-Especificaciones (Greenhouses-Desing and Construction-Specifications)**.

Esta norma fue elaborada, aprobada y publicada bajo la responsabilidad del organismo nacional de normalización denominado “Centro de Normalización y Certificación de Productos, A.C. (CNCP)”, por iniciativa de la Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C. (AMCI), coordinando e integrando por el Grupo Técnico de Trabajo, compuesto además por empresas formales mexicanas, por la Dirección General de Fomento a la Agricultura de la SAGARPA y por la **Universidad Autónoma de Chapingo**.

Anteriormente a este hecho, en México **no existía ningún reglamento o regulación** que indicara funcionalmente la manera en que debería de crearse un diseño de invernaderos bajo normas técnicas, por lo que esto es un paso importante en esta materia en México.

¿Qué es una Norma?

Es una Especificación Técnica, establecida con la cooperación y el consenso o la aprobación general de todas las partes interesadas, basada en los resultados conjuntos de la ciencia, la tecnología y la experiencia para regular las especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieren a su cumplimiento o aplicación.

¿Cómo se define un Invernadero?

Es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte

superior y malla en los laterales.

Clasificación de los Invernaderos:

Clase A: Estructuras de **Invernaderos** unitarios o en batería.

Clase B: Estructuras tipo **Casa-Sombra y Macro túneles.**

En ambos tipos el período mínimo de **vida útil** de la estructura es de **10 Años**.

¿Qué es una Casa Sombra?

Estructura metálica cubierta con malla plástica, que permite la entrada del agua de lluvia al interior, empleada para el cultivo y/o protección de plantas, de los insectos, plagas y granizo, la cual optimiza la transmisión de radiación solar y algunas condiciones climatológicas para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior.

¿Qué es un Macro túnel?

Estructura metálica, con una cubierta de película traslúcida, empleada para el cultivo y protección de plantas, que no tiene las características apropiadas en ancho y altura al canal para ser considerada como invernadero, pero que permite que las personas trabajen en su interior.

La Norma Mexicana para Diseño y Construcción de Invernaderos:

1. Permite contar con un **documento técnico** que **reglamentará** de manera adecuada los procedimientos para el diseño y construcción de invernaderos en México.
2. Establece **información técnica básica**, parámetros, definiciones, especificaciones y procedimientos tanto para fabricantes, como para personas e instituciones directamente involucradas.
3. Este documento es **aplicable en cualquier región** de México.
4. Establece las **características** de los **elementos estructurales** de alta resistencia que constituirán un sistema de soporte para invernaderos.
5. Con este documento, México se coloca a la vanguardia de la normatividad que se rige a nivel mundial.



Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C.

6. Con este documento, **se impulsa** a la industria nacional, tanto **proveedores** de materia prima, como a los **fabricantes formales de invernaderos**.

Ventajas de la Normalización.

a) Para los fabricantes de Invernadero.

- ✓ **Racionaliza** clasificaciones, **variedades** y tipos de productos.
- ✓ **Disminuye el volumen de existencias** en almacén y los costos de producción.
- ✓ **Mejora** la gestión del diseño y simplifica la **gestión de compras**.
- ✓ **Agiliza** el tratamiento de los **pedidos**.
- ✓ **Facilita la comercialización** de los productos y su exportación.

b) Para los consumidores (Productores Agrícolas):

- ✓ Establece **niveles de calidad y seguridad mínimos** de los productos y servicios que contrata **al invertir en un Invernadero, disminuyendo el riesgo**.
- ✓ Informa de las **características técnicas** del producto.
- ✓ **Facilita la comparación** entre diferentes ofertas.

c) Para la Administración Pública (*Gobierno Federal, Gobiernos Estatales y Municipales, Fira, Financiera Rural, Etc.*):

- ✓ **Simplifica** la elaboración de textos legales.
- ✓ Establece **políticas de calidad**, medioambientales y de seguridad.
- ✓ **Ayuda al desarrollo económico**.
- ✓ Da **mayor certidumbre a la inversión** de los **recursos públicos** y del **productor** agrícola.
- ✓ **Acelera el desarrollo tecnológico en el campo** al **disminuir el riesgo** de que un invernadero se colapse por un mal diseño o mala construcción y **genere una mala imagen de la tecnología, de los constructores mexicanos y del propio gobierno**.

Campo de aplicación, índice y 3 aspectos relevantes de la Norma.



Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C.

Esta **Norma Mexicana** especifica el **proceso a seguir para el diseño** de invernaderos, así como los **principios generales, requisitos de resistencia** mecánica, **estabilidad**, estado de **servicio y durabilidad** para el proyecto y la construcción de estructuras de invernaderos comerciales con cubiertas de películas plásticas, incluyendo las **cimentaciones**, para la producción de plantas y cultivos.

Esta **Norma Mexicana** **no** establece los criterios de construcción para el acceso a los invernaderos (por ejemplo: rampas, pasillos de trabajo, pasarelas o escaleras de acceso a la cubierta).

Índice de la Norma:

0. *Introducción.*
1. *Objetivo y campo de aplicación.*
2. *Referencias.*
3. *Definiciones.*
4. *Simbología y Abreviaturas.*
5. *Clasificación de los Invernaderos.*
6. **Datos de Entrada** (Revisión de **requisitos y factibilidad**)
7. **Generación del Diseño.**
8. **Cálculos.**
9. **Verificación del Proyecto.**
10. **Durabilidad, Mantenimiento y Reparaciones.**
11. **Acciones en Invernaderos.**
12. **Desplazamiento y Deformaciones (ELS)**
13. *Bibliografía.*
14. *Concordancia con Normas Internacionales.*
15. **Anexos:**
 - a. **Capacidad estructural de las Cubiertas (Normativo)**
 - b. **Acción de viento (Normativo)**
 - c. **Acción de nieve y granizo Wg (Normativo)**
 - d. **Estado límite último de los arcos (Normativo)**
 - e. **Efectos de temperatura (Normativo)**
 - f. **Manual de propietario y placa de identificación (Normativo)**
 - g. *Instrucciones para mantenimiento (Informativo)*
 - h. *Detalles Constructivos (Informativo)*
 - i. *Métodos de cálculos para cubiertas de película en invernadero (Informativo)*
 - j. **Regiones y coeficientes sísmicos (Normativo)**
 - k. **Materiales (Normativo)**
 - l. **Requisitos del proyecto ejecutivo (Normativo)**



Aspectos Relevantes a considerar de la Norma:

1. Materiales empleados en las estructuras.

Los materiales de las estructuras deben ser económicos, ligeros, resistentes y esbeltos; deben formar estructuras poco voluminosas, a fin de evitar sombras de las mismas sobre las plantas, de fácil construcción, mantenimiento y conservación, modificables y adaptables al crecimiento y expansión futura de estructuras, sobre todo cuando se planean ensamblar en batería.

- Anclas para **cimentación, columnas, arcos, flechas, largueros y refuerzos**: De perfil tubular cuadrado o redondo de acero galvanizado a base de una capa G-90 por ambas caras. Metalizado a base de Zinc en la costura de la soldadura. Diferentes secciones.
- **Canalones y perfil sujetador**. Lámina de acero galvanizado a base de una capa G-90 por ambas caras, varios calibres.
- **Cable**. De acero galvanizado capa G-90, varias medidas.
- **Alambres**. De acero bajo carbón galvanizado G-90 varios calibres.
- **Resorte sujetador**. De acero alto carbón galvanizado.
- **Tornillería**. Galvanizada alta resistencia G-5 varias medidas.

Cabe mencionar que se debe utilizar concreto con resistencia $f'c=150$ Kg./cm² para la fabricación de las bases donde se ahogarán las anclas y columnas para cimentarlas.

2. Ventilación.

Para que se dé una **ventilación efectiva**, es recomendable que el área de ventilas sea aproximadamente igual del 15% al 30% del área del piso ocupado por la nave de invernadero. El nivel de enfriamiento es mejorado cuando las cortinas de las paredes laterales son incluidas en el área total de ventilación

3. Normatividad de los materiales.

En lo referente a las normas a cumplir en aspecto de materiales, para el acero a utilizar en la estructura de un invernadero, se deberá cumplir con las siguientes especificaciones de acuerdo al fabricante:

- **Perfil cuadrado o redondo** de acero fabricado según norma **NMX-B-009**, con acero grado 30 ($F_y=2,320$ Kg./cm²); rolado en frío.



Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C.

- El **recubrimiento** de éstos perfiles debe ser de Zinc-Aluminio galvanizado en caliente, capa AZ-90 (0.90 Oz/Ft² = 274 gr. /m² = 0.0015 in., según norma NOM-B-469, ASTM-792), el cual debe proporcionar resistencia del material a ambientes corrosivos.
- Además se debe de cumplir con que las estructuras deben de tener de **5 a 6 kg/m² de acero**. Las columnas deben de ser mínimo de 2" y los arcos de 1 ¾".
- **Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E.** (sección C-14), la cual define las condiciones de viento y sismo a considerar de acuerdo a la ubicación de la estructura dentro de la República Mexicana.
- **Cubiertas.** Polietileno Cal. 720 tratado contra rayos ultravioleta UV II, diferentes porcentajes de sombra y color.

Además de los tres aspectos descritos anteriormente, como se puede observar el índice de la Norma, **son muchos** otros los que contiene la misma y **el cumplimiento de todos** (*Los Normativos-Anexos*) son los que darán la **garantía de que el Invernadero tiene las especificaciones técnicas mínimas** de un buen diseño, resistencia mecánica, estabilidad, servicio de mantenimiento y durabilidad, incluyendo las cimentaciones.

Dado que los **Derechos** de la Norma son **reservados para el CNCP**, el documento completo de dicha Norma **sólo se puede adquirir en propio Centro de Normalización y en la Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C. (AMCI)** en virtud de un convenio de colaboración y comercialización que se tiene firmado entre ambas instituciones. Por tanto, **está prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del CNCP**.

Debido a lo anterior y **con el objetivo de Difundir la existencia y contenido** de la Norma es que este Documento fue **elaborado por el Comité Técnico** de la Norma de la Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C. (AMCI)

Última Actualización: **08 de Marzo de 2010**.



hortalizas en invernadero.

Existen muchos tipos de sistemas de producción de hortalizas en invernadero, pero en el diseño de cualquier sistema, debe darse igual importancia a los siguientes componentes: diseño estructural, control ambiental y sistema de cultivo. Con demasiada frecuencia se da importancia sólo a uno o dos de estos elementos clave y se descuida el resto, con lo cual el productor experimenta el fracaso del cultivo.

Al diseñar el sistema de control ambiental, debe considerarse la regulación de dos ambientes: aéreo y de la raíz. Este artículo se centrará en el diseño de un ambiente aéreo exitoso. Y mi próximo artículo, en el ambiente radicular.

En el diseño de un ambiente aéreo adecuado deben considerarse los siguientes factores:

- Ubicación.
- Agua y energía.
- Computarización.

Caso tomate.

- Luz y Rendimiento
- Temperatura y velocidad de maduración
- Relación con la Humedad.
- Medición de plantas
- Aproximación práctica
- Luz y hojas suficientes
- Manual de Producción de Tomate en Invernadero



INTA MEXICO.

hortalizas en invernadero:

Selección de la ubicación; La luminosidad es el factor más relevante en la producción de hortalizas en invernadero. Esto es particularmente importante durante el invierno, cuando los precios de las hortalizas son más altos. En general 1% de reducción de la luz, significa 1% de reducción en el rendimiento. Un invernadero situado en una zona de alta luminosidad invernal, con condiciones de temperatura y humedad óptimas durante todo el año puede producir más de 600 toneladas de tomates por hectárea al año.

En México, las mejores condiciones de luminosidad se ubican en los estados de Sonora y Chihuahua, así como en las zonas del interior de Baja California. Los estados más sureños tienen una estación lluviosa más larga, y por tanto menor luminosidad total al año.

Las consideraciones de temperatura también son importantes, especialmente en los desiertos del norte de México y en las zonas más tropicales del sur. Por ejemplo, si se seleccionan tomates como el cultivo para ser producido durante todo el año, deben evitarse bajas elevaciones debido a la dificultad de mantenimiento de temperaturas deseables en el invernadero al final de primavera, en verano y al principio del otoño, incluso con el sistema de enfriamiento de ventilador y muro húmedo.

En muchas zonas de México, o en cualquier zona tropical, el enfriamiento evaporativo mediante el uso de sistemas ventilador-muro húmedo o de niebla de alta presión, no es efectivo, debido a la elevada humedad del ambiente. Por tanto, la selección de una ubicación para producción durante todo el año debe poseer buena luminosidad, y estar situado en una elevación más alta con baja humedad para proporcionar un buen enfriamiento evaporativo. Al mismo tiempo, la elevación seleccionada no debe ser demasiado alta, con el fin de evitar altos costos de calefacción en el invierno pero suficientemente alta para permitir un buen enfriamiento evaporativo en verano.

En México, al igual que en algunas zonas de Estados Unidos, la producción en invernadero durante todo el año de hortalizas de alto rendimiento/calidad requiere calefacción en invierno, así como enfriamiento evaporativo durante el verano en las zonas sureñas de Estados Unidos y en todo México.

Los invernaderos ubicados en las zonas costeras de México, a baja elevación, sólo producirán tomates de alta calidad durante el invierno. Hoy día, los compradores de hortalizas de invernadero buscan cada vez más productores cuya producción esté disponible todo el año, para obtener hortalizas de alta calidad a precios contratados.

Aunque el nivel de luminosidad es suficiente en la mayor parte de México, las temperaturas no adecuadas para las condiciones de cultivo reducirán los rendimientos y la calidad del producto. Dicho rango de temperaturas propicia el desarrollo de tomates blandos, de sabor mediocre, maduración del fruto inconsistente y numerosas anomalías fisiológicas tales como el microgrietamiento radial y concéntrico (russeting).



Agua y energía; El agua de buena calidad es importante a la hora de seleccionar el emplazamiento de su invernadero. El productor debe tener en cuenta ciertas propiedades químicas que podrían causar problemas: pH, alcalinidad, sales solubles, calcio, magnesio, boro, fluoruros, cloruros, sulfatos, carbonato sódico y hierro. Cuanto más limpia sea el agua, mayor es la oportunidad de lograr el máximo rendimiento y reducir el mantenimiento de los sistemas de enfriamiento evaporativo.

Es necesario disponer de energía para iluminación, enfriamiento y calefacción. En muchas zonas de México las fuentes de energía baratas (gas natural y gasóleo) no están disponibles. Otras fuentes de energía para calefacción, tales como residuos de madera, agua geotérmica, y residuo calorífico de plantas eléctricas, se presentan cada vez como alternativas atractivas.

Estas fuentes de energía deben tomarse en consideración.

Además se recomienda la conservación de energía a través del uso de cortinas térmicas las cuales se utilizan para cubrir el cultivo durante la noche con el fin de reducir las pérdidas de calor hasta un 57%.

Computarización; Hoy día las computadoras suponen una excelente herramienta para los productores al proporcionar control preciso de diferentes dispositivos en el invernadero. Esto incluye ventilas, calentadores, ventiladores, válvulas de riego, etc. Las computadoras pueden utilizarse como sistemas de adquisición de datos para proporcionar un entendimiento profundo de todos los factores que afectan a la calidad y las etapas clave del desarrollo del cultivo.

En conclusión, la producción de hortalizas en invernadero es probablemente el sistema agrícola más intensivo y exigente que existe. Sea cual sea el tipo de sistema, la actividad de agricultura protegida puede resultar extremadamente costosa. No existe margen de errores. El futuro de los sistemas de invernadero/hidropónicos se presenta hoy más halagüeño que nunca en los últimos 50 años.

La región centro del estado de Veracruz ofrece condiciones climáticas deseables para la producción de esta especie; no obstante, debe conocerse perfectamente cómo estas condiciones ambientales afectan a su desarrollo, con la finalidad de promover su cultivo de forma extensiva.

Para lograr lo anterior es necesario elaborar un modelo fenológico que permita predecir el tiempo en que ocurrirá un evento en el desarrollo de las plantas; el calor acumulado en este proceso es conocido como tiempo fisiológico o Grados-Día de Desarrollo (GDD).

Para ello se dio seguimiento a los estadios fenológicos de floración, aparición del fruto y cosecha — desde el momento del trasplante con plántulas de un mes de germinadas (10/11/2008) hasta la última cosecha (04/06/2009) — con un registrador de datos (data logger) marca HOBO modelo U12-012. El registrador de datos fue colocado a una altura de 1.10 m y programado para tomar lecturas de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (%) y luminosidad (Lumen/ pie^2) cada 30 minutos en el interior del invernadero.

Invernadero con ventilador cenital, fija, abatible y lateral. Atender factores de flujo de aire, déficit de vapor, recambio de dióxido de carbono y energía. Intercambio de calor por convección, conducción y radiación solar difusa. Las películas de material en el invernadero at id y td onda de 400 NM a 635 NM.

Características de los tipos de cultivos ejem. Al aire libre, invernadero. \ verificar que se puedan simplificar dichos sistemas ejem, deshumidificadores, humodosificación.

Crear un producto con protección natural ante situaciones adversas como plagas ejem el gen hm1 protege contra las plagas y cambios climáticos. Ejem. Los factores climáticos determinan los sistemas de producción en ciertos productos. pero la agro tecnología X medio de los genes tienden a dominar los cambios climáticos.



Caso tomate.

Muchas operaciones de producción de tomate, tanto grandes como pequeñas, buscan un método exacto, simple y práctico para determinar el rendimiento del cultivo con varias semanas de antelación, de manera que puedan organizar de la manera más eficiente posible, los recursos de mano de obra en el invernadero y en el empaque, así como los materiales de empaque, etc.

El conocimiento sobre cuándo los frutos estarán listos para cosechar, así como la cantidad de fruta que va a ser empacada y enviada al mercado, tiene implicaciones para el desarrollo del cultivo y para el negocio.

Con objeto de realizar una predicción precisa del rendimiento potencial de un cultivo de tomate en cualquier semana dada en el futuro, deben tomarse en cuenta varios factores trabajando conjuntamente.

Este artículo se centrará en investigación y experiencia práctica para demostrar que existe una sólida correlación entre la temperatura promedio en 24 horas, la cantidad de luz recibida y la humedad promedio diurna o DPV (Déficit de Presión de Vapor). Temperatura y humedad son utilizadas para predecir la velocidad de floración y de madurez del fruto, mientras que la radiación acumulada promedio semanal puede emplearse para predecir el potencial de rendimiento final.

Luz y Rendimiento; La investigación sugiere que la disponibilidad de uno de los factores (p. ej. cantidad de luz disponible para las plantas) no es la causa principal del patrón cíclico de producción de frutos que todos los productores han experimentado. Sin embargo, la cantidad de luz recibida por el cultivo (radiación solar acumulada expresada en julios/cm²) sí afecta al número de frutos cosechados cada semana. Esto no significa que haya menor número de frutos por unidad de superficie, sino que habrá menos frutos maduros para cosechar en una semana determinada.

Temperatura y velocidad de maduración; La variación en el número de frutos cosechados cada semana a través de las temporadas indica que el tiempo transcurrido desde la floración hasta la maduración del fruto fluctúa a lo largo del año. A finales de otoño, en invierno y a principios de primavera, los frutos de tomate tipo bola requieren de 65 a 85 días para madurar comparado con los 45 a 50 días a mitad del verano, cuando el promedio de temperatura en 24 horas es muy superior.

Una ligera reducción del tiempo de maduración del fruto tiende a ser asociada con altos rendimientos, mientras que los bajos rendimientos se registran con frecuencia cuando se produce un retraso en la maduración del fruto, como ocurre en épocas del año en las que la temperatura promedio en 24 horas es baja en un invernadero sin calefacción. En un invernadero con ambiente controlado, equipado con un sistema de calefacción computarizado, es posible manipular el promedio de temperatura en 24 horas y dirigir el calor a desarrollar los racimos y la maduración del fruto con objeto de controlar la velocidad de floración y de maduración, lo cual resultará en rendimientos más altos. En un invernadero sin calefacción, el productor va a experimentar altas fluctuaciones en el rendimiento de una semana a la siguiente y duraciones más largas en alto o bajo rendimiento de acuerdo a las fluctuaciones naturales en la temperatura promedio en 24 horas.

La temperatura es un importante determinante de la velocidad a la cual maduran los frutos. Es bien conocido que altas temperaturas aceleran la maduración. Adicionalmente, los frutos se vuelven más sensibles a la temperatura a medida que alcanzan el estado de maduración (p. ej. la curva de días a maduración no es lineal). Esta sensibilidad conducirá a gran cantidad de frutos a continuación de un periodo de temperatura elevada. Sin embargo, una maduración rápida de frutos, y en consecuencia el corte de frutos maduros de las plantas, reducirá el número de frutos próximos a madurar en la planta, lo cual resultará en rendimientos más bajos en las semanas siguientes. Esta situación se experimenta a menudo en los invernaderos sin calefacción.



INTA MEXICO.

Estas observaciones reales indican que es posible controlar el patrón de rendimiento a través de la manipulación del promedio de temperatura en 24 horas en el invernadero.

La sensibilidad a la temperatura, en el contexto del ritmo de desarrollo del fruto, está relacionada con la variedad y con el tamaño de fruto, de manera que la maduración de los frutos de cada variedad particular se produce a un ritmo diferente según los rangos de temperaturas.

En la tabla se muestra un pequeño ejemplo de diferentes variedades de tomate y sus tamaños de fruto en cuanto a los días a maduración a 20°C:

El Tiempo Térmico TT (sumatorio de temperaturas por encima de la temperatura base)— también conocido como una 'constante' – utiliza 6°C como base. La temperatura promedio en 24 horas es determinada por el productor y utilizada como un componente del modelo. En la tabla hemos elegido el peso promedio del fruto de cuatro variedades diferentes para ilustrar el concepto.

En este ejemplo, el productor ha determinado que la temperatura promedio en 24 horas es 16°C en su invernadero sin calefacción en el que cultiva tomates tipo bola. En el caso de tomates en racimo, el Tiempo Térmico (TT) se calcula a partir del establecimiento del primer fruto en el racimo y hasta que el último fruto en el racimo alcanza coloración completa y el racimo está listo para cosechar.

Relación con la Humedad.; Observaciones prácticas e investigación coinciden en que para los cultivos de invernadero, los altos niveles de humedad pueden conducir a una reducción en el potencial de rendimiento. A partir de datos de un invernadero en México se observó que existe una fuerte correlación entre fluctuaciones de rendimiento en un periodo de 18 semanas y la humedad relativa promedio diaria. Se especula que la fluctuación en humedad relativa es en parte responsable de la fluctuación en rendimiento, ya que se relaciona con el potencial de transpiración del cultivo.

Medición de plantas; Con objeto de iniciar el proceso de predicción de días a la maduración y finalmente el potencial de rendimiento del cultivo, debe implementarse un sistema de registro de datos del cultivo.

Las mediciones de la planta y del clima que están directamente relacionadas con la predicción del rendimiento son el promedio de temperatura en 24 horas (utilizando el promedio medido en tres semanas), humedad, radiación solar acumulada (en J/cm²), velocidad de floración y número de días a la maduración.

La velocidad de floración es uno de los elementos clave en el sistema de registro de datos del cultivo. Este parámetro no sólo ayuda al productor a tomar decisiones relacionadas con el cultivo en ese momento, sino que también puede ser utilizado por los agentes de ventas de la operación para predecir la cantidad de frutos que estarán disponibles para venta en 3 ó 4 semanas dependiendo de las condiciones del clima. Usando los parámetros de velocidad de floración y el promedio de temperatura en 24 horas, pueden realizarse predicciones bastante exactas de los días a la maduración.

Aproximación práctica

Reuniendo toda la información de registro de datos del cultivo de manera práctica, el productor será capaz de proporcionar al departamento de ventas y a los gerentes de personal una evaluación bastante precisa de los kg/m² de fruto que van a ser cosechados en 3 ó 4 semanas en el futuro. Deben desarrollarse datos históricos para cada operación de invernadero, de manera que la herramienta de predicción lo más precisa posible.

En este momento, los datos del historial de temperatura son importantes porque las temperaturas en un invernadero sin calefacción van a fluctuar día a día y de una semana a la siguiente.

Esta fluctuación de temperatura deberá tenerse en cuenta en el plan de registro de datos del cultivo, de manera que se obtengan los días a la maduración de manera más exacta, y en consecuencia pueda determinarse el potencial de rendimiento semanal.



INTA MEXICO.

Luz y hojas suficientes

En los invernaderos que tienen colchones o muros húmedos, éstos deben ser activados durante las horas de calor del día a fin de mantener una temperatura óptima. Un techo de plástico puede ser blanqueado o recubierto por una tela de sombreado y en caso de haber cortinas térmicas, pueden ser utilizadas durante las horas principales de calor. Siempre debe haber suficiente luz, de 600 a 800 micro-Einsteins, de manera que la fotosíntesis pueda continuar normalmente. En un invernadero o en una casa sombra es recomendable no eliminar demasiadas hojas. Las hojas ayudan a enfriar las plantas y protegen los frutos del sol. Además, el sombreado puede ayudar a reducir el estrés térmico.

Manual de Producción de Tomate en Invernadero

- Métodos para favorecer la polinización se aplican preferiblemente en las horas de la mañana, cuando la temperatura y la humedad relativa son más apropiadas. A pesar de que las condiciones para la polinización no son muy buenas en condiciones de calor extremo, los siguientes métodos también ayudan a obtener mejores resultados.
- Los alambres del cultivo pueden ser sacudidos para ayudar a liberar el polen.
- Una ráfaga de aire producida por un ventilador también ayuda a liberar los granos del polen.
- Vibradores eléctricos que agitan las flores y permiten la liberación de los granos de polen que pueden caer en el estigma.
- Los abejorros no son muy sensibles a las temperaturas extremas y pueden ayudar a obtener mejores resultados. Deben ser usados incluso en condiciones de temperaturas muy altas.
- Las hormonas se utilizan a menudo en condiciones de temperaturas extremas.

En condiciones de alta temperatura podría ser necesario rociar con hormonas dos veces por semana y, en dichos casos, las concentraciones suelen ser reducidas para evitar que cantidades excesivas de hormonas puedan causar algún daño. Siga las recomendaciones del fabricante.