



MANEJO DE FRUTALES EN INVERNADERO PRIMERA PARTE

Ing. Agr. (MSc) Luis Mario F. VERGARA AVALOS

Mail de referencia: luismariofrancisco67@yahoo.com.ar

Documento técnico aportado por el Ing. Agr. Vergara Avalos para la Revista de Divulgación Técnica. Facultad de Ciencias Agrarias (UNCa).

INTRODUCCIÓN:

Los invernaderos brindan y mantienen un entorno propicio a la optimización de los rendimientos y las ganancias, protegen el medio ambiente, proporcionan posibilidades de aumento del CO₂ disponible, y ahorran agua en regiones áridas.

Por lo general, un invernadero comprende los siguientes elementos:

- 1) Estructura
- 2) Material de cobertura
- 3) Sistema de calefacción
- 4) Sistema de ventilación y enfriamiento
- 5) Sistema de protección contra radiación (Media sombra)
- 6) Ventiladores para la circulación del aire
- 7) Sistema de enriquecimiento de CO₂
- 8) Equipo de riego
- 9) Iluminación artificial
- 10) Plataforma de crecimiento
- 11) Sistemas de control del riego, la fertilización y el microclima
- 12) Equipos de transporte de materiales

El tipo de cultivo, el clima y las limitaciones económicas influyen al decidir cuales de los elementos precedentes incluir en el invernadero. Por otra parte, antes de construirlo deben considerarse otros factores, como la ubicación del terreno, la planificación del sitio y los costos operativos, que pueden influir en el beneficio. En términos de ingresos, la importancia relativa del cultivo protegido es mucho mayor que el porcentaje de su superficie cubierta, y ello por dos razones:

- I. Los cultivos protegidos admiten un mejor control del ambiente aéreo de las plantas en términos de microclima y plagas, lo cual favorece la



productividad en términos de cantidad y calidad.

- II. Los cultivos protegidos permiten producir fuera de temporada y cumplir un cronograma exacto de producción en los períodos de óptimos precios.

El auge de los invernaderos es un buen ejemplo de la forma en que las decisiones de política económica empresarial se ven afectadas por la necesidad de superar las restricciones impuestas por la naturaleza, tales como el suelo, el clima y el agua. Por Ejemplo en Israel, zona de clima y suelo poco propicios para los cultivos al aire libre, se han desarrollado, los invernaderos, muy significativamente en estos últimos años, lo indica el aumento de su superficie cubierta de 900 Ha. En la década del 80, a unas 2000, solo diez años más tarde, y en la actualidad llegan a 4500 las que ya están en plena producción.

Estructuras posibles para invernaderos:

El diseño estructural de un invernadero últimamente tiende a ser en “Baterías” conectadas por medio de “Distribuidores” a una altura de 5m. aproximadamente, con esta gran superficie y el aumento entre el espacio aéreo entre las plantas y la cubierta se reducen las influencias de las bruscas variaciones térmicas entre el exterior y el cultivo. Los invernaderos con paredes rectas, techos a dos aguas son los más frecuentes, aunque hay con techos curvos, góticos o de “serrucho”, otro tipo de estructuras es el de barras curvas en forma de semicírculo “tipo igloo”.-

Materiales de Cobertura:

Por lo general se utiliza el vidrio ó el plástico. La función más importante de la cubierta es permitir el ingreso de la máxima cantidad de luz solar en la estructura. Además la cubierta debe impedir la pérdida de calor durante el invierno y ser lo suficientemente resistente a los vientos. Puesto que diferentes cultivos requieren distintas condiciones de crecimiento, es obvio que los materiales deben adecuarse a ellos

Vidrio:

El vidrio sigue siendo el material más corriente en la mayoría de los países fríos . La disponibilidad de paneles amplios ha reducido la sombra producida por las barras de sostén, con menores costos de instalación. Por ejemplo, en las construcciones holandesas hay paneles que se extienden desde la base del techo hasta la mesada.

Las ventajas del vidrio son la excelente transmisión de la luz, la superior resistencia al calor y la baja expansión térmica; entre las desventajas cabe mencionar el costo (material +aislamiento), la baja resistencia al impacto, a menos que se trate de vidrio templado, el peso y la labor de limpieza.-

Polietileno:

Las láminas de polietileno (PE), que se utilizan masivamente desde hace varios años, son el material más frecuente en los países templados. El producto que representa alrededor del 75% del mercado total de materiales plásticos, puede adquirirse en una variedad de anchos de hasta 16m., y en cualquier longitud, con grosores de 0,025 a 0,25 mm. Las láminas de PE, para el uso exterior contienen sustancias antioxidantes y absorbentes de la radiación UV. El efecto aislante puede aumentarse utilizando una capa doble de PE separada por una capa de aire inerte; sin embargo, los invernaderos de doble capa son más caros y tienen un nivel menor de ingreso de luz. Los productores de PE ofrecen diversas opciones, por ejemplo: PE+IR+AF+UVA, donde, IR es un aditivo que absorbe la radiación infrarroja, AF es un aditivo antineblina que impide la condensación de gotitas de agua en la cara interna, y UVA es un

producto usado para prevenir la penetración de rayos UV y prolongar la vida útil del producto expuesto a la luz solar. El PE más avanzado es de tres capas, en el que la capa superficial contiene UVA, la intermedia la absorción IR y la inferior la AF.

Las desventajas del PE son la dificultad de mantenerlo en su lugar sin que sea agitado por el viento y la corta vida útil, de 2 a 4 años.

Películas laminadas de polietileno tejido:

Este es un producto relativamente nuevo confeccionado por cintas de PE entretejidas, con una fina capa de revestimiento. Es casi veinte veces más resistente que la lámina de PE y admite los aditivos IR, AF y UVA. Tiene la transmisión de luz solar de aproximadamente 80%, y cuesta casi tres veces más que el polietileno común.

Cloruro de Polivinilo (PVC)

Es muy resistente al desgaste. Reduce la transmisión de la radiación UV de onda larga, con lo cual la pérdida de calor durante la noche es menor, y tal como el vidrio intercepta la radiación desde el suelo y devuelve parte de esa energía perdida al invernadero. La intensidad de la luz transmitida es menor puesto que el PVC atrae la suciedad y el polvo. El PVC rígido, es similar en su composición a la lámina flexible, y se utiliza en forma de placas lisas o corrugadas, requiere un estabilizador para aminorar el efecto deteriorante de la radiación ultravioleta. Además se oscurece rápidamente y se ennegrece por el contacto con la estructura. Las placas de PVC normalmente transparentes no poseen buenas características en cuanto a expansión y construcción.

Láminas reforzadas de PVC

Las nuevas láminas reforzadas de PVC se fabrican con una red de poliéster revestida en ambas caras con PVC común. La fuerte red interna limita la expansión y contribuye a la resistencia total de la placa. Puede obtenerse con aditivos UVA y AF.

Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP)

Los paneles de plástico reforzados con fibra de vidrio se utilizan desde hace muchos años. Cuando se introdujeron en el mercado, el principal problema era la deficiente transmisión de la luz, pero la tecnología mejorada de fabricación ha permitido ya superarlo. Las placas son las más duraderas de todas las coberturas de invernadero y una de las más utilizadas es la capa corrugada y reforzada con fibra de vidrio (FRP); otras placas eficientes son las corrugadas, con un laminado exterior de PVC (Fluoruro de Polivinilo).-

Policarbonato:

Otra lámina de uso frecuente es el policarbonato corrugado, transparente o disponible en texturas difusoras de la luz. Incluye AF, UVA y buenas propiedades de aislamiento térmico, aunque es caro en comparación con el PE.

Enriquecimiento con CO₂

La concentración atmosférica normal del CO₂ es de alrededor de 350 ppm, pero en un invernadero cerrado, el nivel es por lo general menor, por el proceso de fotosíntesis. El enriquecimiento de CO₂ es un proceso que se aplica comúnmente para aumentar los rendimientos del cultivo; un enriquecimiento de hasta 1000 ppm. Puede elevar la materia seca en 30 a 40%. Para ello hay varios métodos, entre ellos el suministro de CO₂ puro, envasado en

botellones ó tanques a presiones de 2 a 6 Mpa, (Megapascal), la quema de combustibles fósiles en pequeños quemadores dentro del invernadero y la combustión de hidrocarburos en un quemador central fuera del invernadero, almacenando el calor en un tanque. Los combustibles fósiles habitualmente son los aceites con bajo contenido de sulfuro, por ejemplo, el gas natural y el propano.

Una combustión deficiente produce gases nocivos Como el monóxido de carbono (CO) y el etileno (C₂H₄).

El CO₂ puede distribuirse dentro del invernadero aplicando distintos métodos, como los evaporadores eléctricos, con reducción de presión, donde el CO₂ fluye por su propia presión, donde el CO₂ fluye por su propia presión a través de las conductos de distribución, la inserción de CO₂ líquido (directamente del envase) sin reducir la presión y con la corriente de aire de un ventilador conectado a un sistema de distribución, y el agregado de CO₂ al agua de riego (solución de 0,5-1 g/l).

Quemadores pequeños:

Existen en el mercado dos tipos de quemadores de pequeño tamaño: Los atmosféricos con la toma natural del aire ambiente, y los equipados con ventilador, que realizan ambas tareas, extraen aire “viciado” del invernadero ó introducen aire del exterior.



Con los quemadores pequeños el control de CO₂ es limitado y pueden operar solo a pequeña capacidad (encendido/apagado); además, los gases de la chimenea se expanden libremente, y generan una distribución poco homogénea dentro del invernadero.



Quemadores centrales:

Con estos quemadores, el CO₂ y el calor se generan fuera del invernadero, se facilita el monitoreo de la combustión incompleta y pueden extraerse el vapor de agua y el exceso de calor producidos por medio de un condensador.

Equipo de Calefacción:



En los países fríos los agricultores deben calentar sus invernaderos la mayor parte del año. En los climas templados el período de calefacción se reduce al período invernal, en Catamarca (Valle Central otras zonas de clima templado), la calefacción se aplica mayormente durante las noches de invierno.

El volumen del calor necesario para equilibrar la pérdida del mismo desde el invernadero al exterior puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$Q = U * A * \Delta T.$$

Donde U es un coeficiente total de transferencia de calor que incorpora la pérdida de calor por convección y radiación; A es la superficie cubierta del invernadero y Delta T es la diferencia de temperatura entre el aire del invernadero y el ambiente. La tabla siguiente brinda los datos en valores de U.

Los valores de U de acuerdo a las normas ASAE (American Society of Agricultural Engineers) son: (Ver cuadro

1).

CUADRO 1:

MATERIAL	COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR W/m ² K
Vidrio Simple	6,2
Vidrio Simple, baja emisividad:	5,4
Vidrio Doble, sellado completo:	3,7
Plástico Simple:	6,2
Película PE Doble:	6,2 – 6,8
Vidrio Simple con cubierta térmica:	4,0
PE doble con Cubierta térmica:	2,5

El equipo de calefacción está constituido por un sistema de abastecimiento de combustible, quemador de combustible, intercambiador de calor, sistema de distribución del calor, y unidad de control. El quemador de combustible puede estar dentro ó fuera del invernadero. Pueden destacarse tres grupos de sistemas de distribución: Por tuberías, calentamiento del aire y calentamiento del suelo. Para calentar por tuberías pueden usarse agua ó vapor, y la mayoría de los sistemas de vapor utilizan calderas de baja presión +- 1 Atm.

Pueden usarse tuberías comunes o con aletas para el perímetro, bajo las mesadas, a los lados de las plataformas elevadas de cultivo o bajo el piso. Para calentar el suelo las tuberías se entierran por lo general debajo de unos 10 cm. De material poroso, o a unos 20-30 cm de suelo y generalmente requieren un equipo adicional de calefacción.

Para distribuir el calor mediante aire caliente se utilizan una especie de mangas perforadas de PE, instaladas sobre el suelo entre plataformas de cultivo adyacentes, con los orificios de salida a ambos lados de las mangas.

Para conseguir una buena distribución del aire caliente dentro de la estructura, el caudal debe ser de ¼ a 1/3 del volumen de aire del invernadero por minuto. Los orificios de salida de la manga suelen estar a una distancia de 0,3 a 1,00m a lo largo de ella, para conservar un flujo constante a medida que avanza la manga los orificios se van acercando entre sí.

EFICIENCIAS

SISTEMA	A GAS	COMBUSTIBLE PESADO	COMBUSTIBLE LIVIANO
Aire caliente	90%	84%	88%
Agua caliente	92%	90%	90%

Sistema de distribución por tuberías:

Con el agua caliente, los cambios de temperatura son menores que con el vapor. La calefacción por agua suele usarse en invernaderos relativamente chicos, mientras que la calefacción por vapor es más eficiente en los de

gran tamaño. El gran volumen de agua (en comparación con el vapor) proporciona una reserva de calor en caso de heladas o inconvenientes en las calderas. La alta temperatura de la superficie de las tuberías reduce su área necesaria que se requiere para transferir determinada cantidad de calor al invernadero. La temperatura de entrada del agua caliente suele ser de 80 a 90°C. y ella se reduce en solo de 10 a 15°C en la salida, así se evitan daños en la caldera en el retorno del agua “fría”. Las tuberías plásticas de 16 mm. de diámetro son las más frecuentes en los invernáculos de las zonas productoras de Córdoba P. Ej. , en otros lugares, en Europa por ejemplo se usan tuberías de acero de 51mm. de diámetro. Más recientemente han comenzado a introducirse en el mercado tuberías de aluminio con aletas con un coeficiente de transferencia de calor mucho mayor que el de los tubos plásticos, por lo que la longitud total dentro del invernadero puede ser mucho menor, si bien el precio de esta tubería, el metro es más elevado que la anterior.

Mantenimiento del sistema de calefacción.

- Limpiar y calibrar todos los quemadores y calentadores por lo menos una vez al año. Preferentemente en la temporada estival.
- Proteger los tanques de combustible del polvo, el agua, los fuegos cercanos, y emplear el combustible adecuado.
- Limpiar el hollín del interior de la cámara de combustión (con cepillos de alambre y limpiador de vacío).
- Controlar el buen funcionamiento del sistema de combustión
- Reemplazar las piezas gastadas ó defectuosas.
- Aislar las líneas de distribución instaladas fuera del invernadero para evitar inútiles pérdidas de calor.
- Cambiar periódicamente los filtros de combustible.
- Colocar la chimenea de salida lo suficientemente alta para que no dañe las plantas y/o las construcciones, observar la dirección de los vientos predominantes para evitar reflujos.
- Ubicar el termostato del sistema de calentamiento a la altura de las plantas, en un recipiente limpio y a la sombra.

Finalmente; cada sistema productivo tiene sus variantes y combinaciones, no todos deben coincidir con los lineamientos anteriormente citados, además depende casi en su totalidad, que sistema se emplea, los tipos de cultivos que desean realizarse y en el lugar de emplazamiento y todas las variables climáticas de la zona donde está ubicado. Un ejemplo serían los invernaderos de la Puna en Catamarca en Antofagasta de la Sierra y en Laguna Blanca que en su mayor parte están situados a casi un metro de profundidad para brindar el menor frente posible al viento, y otro extremo lo tenemos en los cultivos de orquídeas de Montecarlo en Misiones en donde se trata de que el invernadero le proporcione alta humedad a los ejemplares, para lo que se emplea el sistema de “mist” (niebla) y así mantener una humedad cercana a 100% y una temperatura que no supere los 40°C.-

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

Dierberger Plantas- Fazenda Citra.- Assessoría e Consultoría Ambiental

Novidades Sobre Plantas-Sao Paulo 2012 - Brasil

González, M.; Montero Camacho, J.; INVERNADEROS. Ed. Mundiprensa –Madrid- 2009

Toovey, F.W. et Al- Glasshouse Crops Research Institute- U.K. 2007.-



Secretaría de Investigación y
Vinculación Tecnológica

Av. Belgrano y Mtro Quiroga s/n
Campus Universitario
San Fernando del V. de Catamarca - Argentina
TE: 03834 – 430504 /03834 – 435955- int 101
Email: sivitecfca@gmail.com