

Incubadora de hortalizas automatizada a escala (IHAE)

Raymundo Sergio Noriega Loredo

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense
snoriegal@gmail.com

Introducción

En la actualidad, el uso de incubadoras de hortalizas automatizadas a escala (IHAE) obedece a la tendencia mundial en la que los mercados exigen cada vez más condiciones de calidad, inocuidad y certificación del contenido, donde el cliente final observa la diferencia entre los productos de invernadero con respecto de otros que se presentan en el mercado. Esto hace que los productos de la agricultura protegida estén en nichos de alto nivel.

Las IHAE se han convertido en una necesidad para todos los agricultores, sobre todo por factores que afectan actualmente la producción agrícola y la importancia que están tomando factores como la ecología y el medio ambiente, así como la demanda de alimentos de alta calidad e inocuidad que cada día se incrementan en el ámbito mundial.

La agricultura bajo invernadero es producto de las condiciones ambientales de países, principalmente, del hemisferio norte, donde la principal limitante para la producción es el clima. En la actualidad el uso de esta tecnología esta disponible para la mayor parte de los esquemas productivos y de los productores en general del resto del mundo, y su principal objetivo es la producción constante y de mejor calidad.

En relación con lo anterior, México mantiene a la fecha un constante avance en lo referente a la implementación de las diversas tecnologías existentes, aun cuando esta actividad es relativamente nueva en el país. Sin embargo, la introducción de esta tecnología incrementara conforme las condiciones climáticas lo hagan y las necesidades de su población lo requieran.

Marco teórico

Nuestro país muestra un mosaico muy diverso de regiones y climas. Ubicado geográficamente dentro de las zonas tropical y sub-tropical del hemisferio norte, el clima en México esta determinado por varios factores, entre los que se encuentran; la altitud sobre el nivel del mar, latitud, diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua.

Por lo anterior el país cuenta con una diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio: en húmedo, sub-húmedo y muy seco.

Estos factores sólo son parte de la gran diversidad de factores por considerar que existen en México, todos ellos bien definidos tanto en mapas climáticos como cartográficos, lo cual será de utilidad al definir con mayor precisión nuestros proyectos.

Antecedentes

En México, los primeros invernaderos o incubadoras de hortalizas automatizadas con interés comercial fueron instalados en el oriente del Estado de México por emigrantes alemanes y japoneses, destacando la casa Matsumoto y la familia Barto, como las empresas pioneras en la construcción y manejo de invernaderos. Entonces sus construcciones eran de concreto herrería y cristal.

A finales de la década de los 70, programas de Comisión para el Desarrollo de las Zonas Marginadas (Coplamar) promovieron el uso y construcción de invernaderos, sobre todo de estructura de madera y cubierta de películas de plástico. Así mismo se iniciaron proyectos empresariales como Rosemex, Summa, Flora y otros, los cuales adoptan otras tecnologías principalmente para floricultura, viverismo y producción de plántulas de hortalizas, con la formación de varias empresas, que se instalan al sur del Estado de México, concretamente

en la región de Villa Guerrero, y en otras partes del país. Este desarrollo se basa en la construcción de estructuras multicapa a dos aguas con ventilación tipo colombiano.

Para la década de los 90 ya existe todo tipo de invernaderos en nuestro país, adoptando avances e innovaciones tecnológicas de vanguardia consistentes en el uso de invernaderos con estructuras de materiales más ligeros, con cubiertas de plástico en sustitución del vidrio, sistemas de control climático- automatizado y equipos de riego automatizado con fertirrigación.

Es a partir de 1995, durante la etapa de crisis económica generada por la devaluación ocurrida en el país, cuando se presentan las condiciones oportunas para la inversión de producción hortícola bajo invernadero, cobrando gran interés entre los mayores productores de hortalizas de los estados de Sinaloa, Baja California, Jalisco, la zona del Bajío y algunos otros estados del sur de país. Es en los últimos años cuando los productores nacionales requieren de mayores avances en lo referente a controles y automatización de operaciones en invernadero.

Las empresas enfocadas a la agricultura protegida en México han incorporado diseños y desarrollos de las diferentes tecnologías usadas en el mundo, tomando en cuenta factores climáticos específicos del lugar donde se va a realizar la instalación para que los invernaderos sean económicos y cuenten con eficiencia operativa que ayude a resolver las necesidades específicas de los productores según su región.

La experiencia adquirida mediante la retroalimentación con los productores ha enseñado a las empresas vinculadas con la agricultura protegida que para cada proyecto es necesario estudiar todos los factores que intervienen en este, desde aspectos climáticos, vías de comunicación, preparación y disponibilidad de mano de obra.

En el caso particular de empresas mexicanas, se han utilizado una amplia variedad de diseños de invernaderos, que han estado en continua evolución, dentro de los que destacan para medianas y grandes superficies los modelos Vertitúnel, Baticenital, Batisierra, StarGrow y Casa Sombra.

En el diseño de estos invernaderos, se considera el uso de perfiles estructurales de acero y lámina con recubrimiento de zinc, lo que garantiza durabilidad a la estructura. Así mismo, se utilizan secciones tubulares cuadradas, troqueladas y estrechadas; tornillería y accesorios que facilitan el montaje de la estructura, reduciendo al máximo los costos.

Metodología

El análisis estructural considera las siguientes normas nacionales:

- IMCA Instituto Mexicano para la Construcción en Acero, el cual esta basado en las normas del AISC (American Institute for Steel Construction).
- Manual de diseño de obras civiles de la CFE (Sección C_14), el cual define las condiciones de viento y sismo por considerar de acuerdo con la ubicación de la estructura dentro de la República Mexicana.

Ambos documentos (IMCA y CFE), complementados con las normas del National Institute of Agricultural Engineering _ del Reino Unido_ y las normas UNE 76-208-92, nos permiten lograr diseños y un nivel comparable al existente en países con mayor tecnología.

Las herramientas de análisis utilizadas por el área de ingeniería son: STAAD III y SAP 2000, las cuales garantizan la eficiencia y seguridad estructural requerida.

Cabe señalar que en análisis para el diseño del invernadero debe tomarse en cuenta:

- Peso propio de la estructura.
- Viento de diseño de 120 km/hr (el cual puede ser modificado de acuerdo con los requerimientos específicos de la región).
- Peso del cultivo ($18 - 25 \text{ kg/m}^2$, o variable dependiendo del cultivo).
- Peso producido por granizo.
- Cargas durante el montaje de la estructura.
- Sismo (esto cuando se ubique en zona sísmica y contemple cultivo sobre tutoreo).

Desde el 17 de abril de 2007 México tiene la norma NME-E-255-CNCP-2007, para la construcción de invernaderos.

Resultados

MODELO VERTITUNEL. Invernadero sencillo de gran resistencia, se ajusta a casi todo tipo de terreno, sin tener el problema con la ventilación, muestra ser un invernadero muy versátil en cuanto a la producción. Se recomienda para floricultores y viveristas, aunque también ha sido utilizado por productores de hortalizas, incluyendo materiales para el soporte de éstas.

MODELO BATITUNEL. Este invernadero carece de una ventila cenital, lo cual lo limita a su número en batería, pero es muy útil cuando la superficie se quiera aprovechar al máximo, en climas templados; sin embargo pueden presentarse problemas con la ventilación en la parte interna de la nave cuando esta tenga en uno de sus lados más de 30 metros.

Si el problema son las bajas temperaturas el calefactor centinela 250 soluciona los problemas de heladas ya que la generación de 250 mil BTU por hora es suficiente para solucionar este problema.

MODELO BATICENITAL Es un invernadero con ventila cenital, que permite una gran eficiencia en la ventilación y ha mostrado un buen comportamiento en los clima templados, cálidos y tropicales.

La estructura basada en perfiles cuadrados galvanizados y cables de acero, nos proporciona una resistencia óptima a los vientos, soportando el tutoreo del cultivo. Los arcos están compuestos de dos secciones y, además de ser aerodinámico, cuenta con una ventila cenital. Presenta buen drenaje mediante un canalón estructural.

MODELO BATISIERRA Un invernadero de buena resistencia y con una ventilación novedosa, principalmente por su forma de sierra - lo que da su nombre -; tiene un buen comportamiento en climas templados, cálidos y tropicales; además de esto es de muy fácil armado y con buena capacidad de carga (25 kg/m²). Pero cabe destacar en este modelo la utilización de un elevador para el tensado del plástico, también se puede poner una doble capa de polietileno, el cual nos puede da una mejor climatización del invernadero.

MODELO MEGAVENT Este invernadero es muy recomendable para zonas tropicales y muy cálidas, debido principalmente a las ventilas cenitales y laterales, es un invernadero muy resistente, recomendado en zonas con vientos muy fuertes ya que puede resistir hasta 120 km/hr, cuando tiene puesta la cubierta, de amplio uso en la producción de especies vegetales. Con una capacidad de carga de 25 kg/m².

La ventilación en este invernadero no es problema ya que sus ventilas cenitales le permiten dar una excelente aireación al cultivo, sin problema alguno.

MODELO STARGROW Es un invernadero totalmente automatizado, el cual esta dirigido a satisfacer las necesidades del proceso del cultivo, cuenta con un excelente sistema de ventilación y ha mostrado un buen comportamiento en climas que van de templado a cálido con todas sus variantes. Tiene buena capacidad de carga de 25 kg/m². Ambas ventilas (cenitales y laterales) se operan automáticamente con un sistema de motorreductores, ejes, cremalleras, engranes, relevadores y controladores, aunque también cuentan con un sistema de operación manual.

En este se encuentran dos versiones de automatización:

- La serie MC, cuenta con un micro controlador en el interior del invernadero éste recibe las señales tanto de los sensores internos como externos y a través de un micro procesador toma todas las decisiones de control que comandan el funcionamiento de cortinas bajo los parámetros marcados por el operador. Este sistema opera localmente en cada invernadero.
- La serie PC, integra una computadora personal que permite controlar la condiciones al recibir señales de los sensores internos y externos, incluye un software, interface y una red de comunicación para el monitoreo remoto que permite almacenar la información de todos los parámetros que envían los sensores, graficarla y visualizarla en tiempo real. Este sistema hace posible controlar otros invernaderos desde la PC central.

En todos los modelos su cubierta es de polietileno tratado contra rayos ultravioleta, puedes utilizarse otros materiales como el acrílico o el policarbonato. Para fijar las cubiertas flexibles se utiliza el sistema único de perfil poli-grap. Para minimizar el efecto de orilla se utiliza malla antiáfidos o sobra tras las cortinas. Esta malla además sirve de protección contra

insectos y significa menor cantidad de plaguicidas aplicados, con lo cual se reducen los costos y la calidad del producto.

CASA SOMBRA Es una protección para mejorar las condiciones climáticas de una área de cultivo, el elemento fundamental son las mallas que se utilizan como cubierta y puede variar la densidad de sombra, e incluso se pueden utilizar mallas anti insectos. Este tipo de estructuras se pueden utilizar en lugares donde el daño causado por los vientos es muy importante; además, reduce la evapo-transpiración y evita el ingreso de gran cantidad de insectos.

La casa sombra se esta utilizando en donde los problemas son más de tipo sanitario que climático, ya que en estos invernaderos no se puede controlar los factores climáticos como la lluvia.

Su costo, económico en relación con los otros tipos de invernaderos, ha hecho que la superficie de estas estructuras se incremente drásticamente, especialmente en zonas desérticas como Culiacán, San Quintín y Sonora entre otras.

Conclusiones

En construcciones agrícolas, como los invernaderos, deben considerarse herramientas que ayuden a aumentar los rendimientos, sin perder de vista que esos rendimientos no se obtienen sólo con instalar un invernadero.

Para ellos hay que tener en cuenta otros aspectos, como el manejo eficiente del agua y la fertilización, mediante la hidroponía y la fertirrigación; el manejo apropiado de los cultivos, el uso de variedades de alto rendimiento; sin dejar de considerar las condiciones climática regionales y una planeación adecuada de todas las actividades, dado que son elementos que en su conjunto permiten obtener altos rendimientos dentro de los invernaderos.

En este sentido, los productores deben asegurar calidad y eficiencia hacia el consumidor; así mismo es esencial que la producción cumpla con una constante continuidad y permanencia en el mercado de comercialización.

El diseño, construcción y manejo de invernaderos presenta algunos inconvenientes o desventajas que se deben tener en cuenta y presentes antes de emprender la empresa de construir o comprar un invernadero, y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos.

1.- Inversión inicial alta. La primera desventaja consiste en los costos. La construcción de invernaderos representa una inversión relativamente alta, que en la actualidad solo se justifica para cultivos altamente redituables como las hortalizas, frutales y especies ornamentales. No son recomendables, por el momento, para los cultivos básicos.

2.- Alto nivel de capacitación y especialización. Donde el cultivo y manejo de plantas en invernadero depende por completo del hombre – mas si se emplean sistemas hidropónicos, se siembra en sustratos y se adquieren sistemas y equipos – es necesaria una capacitación apropiada de productores, técnicos y trabajadores para un mejor desarrollo de sus funciones. También se requiere de una especialización empresarial para comercializar los productos, recuperar la inversión inicial y hacer la empresa rentable.

3.- Altos costos de producción. Se refiere a los gastos de operación y algunos de los costos de insumos, como semillas y fertilizantes son más altos que los mismos productos utilizados en cultivos a campo abierto en la misma superficie. Sin embargo los rendimientos obtenidos dentro los invernaderos son mayores si el cultivo se atiende bien, situación que permite obtener mayores ganancias por unidad de superficie.

4.- Alto riesgo de propagación de enfermedades y plagas. Así como los invernaderos propician condiciones óptimas para el desarrollo de cultivos, así también aportan las condiciones ideales para la proliferación de enfermedades y el desarrollo de plagas, que de no controlarse pueden acabar con la producción y hacer fracasar la empresa.

Ya que los invernaderos son estructuras de apoyo a la producción agrícola, deben usarse como parte fundamental de un sistema productivo constituido por una serie de elementos, igualmente importantes para aumentar los rendimientos. Los invernaderos por sí solos no

son una panacea ni la solución universal a los problemas que enfrenta la agricultura nacional.

Como estructuras para proteger cultivos son herramientas modernas, que impulsan el desarrollo de la agricultura, basadas en una serie de tecnologías que definen la agricultura de precisión y forman parte de los métodos modernos de producción empleados en la agricultura tecnificada.

Bibliografía

[1] INEGI. (2008). Censo Agrícola, Ganadero Forestal. México

[2] INEGI. (2007). Censo Agropecuario. México