

Guía de Estudio

Sistemas de Producción Agrícola. Unidad 5.

“Instalaciones agrícolas”.



Preparado por: *Ing. Víctor C. Huerta Castillo.*

Cd. Valles, S.L.P., México Mayo 2024.

S.E.P.

TECNM

I.T.V.

DPTO. DE ING. EN AGRONOMÍA.

**“SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA”.
UNIDAD 5.- INSTALACIONES AGRÍCOLAS.
(Compilación de apuntes).**

**CARRERA: ING. EN AGRONOMÍA.
8°SEMESTRE GPOS. “A” y “B”.**

FACILITADOR: Ing. Víctor C. Huerta Castillo.

Cd. Valles, S.L.P., Mayo de 2024.

Contenido

- 5.- Instalaciones agrícolas.**
- 5.1. Viveros.**
 - 5.1.1. Planeación de actividades.**
 - 5.1.2. Manejo de plantas.**
 - 5.1.3. Evaluación de plantas.**
- 5.2. Invernaderos.**
 - 5.2.1. Tipos de invernaderos.**
 - 5.2.2. Construcción.**
 - 5.2.3. Manejo.**
- 5.3. Diseño y uso de casa sombra.**
- 5.4. Empaques.**
- 5.5. Almacenes.**
- 5.6. Bibliografía.**

5.- Instalaciones agrícolas.

Introducción:

Denominamos así a las instalaciones utilizadas para actividades agrícolas específicamente, o que se refieren a todo lo que tiene que ver o está relacionado con el agro, pero no quiere significar que no puedan compartir espacio, utilidad, etc. con otra actividad como por ejemplo la ganadera.

Las instalaciones agrícolas pueden recibir distintas clasificaciones, pero los tipos de estas instalaciones dependen en gran medida de la producción principal de la explotación y del sistema productivo elegido.

5.1. Viveros.

Un vivero es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas. Los viveros cuentan con diferentes clases de infraestructuras según su tamaño y características.

Entre los factores que determinan las características de un vivero y de sus plantas, se encuentran la frecuencia de riego, la luz (imprescindible para la fotosíntesis), el sustrato empleado (mezclas de tierra, abono y otros componentes), la temperatura y la humedad ambiental.

5.1.1. Planeación de actividades.

A pesar de que la planificación de un cultivo es un aspecto fundamental para tener éxito con un vivero, muchas veces es desestimada. Planificar permite organizar el tiempo, los materiales, la mano de obra y el espacio necesarios para producir los cultivos. Todos los detalles que hacen a la buena gestión de un vivero, tales como el diseño de las instalaciones, el trato con los clientes, la recolección y propagación de semillas, las continuas mejoras en los sustratos, el riego, la fertilización, la manipulación y almacenamiento de los plantines, deben organizarse cuidadosamente.

Sin embargo, los beneficios asociados a las mejoras realizadas en cada una de estas áreas no podrán cristalizarse sin una planificación perfecta del ciclo de producción.

Es fundamental planificar los cultivos si se desea entregar plantines de alta calidad a los clientes en los tiempos estipulados.

Los viveros pueden planificar la producción con distinto nivel de detalle. Mínimamente se debe especificar el proceso de producción de un cultivo, de forma tal que se puedan anticipar y cubrir sus necesidades en las distintas etapas.

Los viveristas más eficientes mantienen un registro diario para seguir el desarrollo de sus cultivos y las condiciones del vivero. Aunque no se utilicen registros escritos, igualmente es importante realizar una planificación detallada. A medida que un vivero crece en tamaño y complejidad, el valor de los registros escritos aumenta proporcionalmente.

El proceso de planificación de un cultivo usualmente incluye los siguientes aspectos:

- Determinar el tipo de dormancia de las semillas de cada especie a utilizar y aplicar los tratamientos para revertirla de forma que se desarrolle un cultivo razonablemente uniforme en el período de tiempo asignado.
- Comprender las tres fases de crecimiento de un cultivo (establecimiento, crecimiento rápido y endurecimiento) y los distintos requerimientos durante cada una de ellas.
- Desarrollar un cronograma de crecimiento para el ciclo de producción, desde la obtención del material de propagación hasta la plantación en el campo, con detalles de los cambios a medida que progresa el ciclo.
- Listar los requerimientos de espacio, equipo y suministros para el cultivo durante las tres etapas de crecimiento.
- Tomar registros escritos, incluyendo observaciones diarias del desarrollo de los plantines.
- Registrar en forma escrita los protocolos de propagación que han tenido buenos resultados, para poder replicar los procesos exitosos.

La planificación del cultivo incluye los seis componentes principales que se discuten brevemente a continuación.

ESPACIO DISPONIBLE:

Dado que cada vivero tiene un tamaño determinado, el número de plantas que puede producir dependerá de la especie y el tipo de stock. Una vez elegido el envase apropiado para la especie y tipo de planta se determina cuantas pueden ubicarse en una mesa de invernadero y/o en la superficie total del vivero.

DISPOSICIÓN DE LOS CULTIVOS EN EL VIVERO:

Establecer la disposición de cultivos significa planificar dónde se ubicarán dentro del invernadero o en todo el vivero. En esta planificación debe tenerse en cuenta que se satisfagan los requerimientos para el crecimiento (temperatura, frecuencia de riego, tasas de fertilización) y demás condiciones indispensables de cada uno de los tipos de stock producidos cada año.

CRONOGRAMA DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEMILLAS:

Este cronograma requiere de un trabajo de coordinación, en especial cuando no se dispone de semillas o estacas de todas las especies a cultivar o cuando el material almacenado no es suficiente. Las semillas de especies que deben ser tratadas o sembradas inmediatamente después de su recolección deben llevarse al invernadero tan rápido como sea posible.

En cambio, las semillas cosechadas y limpiadas a fin de otoño deberán llegar al invernadero en una fecha predeterminada al efecto de recibir el tratamiento necesario para su cultivo en primavera.

Para desarrollar un calendario de tratamiento de las semillas, las personas a cargo de su recolección deben comunicar en forma regular al personal del vivero las fechas en que se realizaran las entregas.

Si, por otra parte, las semillas son suministradas por un cliente, también se debe controlar que sean recibidas a tiempo para realizar el tratamiento correspondiente.

CRONOGRAMA DE TRATAMIENTO DE SEMILLAS:

Tener un cronograma de tratamiento de semillas es primordial para planificar la fecha de siembra. Las especies tienen gran variación en cuanto a la dormancia de las semillas, por lo que los tratamientos deben programarse cuidadosamente. Incluso los requerimientos para romper la dormancia pueden variar entre partidas de semillas de la misma especie.

El cronograma de tratamiento de semillas es esencialmente un calendario. En el mismo el viverista determina una fecha de establecimiento de plantas para la primavera y programa hacia atrás en el tiempo, los meses o semanas calendarios necesarios para todos los tratamientos requeridos. Por ejemplo, para una fecha de siembra en agosto, las semillas de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), que

necesitan una estratificación de 60 días, deberían ser tratadas a partir de junio.

CRONOGRAMA DE SIEMBRA:

Este incluye la fecha de siembra y las instrucciones al equipo de sembrado según el método de siembra a utilizar (manual o mecánico) para cada especie. Es de importancia central porque los errores en esta etapa pueden impedir o demorar la emergencia de las plántulas.

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO:

Este cronograma es el componente más complejo porque el administrador del vivero debe estimar la tasa de crecimiento del cultivo para decidir cuándo iniciar el proceso, de manera tal que le permita obtener los plantines de las características deseadas.

Este cronograma se va afinando a medida que el viverista adquiere experiencia y se consultan los registros de desarrollo de plantas y los libros diarios de eventos.

Las especificaciones de las plantas a producir suelen expresarse en términos de altura deseada, volumen de raíz y diámetro del cuello, las que pueden incluirse en los contratos con los clientes.

5.1.2. Manejo de plantas.

Riego: De una a dos veces al día, preferiblemente a primeras horas de la mañana o al atardecer. El volumen de agua a aplicar por riego debe ser aproximadamente de 3 a 5 litros por cada metro cuadrado de semillero.

Fertilización: Aplicando de 2 a 5 gramos de fórmula completa por planta, cada 2 meses. Las aspersiones foliares deben realizarse cada 15 a 22 días. Las dosis para aplicar dependen del tipo de producto a utilizar.

Sombramiento: Proporcionar sombra los primeros 30 días de desarrollo de las plántulas en el semillero y luego al momento del trasplante.

Desmalezado: Dentro del semillero, en forma manual una vez por semana y en los pasillos, una vez al mes, con desmalezadora, machete u otra herramienta manual.

Control de plagas y enfermedades: Contra daños físicos ocasionado principalmente por hongos e insectos. Durante la germinación es muy común el salcocho o mal del talluelo, causado por exceso de humedad y por falta de aireación en el sustrato. Esto se previene con una buena

ubicación del semillero y adecuada preparación y desinfección del sustrato.

5.1.3. Evaluación de plantas.

El éxito o fracaso de las plantaciones depende en gran medida de la calidad de planta utilizada. Una planta de calidad es aquella que es capaz de sobrevivir en el terreno con altas tasas de supervivencia y crecimiento inicial.

Las características fisiológicas y morfológicas permiten definir la calidad de la planta; además, los viveristas exitosos usan el concepto de planta objetivo, para describir las características morfológicas y fisiológicas ideales de una planta que sobrevivirá y crecerá en un sitio específico de plantación (Rose et al., 1990).

El concepto de planta objetivo es una manera útil para que los usuarios describan qué tipo de planta esperan, y para que los viveristas determinen lo que pueden producir. Dadas las diferencias entre las especies en crecimiento morfológico y las condiciones ambientales de producción, la planta objetivo varía; sin embargo, las mediciones ayudan a conocer su calidad nutricional y fenológica.

La caracterización de la calidad está basada en una clasificación definida en la década de 1980, y considera dos grandes tipos de atributos: morfológicos y fisiológicos.

ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS:

Son aquellos atributos materiales, directos e inmediatamente medibles, así como atributos de respuesta o comportamiento, que hacen referencia a la reacción de la planta cuando es sometida a condiciones ambientales particulares.

Entre los atributos materiales se encuentran los atributos morfológicos, como la altura, el diámetro del cuello, la biomasa (aérea y radical), la fibrosidad de las raíces, así como índices de equilibrio entre las distintas fracciones (Thompson, 1985; Mexal y Landis, 1990). Y sus atributos o estado físico, que caracterizan aspectos, tales como: tolerancia a la sequía y al frío o el estado de letargo.

Cada atributo material expresa la condición de la planta, que debe estar relacionada con su calidad; es decir, con la respuesta potencial en supervivencia y crecimiento en el sitio de plantación.

ATRIBUTOS FISIOLÓGICOS:

Desde la década de 1950, la importancia del estado nutritivo en la calidad de la planta ha ido ganando interés (Wakeley, 1954). Se ha demostrado que la nutrición influye de manera determinante en la resistencia de las plantas al estrés fisiológico, y las enfermedades (Krause y Weis, 1991), así como la morfología, lo que determina su estado antes de que sean llevadas a la plantación (Sutton, 1979; Rook, 1991).

Las necesidades nutritivas de las plantas forestales son poco conocidas y se determinan en forma empírica o en base a las necesidades de los cultivos agrícolas y hortícolas lo que se traduce en una sobreutilización de abonos y, por lo tanto, en un incremento del costo y de la contaminación ambiental.

CONTENIDO DE MACRONUTRIMENTOS:

Las concentraciones óptimas de algunos nutrimentos en coníferas, como el nitrógeno, oscilan entre 1.3 a 3.5%, las de fósforo entre 0.25 y 0.39%; y de potasio de 1.06 a 2.45% (Youngberg, 1984; Landis, 1985).

Una tardía fertilización en la temporada de crecimiento puede estimular el crecimiento de la plántula más allá de la fenología normal. Aunque desde su estancia en vivero las plántulas son fertilizadas sobre niveles críticos y en porciones impropias, su estatus nutricional, no debería impedir el desarrollo y la supervivencia.

CONTENIDO DE LIGNINA:

La lignina es una macromolécula con un elevado peso molecular, presente en un 25 a 31% en la madera de coníferas y en 17 a 26% en latifoliadas (Díaz-Vaz, 2003). Su composición depende de muchos factores; entre ellos, el método utilizado para aislarla, la especie, edad, la parte del árbol o condiciones ambientales de desarrollo (Browning, 1967; Carballo, 1989).

También confiere a las plantas un grado de rigidez, dificultando algunos procesos (Paz y Melo, 1987). En la fase de pre acondicionamiento donde las plantas de vivero se encuentran en la etapa final de crecimiento; se tiene como objetivo favorecer la lignificación de la planta para que soporte su manejo hasta su establecimiento en campo, resista el estrés hídrico y los cambios ambientales existentes en el sitio de plantación.

5.2. Invernaderos.

Es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica translúcida 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.

5.2.1. Tipos de invernaderos.

INVERNADERO TÚNEL:

Es difícil establecer una línea divisoria entre lo que es un invernadero y un Macrotúnel, por no existir un parámetro definido. No obstante, se ha optado como medida de clasificación el volumen de aire encerrado por cada metro cuadrado de suelo. En general, de acuerdo con diferentes opiniones al respecto, podemos definir como invernadero aquella estructura que supera los 2.75-3 m³/m².

Se trata de invernaderos que tienen una altura y anchura variables.

Importados con las siguientes dimensiones.

Este tipo de estructura tiene algunas ventajas e inconvenientes:

Ventajas

- Alta resistencia a los vientos y fácil instalación (recomendable para productores que se inician en el cultivo protegido).
- Alta transmisión de la luz solar.
- Apto tanto para materiales de cobertura flexibles como rígidos.

Desventajas

- Relativamente pequeño, volumen de aire retenido (escasa inercia térmica) pudiendo ocurrir el fenómeno de inversión térmica.
- Solamente recomendado en cultivos de bajo a mediano porte (lechuga, flores, frutilla, etc.)



Figura 3 Invernaderos de túnel.



Figura 4 Invernadero de túnel.

INVERNADERO CAPILLA:

Se trata de una de las estructuras más antiguas, empleadas en el forzado de cultivos, muy usados en nuestro país, fundamentalmente en la zona de La Plata.

La pendiente del techo (cambio) es variable según la radiación y pluviometría (variando normalmente entre 15 y 35°). Las dimensiones del ancho varían entre 6 y 12m (incluso mayores), por largo variable. Las alturas de los laterales varían entre 2,0-2,5m y la de cumbre 3,0-3,5m (también se construyen más bajos que los señalados, pero no son recomendables).

La ventilación de estos invernaderos en unidades sueltas no ofrece dificultades, tornándose más dificultosa cuando varios de estos invernaderos se agrupan formando baterías.

Ventajas

- Construcción de mediana a baja complejidad.
- Utilización de materiales con bajo costo, según la zona (postes y maderos de eucaliptus, pinos etc).
- Apto tanto para materiales de cobertura flexibles como rígidos.

Desventajas

- Problemas de ventilación con invernaderos en baterías.
- A igual altura cenital, tiene menor volumen encerrado que los invernaderos curvos.
- Mayor número de elementos que disminuyen la transmitancia (mayor sombreo).
- Elementos de soportes internos que dificultan los desplazamientos y el emplazamiento de cultivo.



Figura 5 Invernadero de capilla a dos aguas.



Figura 6 Invernadero de capilla.

INVERNADERO EN DIENTES DE SIEMBRA:

Una variación de los invernaderos capilla, que se comenzó a utilizar en zonas con muy baja precipitación y altos niveles de radiación, fueron los invernaderos a una vertiente.

Estos invernaderos contaban con una techumbre única inclinada en ángulos que variaban entre 5° y 15° (orientados en sentido este-oeste y con presentación del techo hacia la posición del sol -norte para el hemisferio sur-).

El acoplamiento lateral de este tipo de invernaderos dio origen a los conocidos como dientes de sierra. La necesidad de evacuar el agua de

precipitación determinó una inclinación en las zonas de recogida desde la mitad hacia ambos extremos.

Ventajas

- Construcción de mediana complejidad.
- Empleo de materiales de bajo costo (según zonas).

Desventajas

- Sombreo mucho mayor que capilla (debido a mayor número de elementos estructurales de sostén).
- Menor volumen de aire encerrado (para igual altura de cenit) que el tipo capilla.



Figura 7 invernadero en dientes de siembra.



Figura 8 Invernadero dientes de sierra.

INVERNADERO TIPO CAPILLA MODIFICADO (CHILENO):

Se trata de una variante del tipo capilla (muy utilizados en la V región de Chile y promovidos por el programa Hortalizas del INIA), en nuestro país son muy utilizados en la provincia de Corrientes. La modificación respecto al capilla consiste en el ensamble a diferentes alturas de cada cambio, lo que permite generar un espacio para una ventana cenital (lucarna).

- Las dimensiones más comunes de estos invernaderos son:

- Ancho de cada módulo: 6,0 m.
- Altura lateral: 2,4 m.
- Altura cenital: 3,6 m.
- Abertura cenital: 0,3-0,5 m.

Los postes se plantan cada 2,0 m, tanto en el lateral como en la parte central, utilizándose postes sulfatados o bien, impregnados con brea al menos en los 0,40- 0,60 m que van enterrados.

Ventajas

- Construcción de mediana complejidad.
- Excelente ventilación (al igual que el diente de sierra), siendo muy adecuados para la conformación de baterías.
- Empleo de materiales de bajo costo.

Desventajas

- Sombreo mayor que capilla (debido a mayor número de elementos estructurales de sostén), pero menor que diente de sierra.
- A igual altura cenital, tiene menor volumen encerrado que los invernaderos curvos.
- Elementos de soportes internos que dificultan los desplazamientos y el emplazamiento de cultivos.



Figura 9 invernadero tipo capilla modificado (chileno).

INVERNADERO CON TECHUMBRE CURVA:

Este tipo de invernaderos tienen su origen en los invernaderos-túneles. Por lo común son de tipo metálicos (caños de 2" a 2,5" de diámetro o bien perfiles triangulares con hierro redondo trefilado de 8-10 mm de diámetro), también hay con techumbres metálicas y postes de madera.

Dentro de este tipo de invernaderos, pueden encontrarse diferentes alternativas según la forma que adopta el techo (i - e -circulares - semiolímpicos - medio punto - ojivales etc.). Las dimensiones más comunes de estos invernaderos van de 6,0- 8,0 m de ancho por largo variable.

En la zona del cinturón hortícola de la ciudad de Santa Fe, existe una alternativa de muy bajo costo (más próxima al tipo semiolímpico) construida con postes de madera y techumbre de madera arqueada o caña. Se trata de estructuras endebles y de baja altura, tornándose muy importante como limitante para el clima de la zona.

Ventajas

- Junto con los invernaderos tipo túnel, es el de más alta transmitancia a la luz solar.
- Buen volumen interior de aire (alta inercia térmica).
- Buena resistencia frente a los vientos.
- Espacio interior totalmente libre (facilidad de desplazamiento, laboreo mecanizado, conducción de cultivos, etc.).
- Construcción de mediana a baja complejidad (debido a la disponibilidad de los elementos prefabricados).

Desventajas

- Tienen la misma limitante que los tipos capilla, cuando deben acoplarse en batería (de no poseer algún sistema de ventilación cenital).
- La limitante ya señalada, plantea la necesidad de no superar los 25-30 m (de invernaderos acoplados), debido a las dificultades para ventilación.



Figura 10 invernadero con techumbre curva.

INVERNADERO TIPO PARRAL (ALMERIENSE):

Son invernaderos originados en la provincia de Almería (España), de palos y alambres, denominados parral por ser una versión modificada de las estructuras o tendidos de alambre empleados en los parrales para uva de mesa. En nuestro país, este tipo de invernadero tuvo su mayor difusión en las provincias del NOA (particularmente Salta).

Actualmente existe una versión moderna a los originales, que se construyen con caños galvanizados como sostenes interiores, permaneciendo el uso de postes para los laterales de tensión o aún, siendo reemplazados también éstos por muertos enterrados, para sujeción de los vientos, constituidos por doble alambre del 8.

Estos invernaderos suelen tener una altura en la cumbrera de 3,0-3,5 m, la anchura variable, pudiendo oscilar en 20 m o más, por largo variable.

La pendiente es casi inexistente, o bien (en zonas con pluviometría de riesgo) suele darse 10° - 15° , lo que representa altura de los laterales del orden de 2,0-2,3 m. Se ventila solamente a través de las aberturas laterales. En la techumbre solo se utiliza un doble entramado de alambre, por entre el cual se coloca la lámina de polietileno, sino otra sujeción.

Ventajas

- Gran volumen de aire encerrado (buen comportamiento según la inercia térmica).
- Despreciable incidencia de los elementos de techumbre en la intercepción de la luz.
- Aun tratándose de una estructura que ofrece alta resistencia a los vientos, es poco vulnerable por el eficiente sistema de anclaje.

Desventajas

- Deficiente ventilación.
- Alto riesgo de rotura por precipitaciones intensas (escasa capacidad de drenaje).
- Construcción de alta complejidad (requiere personal especializado).
- En zonas de baja radiación, la escasa pendiente del techo representa una baja captación de la luz solar.



Figura 11 Invernadero tipo parral (almeriense).



Figura 12 Invernadero tipo parral.

INVERNADERO TIPO VENLO (HOLANDÉS):

Son invernaderos de vidrio, los paneles descansan sobre los canales de recogida del agua pluvial. La anchura de cada módulo es de 3,2 m y la separación entre postes en el sentido longitudinal es de 3 m.

Estos invernaderos carecen de ventanas laterales (puede ser debido a que en Holanda no existen demasiadas exigencias en cuanto a ventilación). En vez, tiene ventanas cenitales, alternadas en su apertura (una hacia un lado y la siguiente hacia el otro) cuyas dimensiones son de 1,5 m de largo por 0,8 m de ancho.

Ventajas

- El mejor comportamiento térmico (debido al tipo de material utilizado: vidrio y materiales rígidos).
- Alto grado de control de las condiciones ambientales.

Desventajas

- Alto costo.
- La transmitancia se ve afectada, no por el material de cobertura, sino por el importante número de elementos de sostén (debido al peso del material de cubierta).

- Al tratarse de un material rígido, con duración de varios años, resulta afectado por la transmisibilidad de polvo, algas, etc.



Figura 13 Invernadero Venlo.



Figura 14 Invernaderos Holanda.

5.2.2. Construcción.

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 o alambre zig zag. De acero de 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.

5.2.3. Manejo y mantenimiento de invernaderos.

MANEJO DE TEMPERATURAS:

El manejo de la temperatura se basa en la estructura y diseño del invernadero, así como el grado de tecnificación que éste posea. Haciendo referencia al grado de tecnificación, los invernaderos industriales o de gran tamaño son en los cuales, por lo general, se instalan sensores para el monitoreo de las condiciones ambientales internas, ya que al ser grandes extensiones de cultivo el monitoreo por parte de personas no es preciso ni económicamente viable.

Asimismo, el grado de tecnificación hace referencia a la cantidad de equipo industrial instalado en el invernadero (sensores, actuadores y controladores), ya que no todos los invernaderos industriales utilizan actuadores para cambiar las condiciones ambientales monitoreadas.

Por otra parte, la estructura y diseño del invernadero, junto con el lugar de instalación, proveen de la ventilación e insolación necesaria para mantener el invernadero bajo condiciones ambientales óptimas para el cultivo, permitiendo que el flujo de aire caliente y frío dentro del invernadero sea controlado de forma mecánica sin necesidad de utilizar dispositivos extra para mantener bajo control el ambiente interior del invernadero.

La temperatura es la variable principal para controlar dentro de un invernadero. Esta variable es la que requiere de mayores sistemas mecánicos de actuación para su control, debido a que los sistemas de aireaciones son diseñados para el control de esta variable, asimismo los sistemas mecánicos de calefacción y enfriamiento son utilizados para el mismo fin de control.

HUMIDIFICACIÓN:

La humedad es una característica ambiental vital para las plantas, ya que un nivel adecuado de esta variable propicia de forma extensiva el

desarrollo del cultivo. El exceso o falta de humedad en el cultivo propicia la degradación o suspensión de la fotosíntesis — la conversión de materia inorgánica en materia orgánica mediante la energía que aporta la luz solar. Como es el principal sistema de alimentación de las plantas, si este sistema se ve afectado la planta deja de desarrollarse y comienza a morir.

Para mantener los niveles adecuados de humedad se utilizan sensores de humedad y sistemas de humidificación (humidificadores).

Los humidificadores son dispositivos diseñados para aumentar la humedad del lugar donde son instalados. Éstos son utilizados especialmente en lugares donde el calor producido por el sol genera estaciones de sequías. En los invernaderos es útil debido a que las condiciones externas de clima también afectan a las condiciones ambientales del invernadero.

La humidificación es importante en los invernaderos debido a que niveles bajos de humedad detienen o disminuyen el proceso de fotosíntesis. En las condiciones de baja o nula humedad las plantas sufren estrés y se les impide el intercambio de oxígeno, CO₂ y nutrientes. Como consecuencia, el radio de crecimiento de las plantas decrece dramáticamente si no existe la humidificación apropiada.

Las plantas saludables pueden transpirar grandes cantidades de agua, dando como resultado un incremento en la humedad relativa del aire en un invernadero. El aumento de la humedad relativa en el invernadero, alcanzando niveles entre el 80 y 85%, debe ser evitado debido a que este nivel de humedad puede causar enfermedades en las plantas y reduce su transpiración, así también pueden generar precipitaciones que no son deseadas en el invernadero causando que éste se puede inundar.

Una ventilación suficiente o sucesivos calentamientos y ventilación pueden prevenir la condensación en la superficie de los cultivos y en la estructura del invernadero. El uso de sistemas de enfriamiento en temporadas de verano incrementa la humedad del aire en el invernadero.

La humedad es controlada con sistemas mecánicos tales como sistemas de riego, humidificadores y con la ayuda de las aireaciones del sistema. Esta variable ambiental no debe ser controlada de forma directa por el ser humano ya que nuestra percepción ante variables ambientales no es la óptima para mantener a las plantas con el mayor

rendimiento ambiental. Para el control de esta variable, como para el de la temperatura, es necesario utilizar sistemas autónomos de control.

RIEGO:

Los sistemas de riego permiten la aplicación de agua y químicos, de manera directa y puntual. Su principal objetivo es el ahorro de agua, así como de energía para minimizar el daño ambiental.

El ahorro de agua es una de las ventajas principales en el uso de invernaderos, ya que ningún otro tipo de técnica agraria ofrece los grandes ahorros en consumos de agua para el mismo crecimiento de cultivos.

La tecnología utilizada en sistemas de riego se centra en el máximo aprovechamiento del agua desde el punto de vista de la planta. Los ciclos de riego y cantidades de líquido a utilizar son definidos por el tipo de cultivo y sustrato en el que se encuentra la planta, ya que el sustrato y la planta definen la forma de absorción del líquido.

La cantidad de agua entregada a la planta debe ser la necesaria, puesto que si se entrega más agua de la necesitada por la planta el invernadero puede sufrir problemas de inundaciones o condiciones extremas de humedad. El exceso de humedad en el interior del invernadero puede propiciar lluvias artificiales dentro de este sistema.

Por su complejidad, el riego se realiza con sistemas de bombeo y válvulas de salida especializadas en la técnica utilizada para realizar el riego. En definitiva, el ser humano no debe regar de forma directa al cultivo en una estructura protegida, sino que debe utilizar maquinaria tecnificada para realizar esta tarea.

FERTILIZACIÓN:

El suelo contiene todos los nutrientes o elementos esenciales que la planta requiere para su desarrollo y reproducción; sin embargo, en la mayoría de los casos, no contiene la cantidad suficiente para obtener rendimientos altos y de buena calidad, por lo que es necesario agregar nutrientes por medio de fertilización.

El suelo cambia sus propiedades nutrimentales dependiendo de la zona geográfica donde se encuentre; es por esto que el control de esta variable representa un gran reto para los invernaderos, ya que al ser colocados en diversos climas, deben propiciar el sustrato necesario para el cultivo que contendrán en su interior.

Si no se utilizan fertilizantes, el rendimiento será cada vez más bajo, debido al empobrecimiento paulatino del suelo por la extracción de

nutrimentos provocado por las cosechas. Un sustrato infértil produce, menos, tiene menor cubierta vegetal y está más expuesto a la erosión. El uso adecuado de los diferentes fertilizantes requiere del conocimiento del agricultor de las características, efecto en las plantas y el suelo, formas de aplicación y problemas potenciales en los instrumentos de aplicación, así de la forma de preparación de una dosis de fertilización con base en los fertilizantes disponibles.

La fertilización se realiza por medio de los sistemas de riego o por sistemas mecánicos especializados, los cuales distribuyen los diferentes químicos en el sustrato.

COMPONENTES BIOLÓGICOS:

Los cultivos sembrados dentro del invernadero no quedan excluidos al 100% de presentar enfermedades o plagas, ya que al generar las condiciones ambientales favorables para el sano desarrollo de las plantas se debe considerar que estas condiciones también pueden ser favorables para el desarrollo y presencia de plagas y enfermedades. Estos problemas pueden acabar con el cultivo en su totalidad en un corto espacio de tiempo, ya que la proliferación de la plaga o enfermedad se presenta rápidamente.

Las enfermedades más comunes en el invernadero incluyen caída de plántulas o Damping-off, Moho gris, Mildeu y marchitez. Las plagas son controladas por medio de insecticidas y químicos que atacan de forma paulatina las enfermedades y plagas. La aplicación de estos químicos no se realiza de forma directa por el ser humano ya que ciertos químicos utilizados son nocivos para la salud de los seres humanos. Es por esto que es necesario utilizar sistemas autónomos para distribuir estos químicos dentro del invernadero.

PERTURBACIONES MECÁNICAS:

Los invernaderos deben ser instalados en una edificación capaz de soportar las condiciones climáticas y mecánicas (esfuerzos estáticos y dinámicos) del lugar de instalación, quedando al abrigo de ésta, de donde se obtienen los elementos necesarios para proveer de todo lo necesaria al cultivo, como luz eléctrica y agua, lo que reduce costos de operación, al tener todos los elementos necesarios dentro al alcance del sistema

En los plásticos, podemos ubicar la transformación tecnológica más reciente en la agricultura, pues éstos permiten desarrollar cubiertas, mangueras o conductos, recipientes, dispositivos de riego y de tutoraje,

productos de manejo y de empaque, que posibilitan el manejo de variables como temperatura, control de plagas, humedad y riego.

Lo anterior unido al desarrollo de variedades de plantas y al avance en la ciencia de la nutrición y la sanidad, ha representado una verdadera revolución en el nivel de producción, que hace de la actividad agrícola una actividad independiente de la estacionalidad típica de todas “las agriculturas” anteriores.

La selección de los materiales de construcción del invernadero es vital para el ahorro de energía y para el máximo aprovechamiento de la situación geográfica en la que se encuentre.

El monitoreo de las condiciones ambientales óptimas dentro del invernadero es el factor clave para aumentar la producción. Como se mostró en este artículo, existen diversos retos que afectan al desarrollo del cultivo en un invernadero.

El productor va a tener que enfrentarse a problemas biológicos, mecánicos, de sistemas de control, monitoreo y riego, entre otros, pero cada uno de estos retos puede ser acometido con sistemas autónomos de control, los cuales mantienen su producción en niveles óptimos.

El consumo total de energía para un cultivo es el producto del tiempo que tarda hasta ser cosechado y el consumo de energía diario para generar las condiciones ambientales óptimas para ese cultivo. Si desea maximizar rendimiento y calidad en su operación protegida, su invernadero debe contener la tecnología necesaria para brindar de forma continua las condiciones ambientales óptimas para el cultivo.

5.3. Diseño y uso de casa sombra.

Las casas sombra son estructuras similares a invernaderos cuya función principal es crear condiciones apropiadas para el cultivo, en un clima que ya favorece el desarrollo de este. Adicionalmente permiten al productor reducir el daño que provoca la radiación directa sobre el cultivo.

Este sistema de producción de cultivo protegido que muestra un crecimiento anual de cerca del 20% en México, utiliza los mismos criterios técnicos que se utilizan para producir en invernaderos; sin embargo, se diferencia de éstos en el techo, ya que sólo tiene una malla como cubierta, y en el diseño de las estructuras, ya que utiliza cablería para soportar las mallas.



Figura 15 Casa sombra.

Para poder instalar este sistema de producción en su región debe conocer las condiciones climáticas, y a partir de ahí- decidir si vale la pena o no establecerlo.

El primer paso es analizar cuántos milímetros de lluvia caen; si pasan de 800 mm distribuidos en todo el año, la sugerencia es que no las instale. Si los 800 mm se concentran en ciertos meses, debe programarse la siembra cuando las lluvias no hagan daños a los cultivos.

¿Qué sistema de cultivo puede utilizar?

Puede utilizar cualquier sistema de cultivo, que va desde hidroponía hasta el mismo suelo como sostén del cultivo.

Criterio de cultivo.

Mis sugerencias para sembrar tomate y pepino es que sea una estructura reforzada. Sin embargo, si el productor sólo desea producir pimientos, la estructura puede ser semirreforzada. En mi opinión, si el productor va a hacer una inversión, debería hacerla de una vez con las características que soporte cualquier cultivo, permitiéndole adaptarse a los continuos cambios de demanda del mercado.

Medidas adecuadas.

Existen varias cuadrículas cuyas ofertas se adaptan a las necesidades del productor; no obstante, deben ser cuidadosos, ya que por querer buscar lo barato, al final podría salirles más caro. Sugiero que utilice una cuadrícula de ocho metros por seis metros. Con estas medidas asegurará que la estructura sea más fuerte, estable, evitando tensar cables a cada año. Un punto importante es que los esquineros deben ser fuertes y que provean bastante soporte, porque en esas áreas se concentra mucha fuerza y sostén.

MATERIALES SUGERIDOS PARA UNA CASA SOMBRA REFORZADA:

- Tubo redondo en bandas de dimensiones 3.5 cal. 12 galvanizados.

- Tubo redondo en frontales de dimensiones 3.5 cal 12 galvanizados.
- Tubo redondo en interiores de 3.0 cal. 14 galvanizados.
- Tensores al suelo de 2 ejes en bandas.
- Esquineros con Poste cuadrado de dimensiones 4 x 4 cal 12 galvanizados.
- Cordón de 5/16 para el tensado de tirantes.
- Cordón D de 5/16 en todo el perímetro de la instalación.
- Trenza de ¼. Para líneas de lomerías.
- Cordón de 5/16 en líneas transversales del soporte de cultivo.
- Alambre acerado cal 9 para líneas de carga de cultivo.
- Cordón de 1/4 para sujeción de poly grap en canales. (Opcional)
- Cordón de 3/16 para zigzag en líneas interiores.
- Retenciones de 1/4 y 5/16 para unión de trenzas y cordones.
- Carracas tipo tensor galvanizada de varilla de 5/8 x 1.40 de longitud
- Carracas dobles en laterales, dos en los postes donde lleva el soporte de cultivo y una en el otro poste.
- Carracas dobles en frontales, en los postes que van a la canal dos por cada poste y en los otros una por cada poste.
- 8 líneas de alambre para entutorado por capilla.
- Cubierta en techos: Malla 16 x 10. Color cristal.
- Cubierta en laterales y frontales: Malla 20 x 10. Color cristal.

CONCRETO PARA SOPORTAR TUBERÍA.

Se sugiere que al realizar los hoyos para instalar la tubería, se llene de cemento sólo el hoyo, sin pasar del ras del suelo, ya que se ha demostrado que cuando subimos del ras del suelo, los tubos, al tener movimiento, rompen el cemento.

Además, el agua del rocío o de la lluvia se acumula dentro de ese concreto exterior, contribuyendo a la oxidación progresiva de los tubos y disminuyendo su vida.

CASA SOMBRA FRENTE A INVERNADERO:

- Dado que en la casa sombra el techo suele ser de malla, si llueve queda desprotegido, convirtiéndose en un problema para el cultivo.
- Si hace frío, sólo puede proteger los laterales y muy levemente el techo.
- En relación con la producción por área, según mis análisis, se logró conseguir entre el 80 y 90% de lo que se produce en un invernadero; sin embargo, esto depende de las condiciones climáticas y del manejo de cultivo.

- En el invernadero, el productor puede controlar el clima, adaptándole accesorios, logrando mejores resultados. Este sistema de control climático no se hace posible en casa sombra.
- Existe mejor ventilación natural en una casa sombra que en un invernadero.
- Muchas veces la luminosidad en las mallas es mejor que en los invernaderos.
- El costo de la inversión en casa sombra por m², es muy bajo comparado con los invernaderos.

5.4. Empaques.

Los empaques de frutas y hortalizas deberán estar ubicados en áreas que no presenten riesgos de contaminación química y biológica. La construcción debe tener un diseño exterior e interior funcional que facilite su mantenimiento y operaciones de limpieza, de preferencia no a nivel de suelo.

Los alrededores deberán estar pavimentados, o con algún material que no permita formación de polvo o lodo, así como libres de malezas que puedan resguardar plagas tales como roedores, cucarachas e insectos.

De la misma manera, deberá evitarse localizar los empaques cercanos a establos, industrias, zonas habitacionales o basureros que generen desechos químicos o biológicos que puedan provocar contaminación.

Con el objetivo de reducir la presencia interna de plagas tales como pájaros, roedores, cucarachas e insectos, así como de animales domésticos como perros o gatos, el empaque deberá de estar completamente cerrado, pudiendo utilizarse diversos materiales como malla sombra, lámina, materiales de construcción como ladrillo o block, ventanas, puertas, etc., o una combinación de ellos.

Además de proteger contra este tipo de plagas, el cerrar el área del empaque permitirá tener un mejor control en el acceso y salida del personal, así como mantener una mayor limpieza y sanidad en todas las áreas internas.



Figura 16 Área de desinfección.

El empaque de la fruta se refiere a la colocación del producto en un envase que generalmente es de cartón, plástico o madera. La mayor parte de las veces el empaque de la fruta es manual, es decir, lo realiza personal entrenado. En otras ocasiones el empaque de la fruta es automático. Es importante que la fruta sea colocada en materiales limpios y que no estén en contacto con el suelo para evitar la contaminación del producto. El personal en esta área deberá lavarse y desinfectarse las manos cuando sea necesario, utilizar protecciones como la cofia, cubre boca y guantes si es necesario y no portar joyería, excepto por una argolla de matrimonio. La revisión continúa de este personal es importante para asegurarse de que cumplen con el reglamento, que no están enfermos y no consuman alimentos y bebidas en estas áreas.

5.5. Almacenes.

Todos los productos de desinfección deberán estar almacenados en un área exclusiva que cuente con señalamientos en su exterior y aislados de contacto con el producto. El almacén deberá contar con las cartas de garantía del proveedor y con un inventario actualizado de los productos, así como con las fechas de entrada y salida de esos materiales. Es recomendable que estos insumos no estén en el piso directamente y sean colocados en tarimas o estantes.

Los alrededores del material de empaque deberán estar libres de basura, malezas, plagas, roedores y material extraño que pudiera ser foco de contaminación. Es importante mantener limpias las áreas en donde se almacena el material de empaque y éste deberá estar cubierto y protegido con plástico para evitar contaminación cruzada con el producto. Así mismo, todo el material de empaque deberá estar sobre parrillas de madera y nunca en contacto directo con el piso. Es necesario contar también con un programa que permita tener un inventario de la calidad del material que llega, incluyendo las fechas de recepción, así como de salida, etiquetando cada una de las estibas de cartón con fecha. Esto permitirá utilizar el material con mayor antigüedad en lugar y tener una rotación adecuada en el almacén. No se deberá utilizar material sucio, dañado o que represente un riesgo de contaminación cruzada para el producto.



Figura 17. Almacenamiento de las frutas o verduras.

Conclusión:

Entre los principales problemas identificados que afectan al desarrollo agropecuario están la falta de conciliación entre el uso de los recursos y su capacidad productiva, la que trae como consecuencia una expropiación que, en algunos casos, es agravada por aspectos de tenencia de la tierra y, en todo caso, por la explosión demográfica cuya consecuencia más inmediata es la incesante y progresiva demanda de productos agrícolas.

El crecimiento económico general del país, en los últimos años, se ha manifestado en forma acelerada. Sin embargo, ese crecimiento no se ha manifestado en el sector agrícola, el cual se ha venido logrando en forma improvisada y más que nada debido a la iniciativa privada. En este sentido, los esfuerzos oficiales no han conseguido conciliar la capacidad específica de producción de los recursos físicos y humanos con su aprovechamiento racional.

Los problemas o factores limitantes que el sector agrícola enfrenta para su desarrollo están mucho menos relacionados con el aprovechamiento del potencial de sus recursos, aspecto de solución relativamente fácil por mejoras tecnológicas, que con factores de política económica y planificación.

Para el incremento y mejoramiento de la calidad, la producción cuenta con áreas donde es evidente que las favorables condiciones indican un alto potencial para el desarrollo. En estas áreas sólo es preciso corregir deficiencias en infraestructuras y establecer condiciones aparentes para transformarlas de áreas productoras de materia prima en áreas con economía agroindustrial.

5.6. Bibliografía.

1. Altieri M. y Nicholls C. 2006. Agroecología, Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Universidad Autónoma Chapingo. México.
2. Ansorena, M. J. 1994. Sustratos, Editorial Mundi-prensa. México
3. Bautista M. N y Alvarado L. J. 2005. Producción de jitomate en invernadero. Colegio de Postgraduados. México
4. Clerisola C. I. 1991. Cultivo en invernadero Ed. Mundiprensa, 3ª edición Madrid.
5. Fernández E R. 1988. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Ed. Mundiprensa, Madrid.
6. González E. A. 1990. Los tipos de agricultura y las regiones agrícolas de Mexico, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mexico.
7. Hartman K. 1987. Propagación de plantas. Editorial CECSA 1ª edición. México
8. Johansen B. O. 1989 Introducción a la teoría general de sistemas, Ed. Limusa. 1ª edición.
9. Robles S R. 1983. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. 4ª edición. México
10. Robles S. R. 1985 Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Limusa. 2ª edición. México
11. Romero V. 1989. Semillas (biología y tecnología), Editorial MundiPrensa. 1ª edición
12. Terranova. 1995. Enciclopedia agropecuaria. Producción agrícola I Bogotá Colombia.
13. Turchi A. 1987. Guía practica de horticultura. Editorial CEAC España.
14. Urbano P. 1992 Sistemas agrícolas con rotaciones y alternativas de cultivos. Editorial Mundi-prensa.
15. Cosco R. Brayan; De los Santos Guadalupe.
16. http://ar.geocities.com/experimet/Exp9.htm#caja_convec
17. <http://www.siapsagarpa.gob.mx>
18. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/controlclimatico.htm