

MANEJO DE INVERNADEROS

Manual de Prácticas

Dr. José Alvaro Anchondo Nájera

Indice

Página

1. Propiedades de las Cubiertas de Invernadero.....	
2. Cálculo de Necesidades de Calefacción del Invernadero...	
3. Cálculo de Necesidades de Enfriamiento del Invernadero (Enfriamiento Evaporativo por Aire Forzado).....	
4. Intensidad Luminosa (PAR) como Función del Tipo de Lámpara y la Distancia a la Misma.....	
5. Calidad del Agua de Riego.....	
6. Salinidad, pH y Compatibilidad de Soluciones de Fertilizantes.....	
7. Dosificación (inyección) de fertilizantes.....	
8. Características del Sistema de Riego por Goteo.....	
9. Monitoreo de la Solución Nutritiva.....	
10. Propiedades físicas de los sustratos.....	
11. Hidroponía Líquida y de Sustrato.....	
12. Producción de Transplantes.....	
13. Forzado de Bulbos.....	
14. Producción de Forraje Verde Hidropónico.....	
15. Cambios en los Niveles de CO ₂ dentro del Invernadero durante el Día.....	
16. Visita a Invernaderos Comerciales.....	
<i>Bibliografía</i>	

1. PROPIEDADES DE LAS CUBIERTAS DE INVERNADERO

INTRODUCCIÓN

Se manejan tres tipos diferentes de cubiertas para invernadero: transferencia de luz (cubiertas transparentes), sombreado, y retención de calor. Las cubiertas para retención de calor pueden ser también usadas para sombreado. Un tipo particular de cubierta para sombreado son las cubiertas para fotoperíodo (100% sombreado).

La cubierta transparente ideal permite un alto porcentaje de transmisión de luz, es ligera, durable, resistente a los impactos y al rayado, con cierta flexibilidad (i.e., para aceptar curvaturas), fácil de fijar (mediante presión u atornillado), no es inflamable, no permite el goteo sobre los cultivos y es de bajo costo.

La mejor cubierta para sombreado es aquella que es ligera, disminuye el paso de radiación infrarroja (calorífica) sin reducir el paso de luz visible, es fácil de instalar y económica. Las cubiertas comerciales actuales reducen la radiación visible transmitida junto con la infrarroja. Algunos productores, con el fin de hacer descender las temperaturas del invernadero a finales de la primavera, instalan mala-sombras de diversa densidad. Se requiere comprobar el efecto de la malla-sombra en el porcentaje de luz transmitida.

Todas las cubiertas reducen en cierto grado la intensidad luminosa. Esta reducción puede disminuir el rendimiento y la calidad de cultivos de alta demanda de luz, tales como el tomate y el rosal, y debe ser cuantificada.

OBJETIVO

Evaluar el porcentaje de transmisión de radiación fotosintéticamente activa (PAR, en moles $s^{-1} m^{-2}$ en el rango 400-700 nm) de diferentes tipos de cubierta y su resistencia a los impactos, rayado y fuego.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Medidor de luz cuántica (LI-COR 250 con sensor 190 A)
- Muestras de diferentes cubiertas (transparentes, incluyendo polietilenos de diferentes tipos y colores, y malla-sombras de diferente densidad).
- Navaja, martillo, tornillos y taladro, goteros y encendedor.

Métodos

1. Con el medidor cuántico de luz, realice las observaciones siguientes:
 - a). A manera de verificación inicial, registre el nivel de irradiación (en μ moles $m^{-2} s^{-1}$), con el sensor orientado de manera *perpendicular* a los rayos del

sol. Este valor debe ser de alrededor de $2000 \mu\text{moles photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, independientemente de la época del año y de la hora del día, excepto para las primeras y últimas horas del día.

b). Tome mediciones debajo y fuera de diferentes cubiertas (i.e., dentro y fuera del invernadero y la casa sombra), con el sensor nivelado de manera horizontal. El cociente de la irradiación recibida en el interior, dividida por aquella recibida en el exterior a la misma hora, representa el porcentaje de transmisión de luz. Tome lecturas en diferentes sitios y calcule la media y la desviación estándar. Con fines de comparación de los diferentes tipos de cubierta, realice estas mediciones debajo de polietileno, policarbonato y malla sombra. Compare sus resultados con los datos de la Tabla 1.

2. Con el taladro y tornillos, sujete sobre metal las muestras de cubierta rígida (5 tornillos por muestra). Registre el porcentaje de grietas y roturas de cada tipo de cubierta.

3. Con la navaja u otro objeto punzocortante, evalúe con una escala de 1-4 la resistencia al impacto, el rayado y al corte.

4. Acercándole fuego a un punto en el plano de la cubierta y a otro en el extremo de la misma, registre el número de segundos necesarios para que la cubierta produzca llama en forma independiente del encendedor.

5. Utilizando el gotero, observe si el escurrimiento de agua sobre las cubiertas ocurre en forma de gotas o de película de agua.

6. Elabore un reporte de media cuartilla registrando sus conclusiones.

TABLA 1. MATERIALES PARA CUBIERTA DE INVERNADERO¹

Material	Transmisión Máxima de Luz (%)	Vida Estimada (años)
Vidrio (sencillo)	92	30
Polietileno (sencillo)	87	2
Polietileno (doble, con espacio de aire)	82	2
Fibra de vidrio (sencillo)	80	7
Policarbonato (doble)	87	10

¹Hickman, 1999.

2. CALCULO DE NECESIDADES DE CALEFACCIÓN DEL INVERNADERO

INTRODUCCIÓN

Durante la noche, un invernadero pierde calor por (i) convección, (ii) radiación y (iii) conducción. Las pérdidas de calor por convección ocurren cuando hay intercambio de masas de aire entre el interior y el exterior: por ejemplo, debido a la infiltración de aire a través de uniones, puertas y ventilas mal cerradas.

Las pérdidas por radiación ocurren mediante la emisión directa de radiación infrarroja de los materiales de la cubierta o de las plantas tibias que están dentro del invernadero. Todo objeto pierde o gana calor. Aunque generalmente pequeñas, las pérdidas por radiación aumentan en noches estrelladas y en invernaderos cercanos a objetos fríos (rocas, metales, plantas, concreto).

Las pérdidas de calor por conducción son generalmente las más importantes. En la conducción, el calor se pierde al pasar a través de los materiales que constituyen la superficie expuesta del invernadero (la cubierta y, en ocasiones, las paredes). La tasa de pérdida por unidad de superficie depende del tipo y espesor del material utilizado (ver Tabla 2), así como del diferencial de temperatura entre el exterior y el interior del invernadero.

El sistema de calefacción del invernadero debe tener la capacidad de compensar los tres tipos de pérdida, aun en noches extremadamente frías y con viento. Así, el sistema debe ser capaz de mantener temperaturas no solamente por encima del punto de congelación o de la mínima biológica, sino que permitan obtener temperaturas óptimas que permitan el rápido crecimiento de los cultivos.

En un invernadero razonablemente hermético, la mayor parte del calor se pierde por conducción.

OBJETIVO

Calcular las pérdidas de calor por conducción de un invernadero, y ajustar con un porcentaje estimado de pérdidas por infiltración y radiación para determinar la capacidad del sistema de calefacción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Cinta métrica de 30 m
- Tablas de coeficientes de conducción del calor para diferentes materiales, tablas de temperaturas letales, mínimas biológicas y óptimas para diferentes cultivos de invernadero
- Registros climatológicos de los últimos 20 años para la región de interés.

Métodos: Cálculo de Pérdidas por Conducción

(Observar que todas las dimensiones están dadas en unidades inglesas)

1. Determinar la superficie de cubierta del invernadero, en piés cuadrados. La superficie de cada material diferente en el invernadero (i.e., polietileno, fibra de vidrio, pared de block) debe ser determinada por separado. Superficie de cubierta= _____ ft².
2. De la Tabla 2, determinar la tasa de pérdida (BTU • Ft² • °F⁻¹ • hora⁻¹) correspondiente a cada material.
Tasa de pérdida= _____ BTU • Ft² • °F⁻¹ • hora⁻¹.

TABLA 2. TASAS DE PERDIDA DE CALOR¹

<u>Material</u>	Factor de Pérdida de Calor (BTU/hora/ft ² /°F)
Vidrio (sencillo)	1.1
Polietileno (sencillo)	1.1
Polietileno (doble, con espacio de aire)	0.7
Fibra de vidrio (sencillo)	1.0
Policarbonato (doble)	0.6

¹Hickman, 1999.

3. Seleccionar la diferencia térmica máxima esperada, en grados Fahrenheit. Para seleccionarla, determinar primero la temperatura mínima extrema esperada (°F) fuera del invernadero, basándose en registros meteorológicos de los últimos 10, 15 o 20 años, según el nivel de

protección que se desee obtener. Segundo, determinar la temperatura mínima ($^{\circ}\text{F}$) que se desea mantener en el invernadero. Esta temperatura debe ser al menos la mínima biológica y, deseablemente, la óptima para el crecimiento del cultivo.

Diferencia térmica máxima esperada = _____ $^{\circ}\text{F}$.

4. Con los datos de 1, 2 y 3, resolver:

$$\text{BTU} \cdot \text{hora}^{-1} = (\text{superficie expuesta en ft}^2) \times (\text{tasa de pérdida en BTU} \cdot \text{Ft}^2 \cdot \text{hora}^{-1} \cdot \text{diferencia térmica máxima esperada, en } ^{\circ}\text{F}).$$

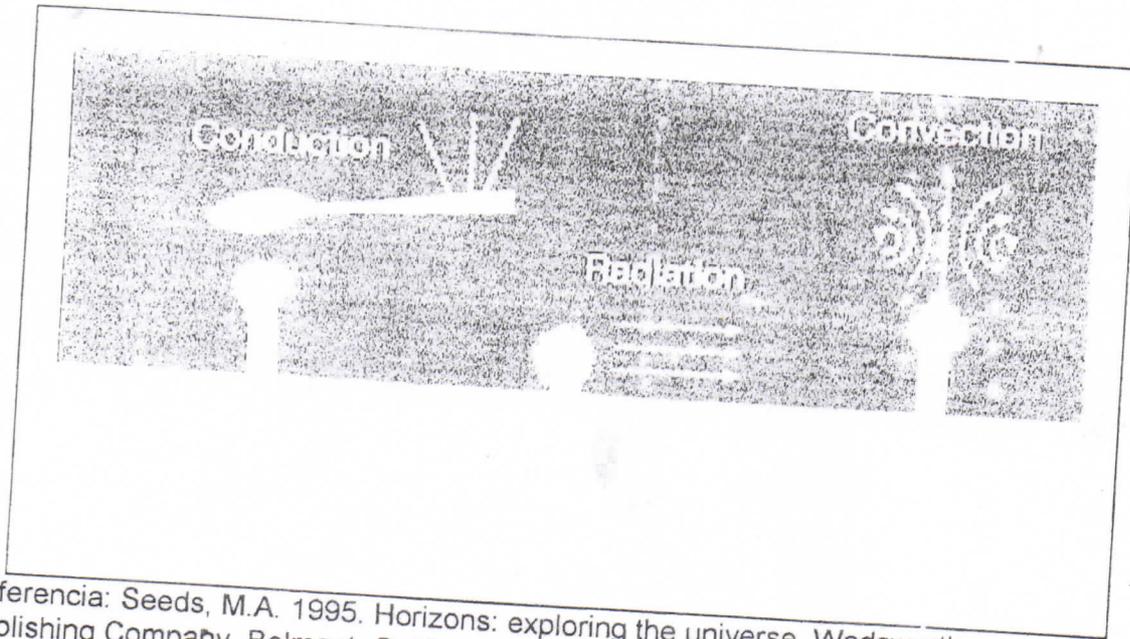
Nota: Este cálculo considera la presencia de vientos menores a 22 km/hora. Velocidades mayores incrementan la tasa de pérdida y deben ser considerados en el cálculo.

Estimación de Pérdidas por Convección y Radiación

Para un invernadero medianamente hermético, añada un 20-30% de pérdidas por convección y radiación.

Informe

Consulte en catálogos de proveedores las características (modelo) y precios de calefactores con la capacidad calculada.



Referencia: Seeds, M.A. 1995. Horizons: exploring the universe. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California.

3. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE ENFRIAMIENTO DEL INVERNADERO (ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO POR AIRE FORZADO)

INTRODUCCION

Un invernadero sin sistema de enfriamiento puede fácilmente alcanzar los 55 C en un mediodía de verano en Delicias, Chih. Con el fin de lograr temperaturas adecuadas a los cultivos, se utiliza ampliamente el enfriamiento evaporativo. La modalidad de enfriamiento evaporativo mas utilizada hasta ahora en los invernaderos de la región ha sido la combinación de extractores (abanicos con gran capacidad de movimiento de aire) y pared húmeda (un material poroso y susceptible de ser humedecido, el cual enfría la corriente de aire que pasa a través de el).

OBJETIVO

Calcular las necesidades de enfriamiento evaporativo por aire forzado para invernaderos ubicados en la región de Delicias, Chih.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Cinta métrica de 30 m
Tablas de capacidad y potencia de extractores

1. Determine el volumen standard del invernadero (piés cúbicos). Para éllo, mida y multiplique el área del invernadero (en piés cuadrados) por un factor de diez (10). En climas mas secos y/o calientes que el de Delicias, Chih., puede ser necesario multiplicar por un factor de DOCE (12). El volumen standard refleja condiciones a nivel del mar, insolación promedio (5,000 fotocandelas), etc.
2. Realice correcciones al volumen standard. Las correcciones son, por un lado, por altitud, gradiente y luminosidad. Por el otro, por distancia entre extractores y abanico.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EXTRACTORES

- 3. Determine el número de extractores necesario. Seleccione la pared donde estarán los extractores, mídala (en piés) y divídala entre 25. El resultado será el número de extractores que se requiere. Generalmente se acepta que la cobertura máxima efectiva (anchura de movimiento de aire) de un extractor es de 25 piés (7.5 m). Para un funcionamiento adecuado del sistema, la distancia mínima entre pared húmeda y extractores debe ser de 30 m, y la máxima de 60 m.
- 4. Divida el volúmen estándar corregido (del paso # 2) entre el número de extractores. El producto será la capacidad necesaria de movimiento de aire de cada extractor, en pies cúbicos por minuto (CFM).
- 5. Con ayuda de la Tabla 3, determine el diámetro de aspas (en pulgadas) y la potencia del motor del extractor (HP).
- 6. En catálogos de proveedores (Hummert, Stuppy, Polietilenos del Sur, etc.) seleccione el modelo mas adecuado y su costo.

CARACTERÍSTICAS DE LA PARED HÚMEDA

- 7. Determine el tipo y espesor de los paneles húmedos a utilizar. Por ejemplo, el excelsior, o materiales de patente (celulosa) de 4, 6 o más pulgadas.
- 8. Divida el volúmen corregido (del paso # 2) entre el factor de velocidad correspondiente a cada tipo de panel húmedo. El resultado será la superficie de panel húmedo (en pies cuadrados) que se requiere. Algunos factores de velocidad son:

Excelsior 1.5" = 150 pies por minuto*
 Panel de celulosa 4" = 250 pies por minuto
 Panel de celulosa 6" = 350 pies por minuto

* la velocidad máxima del aire a la que el material puede enfriar efectivamente.

- 9. Mida la longitud (en piés) de la pared sobre la cual se instalará la pared húmeda. La pared húmeda debe ser instalada en la pared opuesta a la de los extractores. Enseguida, divida la superficie de panel húmedo (del paso #

9) entre la longitud de la pared seleccionada. El valor resultante será la altura de la pared húmeda en pies. Es necesario redondear el valor obtenido hasta el entero superior mas próximo, y verificar la disponibilidad de estas dimensiones en los catálogos de proveedores.



Foto: Pared Húmeda, invernadero FCAF.

4. INTENSIDAD LUMINOSA (PAR) EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA Y DEL TIPO DE LÁMPARA

INTRODUCCIÓN

El invernadero es una estructura diseñada con el propósito de maximizar la recepción de luz, mientras se mantienen condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Tres aspectos de la luz son importantes para el crecimiento de las plantas: la duración (horas luz), la intensidad (cantidad de luz recibida por unidad de superficie) y la calidad (balance espectral, con especial atención a las proporciones de azul y rojo).

Existen diferentes unidades de medición de la luz. La cantidad de luz recibida por unidad de superficie puede ser expresada en unidades fotométricas (fotocandelas, lux), cuánticas ($\mu\text{moles fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y radiométricas (watts m^{-2}). Cuando se trata de expresar la cantidad de luz emitida por una lámpara, frecuentemente se utilizan las unidades de watt m^{-2} (medidos a un pie de distancia)

La intensidad luminosa disminuye geométricamente, en función de la distancia elevada al cuadrado a la fuente de iluminación.

OBJETIVO

Medir la intensidad de radiación fotosintéticamente activa ($\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) recibida a diferentes distancias de diferentes tipos de lámparas (incandescente, fluorescente, halógeno, mercurial y de vapor de sodio de alta presión).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Medidor cuántico de luz LI-250 con sensor LI-190 A.
- Una de cada una de las lámparas siguientes: incandescente, fluorescente, halógeno, mercurial y de vapor de sodio de alta presión.
- Cinta métrica.

Métodos

1. Con ayuda del medidor cuántico, mida la intensidad luminosa (en $\mu\text{moles de fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) recibida a uno, dos, tres, cuatro y cinco pies de distancia de cada una de las lámparas.

2. Registre la potencia (watts m^{-2}) de cada tipo de lámpara. Recuerde que las lámparas de alta intensidad de descarga requieren de varios minutos después del encendido para alcanzar su máxima intensidad.
3. Grafique la disminución de la intensidad luminosa como función de la distancia, e indique el tipo de relación existente (lineal, cuadrática o exponencial).
4. Elabore su reporte indicando las diferencias en intensidad por tipo de lámpara. Con fines de comparación, exprese la intensidad recibida por watt de potencia de la lámpara.

Figure 8-5 The inverse square law. A light source is surrounded by spheres with radii of 1 unit and 2 units. The light falls on an area of 1 m^2 on the inner sphere and spreads to illuminate an area of 4 m^2 on the outer sphere. Thus the brightness of the light falls to one-fourth of its original value at the radius of the distance.

Referencia: Seeds, M.A. 1995. Horizons: exploring the universe. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California.

5. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

INTRODUCCIÓN

Una de las primeras consideraciones técnicas para elegir un sitio para invernaderos es la cantidad y calidad del agua disponible. Aguas demasiado salinas o con altos niveles de cloro, sodio o bromo reducen el rendimiento y la calidad de muchos cultivos de invernadero. Aguas demasiado duras ocasionan la precipitación de microelementos y la deposición de minerales en los emisores de riego y en los nebulizadores o en las paredes húmedas. Incluso, la alta concentración de nutrientes en el agua puede significar un problema. Por un lado, dificulta el balanceo de las soluciones nutritivas deseadas. Por el otro, incrementa la incidencia de damping-off y otras enfermedades en plántulas.

OBJETIVOS

1. Determinar el pH y la conductividad eléctrica de muestras de agua de riego.
2. Interpretar los resultados de análisis de laboratorio de muestras de agua y observar los procedimientos generales de análisis de aguas

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Medidor de pH y conductividad eléctrica
- Reportes de análisis de laboratorio de aguas

Métodos

1. Tome muestras de agua de un litro, en recipientes de plástico limpios y después de 10 minutos de la apertura de válvulas cuando la muestra proceda de tubería o de un pozo.
2. Conserve la muestra en un lugar fresco mientras es transportada al laboratorio. Si la muestra será almacenada mas de 10 horas antes de ser llevada al laboratorio, conserve en congelación.
3. Para determinaciones de campo, puede utilizar un medidor portátil para evaluar el pH y la CE de las muestras de agua.
4. Compare los resultados de sus análisis y de los reportes de laboratorio con la Tabla 4.
5. Elabore un reporte de media cuartilla con sus conclusiones

Tabla 3. Calidad aceptable del agua para producción de transplantes*.

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALOR PERMISIBLE</u>
pH	5.5-6.5
Alcalinidad	60-80ppm** CaCO ₃
Sales solubles (CE)	< .75 mmhos/cm
Relación de Adsorción de sodio (RAS)	< 2
Nitratos (NO ₃ ⁻)	< 5 ppm
Fósforo (P)	< 5 ppm
Potasio (K)	< 10 ppm
Calcio (Ca)	40-120 ppm
Magnesio (Mg)	6-25 ppm
Sodio (Na)	< 40 ppm
Cloro (Cl)	< 80 ppm
Sulfatos (SO ₄)	24-240 ppm
Boro (B)	< 0.5 ppm
Fluoro (F)	< 1 ppm
Hierro (Fe)	< 5 ppm***
Manganeso (Mn)	< 2 ppm
Zinc (Zn)	< 5 ppm
Cobre (Cu)	<0.2 ppm
Molibdeno (Mo)	<0.02 ppm

*Fuente: Styer, R.C., and D.S.Koranski. 1997.
 Plug and Transplant Production: a grower's guide. Ball Publishing.
 Batavia, ILL. p. 91.

**ppm= partes por millón (mg/L).

***Algunos investigadores consideran deseable que hierro o manganeso < 0.1 ppm.

6. SALINIDAD, pH y COMPATIBILIDAD DE SOLUCIONES DE FERTILIZANTES

INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes son sales minerales que modifican la salinidad y el pH del sustrato. Algunos de ellos no deben ser mezclados entre sí, como ocurre con el sulfato de magnesio y el nitrato de calcio, con excepción de concentraciones muy bajas. Es conveniente evitar el uso de fertilizantes de alta salinidad como el sulfato de amonio. Una excepción es el uso de fertilizantes de alta salinidad (o incluso, de sal de mesa, cloruro de sodio) para mejorar el contenido de azúcares y el sabor de los tomates de invernadero.

OBJETIVOS

1. Evaluar los cambios en pH y salinidad de las soluciones de fertilizantes.
2. Realizar una prueba sencilla de compatibilidad de los fertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Medidor de conductividad eléctrica y pH (incluyendo electrodo(s) y sondas de conductividad y de temperatura)

Balanza analítica

Agua destilada

15 vasos de precipitados o recipientes desechables transparentes de un litro

Métodos

1. Prepare soluciones de 1, 2, 3, 4 y 5 g l⁻¹ de cada uno de los tres fertilizantes siguientes: 19-19-19 (o similar), Sulfato de Magnesio y Nitrato de Calcio. Disuelva los fertilizantes en agua destilada. Prepare también una o dos muestras de referencia en agua de la llave.
2. Enseguida, determine la conductividad eléctrica y el pH de estas soluciones utilizando el medidor de conductividad y el medidor de pH.
3. Grafique sus resultados, ajuste estadísticamente una recta o curva a los datos observados y obtenga la ecuación. Utilice los valores de la ecuación (especialmente la pendiente) para predecir los valores de la conductividad y el pH en los rangos de 0.5 a 2.0 g l⁻¹, que son los valores de concentración más comúnmente utilizados.

4. Grafique la conductividad y el pH como función de los gramos por litro de cada solución y compárelos con la tabla adjunta.
5. Para realizar las pruebas de compatibilidad física, mezcle las soluciones de fertilizante en una botella o jarra transparente y deje reposar durante un tiempo equivalente al que se requerirá para hacer la aplicación (1-4 horas). Finalmente, verifique que no haya habido formación de precipitados, grumos, natas grasosas o cambios de color. La presencia de estas impurezas revela incompatibilidad y riesgo de taponamiento de emisores; estos fertilizantes, por tanto, no deben ser mezclados.

7. DOSIFICACIÓN (INYECCIÓN) DE FERTILIZANTES

INTRODUCCION

En hidroponia de sustrato la solución nutritiva generalmente se prepara en dos etapas. En la primera, una solución concentrada (usualmente entre 1:50 y 1:200, la relación entre la solución final y la solución concentrada) es preparada. Enseguida, esta solución es diluida y mezclada con agua limpia gracias a un inyector, y entregada a los emisores de riego en la proporción adecuada.

OBJETIVO

Calcular la concentración de las soluciones madre y el cociente de inyección para obtener una concentración final de nutrientes deseada en el agua de riego a partir de una fórmula de nutrición conocida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Inyectores de fertilizante (dosatrón, venturi y hozon)
Probetas de 50 y 250 ml
Vaso de precipitados
Recipiente de volumen conocido (cubeta de 19 l)

Métodos

Determine experimentalmente el cociente volumen de solución aspirado/caudal de agua que pasa por el proporcionador, en el caso del inyector hozon. Para medir el volumen aspirado, mida el volumen aspirado de una probeta cuando el proporcionador está funcionando. Para determinar el caudal, utilice ya sea el medidor de flujo incorporado en la tubería del sistema (en el caso del venturi del fertirriego) o bien médalo Ud. mismo utilizando una cubeta de volumen conocido y un cronómetro.

Asimismo, estime la concentración de nutrientes en la cubeta (con el medidor de conductividad eléctrica) para determinar la concentración inicial, y divida el número obtenido entre el cociente de dilución del proporcionador. Finalmente, verifique que el valor obtenido coincida con el valor de la conductividad eléctrica en la solución de riego final, en diferentes intervalos de tiempo. Para verificarlo, utilice los valores de la pendiente de la recta calculada con la ecuación anterior.

8. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

INTRODUCCIÓN

A menudo hace falta definir el número de emisores/plantas que una tubería de cierto diámetro y con una presión dada puede alimentar. También, de automatizar el inicio y finalización de los ciclos de riego de diferentes secciones del invernadero.

OBJETIVO

Determinar la magnitud del caudal de agua necesario para el riego de plantas en contenedores, y programar el controlador para riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Manómetros (0-15 y 0-60 psi)
Poliducto para riego de 1/2"
Probeta de 50 ml
Cubeta de 19 L
Reloj con segundero o cronómetro
Controlador de riego
Válvulas de apertura eléctrica de 3/4 "

Métodos

1. Determine el número de plantas que cada emisor va a servir y calcule el número de emisores necesarios por unidad de superficie o por sección del invernadero.
2. Mida el volumen de agua que cada emisor entrega por unidad de tiempo (usualmente expresado en litros por hora) con ayuda de la probeta de 50 ml. Registre el caudal individual de 10 goteros en diferentes sitios del invernadero y calcule la media y la desviación estándar del caudal. Enseguida, multiplique el número de emisores por el caudal promedio de los emisores para obtener el volumen de agua requerido por hora.
3. Evalúe su suministro de agua con ayuda de un manómetro para obtener la presión estática. Asimismo, mida el caudal disponible con ayuda de un

recipiente de volumen conocido (i.e., cubeta de 20 L) y de un cronómetro. Exprese sus resultados en litros por hora.

4. Compare el caudal disponible (del paso 3) con el volumen requerido por el conjunto de emisores (del paso 2). El caudal debe soportar el número de minutos u horas de riego necesarios por día. Si no es suficiente, subdivida el área de riego en secciones. Cada sección puede ser controlada por una válvula eléctrica.
5. El momento de apertura y cerrado de las válvulas eléctricas, y por tanto la duración del riego, puede ser controlado con ayuda de un reloj programable de riego. Existen varios modelos disponibles. Los mas comunes permiten seleccionar al menos dos programas de riego con varias válvulas cada uno de ellos. Cada programa puede activarse una o mas veces al día, dependiendo del modelo del controlador, y por períodos de tiempo de uno o mas minutos. Al explorar el programador, encontrará otras funciones accesorias.
6. Presente sus resultados y conclusiones en un reporte de media cuartilla.

9. MONITOREO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

INTRODUCCIÓN

Por medio del monitoreo se determina la concentración de nutrientes presentes en (i) el agua, (ii) el tanque de solución nutritiva concentrada, (iii) los emisores de riego, (iv) en el medio radicular o sustrato y (v) en el efluente o agua de lixiviado. El monitoreo incluye por lo menos el registro permanente del pH y la conductividad eléctrica (CE) de la solución. A un nivel más completo, se puede añadir la medición de nitratos y potasio. Al nivel más detallado, puede incluirse el análisis continuo e individual de todos los nutrientes; esto, sin embargo, resulta costoso y se reserva para los invernaderos de investigación.

OBJETIVO

Realizar el monitoreo de la solución nutritiva (pH, CE, nitratos y potasio) en plantas de maceta irrigadas por goteo bajo control de reloj programador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Medidores de pH, CE, nitratos y potasio

Recipientes de plástico de 100 ml

Balanza granataria

Tablas de concentración de nutrientes en fertilizantes

Métodos

1. Mida la conductividad eléctrica y el pH del agua de riego, de la solución concentrada (opcional, si el rango de sensibilidad de los equipos lo permite), de una muestra obtenida de los emisores y del lixiviado de las macetas.
2. Para medir el pH y la CE del sustrato, diluya 100 cc de sustrato en 100 ml de agua destilada y efectúe directamente la medición.
3. Elabore un reporte de media cuartilla.

10. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS

INTRODUCCION

Los sustratos representan uno de los insumos de producción mas decisivos. La calidad del sustrato es mas importante que su costo, especialmente en la producción de transplantes.

La porosidad o contenido de espacios vacíos del sustrato es una de las propiedades mas importantes del medio radicular. Los espacios vacíos constituyen los reservorios de agua y aire para las raíces de las plantas en desarrollo. Mientras que las semillas en germinación y las plántulas requieren porcentajes de porosidad relativamente pequeños, las plantas adultas de tomate y otras hortalizas requieren valores de porosidad bastante grandes.

No solo el porcentaje de poros es importante, sino también el tamaño de los mismos. Los poros grandes son mas importantes desde el punto de vista de la aereación, en tanto que los pequeños explican la capacidad del sustrato para retener el agua.

Debe notarse que la capacidad de retención de agua y aire depende no solo de las características del sustrato, sino también del tamaño (especialmente la altura) y la forma del recipiente. Como norma general, la capacidad de retención de agua aumenta (mientras que la de aire disminuye) para un mismo sustrato cuando la altura del recipiente se reduce.

OBJETIVO

Determinar el porcentaje de porosidad de diversos sustratos en diferentes tamaños y formas de recipiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Sustratos: Tierra de cultivo, Sunshine # 3 y Sunshine # 3 enriquecido con 20% perlita.

Macetas: Macetas de azalea de 3" y 6" de diámetro, y macetas forestales de 6" de altura.

Métodos

1. Selle los agujeros de drenaje del fondo de las macetas con *tape* adhesivo, y mida el volumen de los recipientes agregando agua medida con una probeta graduada. Anote el volumen de agua= _____ ml

2. Sin remover el *tape*, elimine el agua y rellene la maceta con el sustrato a probar. El sustrato debe ser previamente desmenuzado para eliminar agregados grandes y ligeramente humedecido para facilitar la entrada del agua durante el riego posterior. Luego, agregue agua otra vez con ayuda de la probeta. El volumen de agua añadido representa el volumen de poros del sustrato = _____ ml. Para obtener el porcentaje de porosidad, dividir el resultado del paso 2 entre el del 1, y multiplicar por 100. (en un sentido estricto, la prueba debiera realizarse en un lapso mayor a 8 horas).

3. Remueva el *tape* adhesivo del fondo de la maceta, colocando un recipiente en el fondo de la misma para coleccionar el agua drenada. Mida el agua drenada con ayuda de la probeta = _____ ml. El volumen coleccionado representa el volumen de poros grandes. Por diferencia con el volumen de agua añadido en el paso 2, obtenga el volumen de poros pequeños o de aire = _____ ml. Finalmente, exprese el volumen de poros grandes y chicos como porcentaje del volumen de poros del sustrato y como porcentaje del volumen total de poros.

11. HIDROPONIA LÍQUIDA Y DE SUSTRATO

INTRODUCCIÓN

Es necesario hacer una distinción precisa entre la hidroponía pura o completamente de agua y la de sustrato. Ejemplos de la primera son la hidroponía de contenedor profundo y la de NFT (hidroponía de película delgada). La segunda, la hidroponía de sustrato, utiliza arena, turba, perlita, fibra de roca u otro material inerte para suministrar soporte mecánico a las plantas y para almacenar un pequeño volumen de agua. Ambos tipos de hidroponía pueden ser abiertos (no recirculantes) o cerrados (recirculantes). Aunque la hidroponía de sustrato ha sido mucho más utilizada que la hidroponía "líquida", es importante estar familiarizado con tipos representativos de ambas.

OBJETIVO

Construir y operar pequeños sistemas de hidroponía líquida (uno de contenedor profundo y uno de NFT) y de hidroponía de sustrato (cultivo en arena). Los dos últimos serán del tipo recirculante.

MATERIALES Y METODOS

1. Utilizando madera, plástico de acolchado, polietileno y un aereador, construya un sistema de hidroponía de canal profundo, para la producción de lechuga con las dimensiones siguientes. Refiérase a Benton, 1997 para ejemplos de las soluciones nutritivas. Monitoree oxígeno disuelto y nitratos.
3. Utilizando el mismo tipo de acolchado, utilice una sección de color blanco (es importante que sea blanco, para reducir la carga de calor) para formar un "tubo" con ayuda de grapas en las orillas. El tubo será colocado directamente en el piso del invernadero, en dirección de la máxima pendiente. Mediante perforaciones en la parte superior del tubo, serán colocadas las plantas de tomate o pimiento con sus raíces dentro del tubo. Un microtubo de $\frac{1}{4}$ en la parte más alta del tubo, alimentado por una bomba, suministrará la solución nutritiva. A la salida del tubo de acolchado, una bandeja de drenaje descargará en un recipiente para retornar el efluente al recipiente de la bomba.
4. Elabore un report con sus observaciones.

12. PRODUCCIÓN DE TRANSPLANTES

INTRODUCCIÓN

Las principales especies hortícolas de solanáceas y cucurbitáceas, entre otras familias, son propagadas en invernaderos antes de su trasplante definitivo al campo. El uso de transplantes de invernadero permite reducir el riesgo de siniestros de origen climatológico, adelantar la fecha de cosecha y reducir el consumo de agua y nutrientes durante las primeras etapas del cultivo. Asimismo, reduce la competencia con malezas durante la etapa crítica de competencia.

OBJETIVO

Producir transplantes de chile, tomate y sandía en invernadero para su establecimiento definitivo en el campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Charolas de 128, 200 y 338 cavidades

Sustratos: Sunshine # 3, vermiculita y perlita

Fertilizantes

Prensa

Semillas

Métodos

- a) Determine el número total de plantas requeridas en el campo. Dado que la presente es una práctica, considere una superficie pequeña (1000 m²). Para ello, multiplique la distancia definitiva (m) entre plantas *dentro* de la hilera por la distancia *entre* hileras (m); así, obtendrá el espacio requerido (m²) por cada planta en el campo. Enseguida, convierta a número de plantas por m² y multiplique por el número total de metros cuadrados (recuerde que 1 ha=10,000 m²). A la cantidad final agregue un 5% para fallas y reposiciones.
- b) Determine la fecha deseada de trasplante y sustraiga el número de días de producción en invernadero (i.e., para chile son de 40 a 55 días). Esto le permitirá determinar la fecha de siembra adecuada en el invernadero.
- c) Seleccione el tamaño de cavidad a utilizar: las opciones mas comunes corresponden a charolas de 128, 200 y 338 cavidades por charola. El número de plantas dividido entre el número de cavidades por charola le permitirá conocer el número de charolas necesario.

- d) Lave las charolas y enjuáguelas sucesivamente, por inmersión completa, en una solución de sulfato de cobre (1.5 Kg/200 L. de agua) y de cloralex (1 litro en 100 litros de agua)
- e) Divida el número de charolas entre 4.5 para determinar la superficie de invernadero necesaria (m²). Añada la superficie de pasillos.
- f) Limpie y desinfecte el invernadero (mesas, pisos y parte inferior de las paredes con 1 litro de cloralex en 100 litros de agua.
- g) Para estimar necesidades de sustrato base turba (peat moss), considere que un bulto de 109 litros permite rellenar alrededor de 38 charolas de los tamaños arriba mencionados.
- h) Una persona puede sembrar 40-50 charolas por día, dependiendo del número de semillas por cavidad. Existen también sembradoras al vacío.
- i) Deshaga los agregados (grumos, "terrones") del sustrato comercial (usualmente, una mezcla de turba, perlita y vermiculita). Humedezca éste ligeramente para facilitar su manipulación y riego posterior. Deseablemente, agregue al sustrato 20 % de perlita o 30 % de vermiculita por volumen para mejorar su porosidad.
- j) Rellene las charolas y ráselas con una tablilla. Deje caer horizontalmente la charola desde una altura aproximada de 30 cm, una sola vez, para asentar espacios vacíos. Rellene con la mezcla de sustrato, rase nuevamente y comprima con la prensa.
- k) Deposite en cada celda una sola semilla. Algunas veces, en el caso de semillas F₂, se depositan dos semillas por cavidad.
- l) Cubra las semillas con una mezcla a partes iguales de sustrato comercial y vermiculita, con el fin de mejorar aereación y reducir el crecimiento de algas en la superficie.
- m) Riegue las charolas desde la superficie y hasta punto de goteo. Apile (pilas de menos de 12 charolas) y cubra con plástico de color oscuro, en un lugar tibio para facilitar la germinación.
- n) Cuando la plúmula empiece a aparecer en la superficie, extienda las charolas en las mesas. Riegue con la frecuencia que sea necesaria, utilizando agua sin fertilizantes. Los fertilizantes, en una etapa temprana incrementan la incidencia de *champing off*. Puedo hacer una aplicación muy diluida de fitohormonas, sin embargo

- o) Procure evitar las oscilaciones bruscas de temperatura al interior del invernadero. Las temperaturas inferiores a 10 C y mayores a 32 C incrementan el riesgo de ocurrencia de pudrición de la corona o *damping-off*. Maneje cuidadosamente la temperatura del invernadero durante todo el proceso de producción (45-55 días).
- p) Empiece a fertilizar a partir de la aparición de la primera hoja verdadera. Se puede iniciar con la aplicación cada tercer día de 100 ppm de N a partir de un fertilizante tipo 2:1:2. Algunas personas utilizan con éxito fertilizantes tipo 1:5:1, también. La dosis puede ser incrementada ligeramente cuando las plantas inician la etapa de rápido crecimiento. Puede ser conveniente aplicar una vez a la semana pequeñas cantidades de micronutrientes y, en caso de aguas no duras (caso raro), nitrato de calcio y sulfato de magnesio.
- q) No se aconseja instalar malla-sombra en el invernadero como medida de control de la temperatura, menos aún cuando las plantas son grandes y están compitiendo por luz.
- r) Suspenda toda aplicación de fertilizantes cuatro o cinco días antes del trasplante definitivo en el campo. Lleve fuera del invernadero las charolas con plantas dos o tres días antes del trasplante final, con el fin de acondicionarlas ("endurecerlas") al sol y el viento. Permita un ligero estrés por humedad, para inducir el engrosamiento de la cutícula.
- s) Riegue bien las charolas antes del trasplante. Asegúrese que el suelo haya sido humedecido antes del trasplante, y nuevamente regado inmediatamente después de plantar. Al transplantar, entierre las plantas hasta las hojas cotiledonares.



Foto: Siembra manual de orégano en charola. Gob. Edo.

13. FORZADO DE BULBOS

INTRODUCCIÓN

Los tulipanes, narcisos, jacintos y ranúnculos, entre otros, pueden ser comercializados como planta en maceta o como flor cortada. Es importante utilizar bulbos de buen tamaño, firmes y sanos. En el caso de los tulipanes y los ranúnculos es necesario un período de exposición al frío durante las primeras semanas.

OBJETIVOS

Producir flores de tulipanes, jacintos, narcisos y ranúnculos en maceta

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

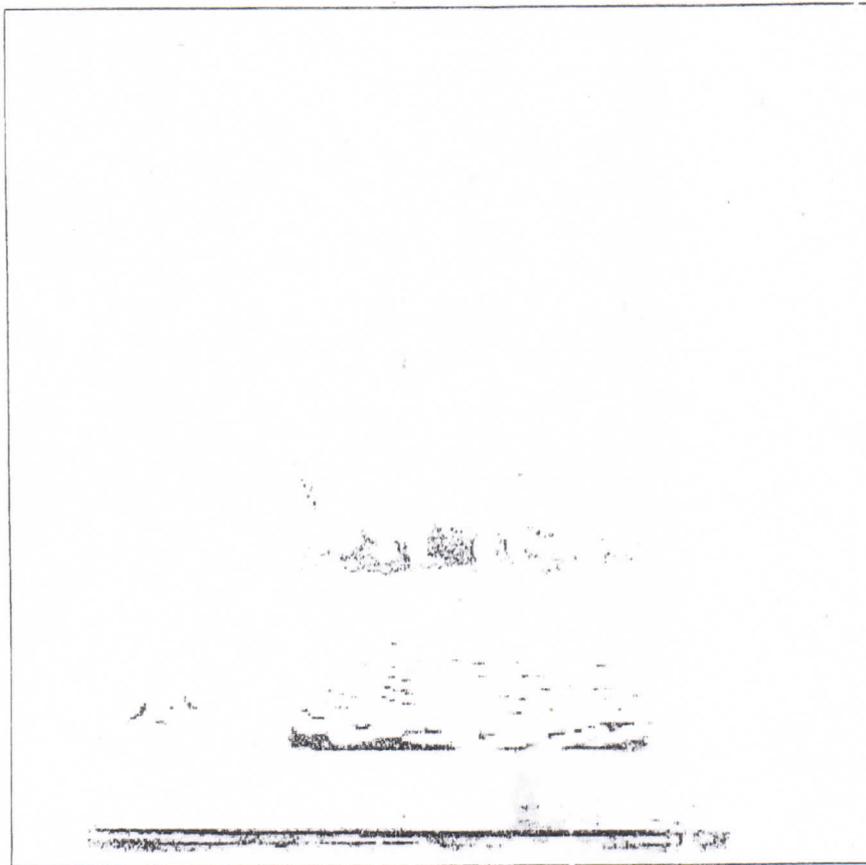
Sustrato Sunshine # 3
Perlita y Vermiculita
Macetas de 6" de diámetro
Bulbos de diferentes especies
Cuarto frío o refrigerador a alrededor de 7 grados C

Métodos

1. Mezcle sustrato comercial, perlita y vermiculita en proporciones 3:1:1 con la finalidad de mejorar aereación. Humedezca ligeramente y rellene las macetas. No compacte las macetas.
2. Practique una depresión y coloque 3-4 bulbos de una sola especie por maceta. Cubra de tal manera que la punta del bulbo quede a ras de la superficie.
3. Riegue las macetas con una solución conteniendo 200 ppm de N de un fertilizante tipo 20-10-20 u otro fertilizante con bajo contenido de amonio. Permita que drene el exceso de solución.
4. Coloque las macetas con bulbos de tulipán y de ranúnculo en el cuarto frío o en el refrigerador (9 C) durante 4 a seis semanas, de manera que produzcan abundante cantidad de raíces. Los jacintos y narcisos tienen menores requerimientos de frío y pueden estar a una temperatura ligeramente más alta durante un período de tiempo más corto. Durante el

período de incubación a baja temperatura, continúe regando y fertilizando periódicamente.

5. Extraiga las macetas del cuarto frío cuando se advierta el crecimiento del brote en la punta del bulbo. Lleve al invernadero y fertilice y riegue según necesidades. Suspnda fertilización una semana antes de retirar las macetas del invernadero para su venta o exhibición.
6. Cuando las flores se marchiten, continúe regando y fertilizando las plantas durante dos semanas. Luego retire gradualmente el agua y los fertilizantes para permitir la muerte del follaje. Al secarse el follaje, retire y almacene los bulbos en un lugar fresco.
7. Reporte sus observaciones



14. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (FVH)

INTRODUCCIÓN

La producción hidropónica de forraje tiene creciente aceptación en la región. En una pequeña superficie, y con técnicas sencillas, es posible producir forraje fresco complementario a la producción invernal. Los granos más utilizados son los de trigo, cebada y triticale

OBJETIVOS

Producir pequeñas cantidades de forraje verde hidropónico de trigo en estantes y charolas para alimentación del ganado lechero del establo de la FCAF.

MATERIALES Y METODOS

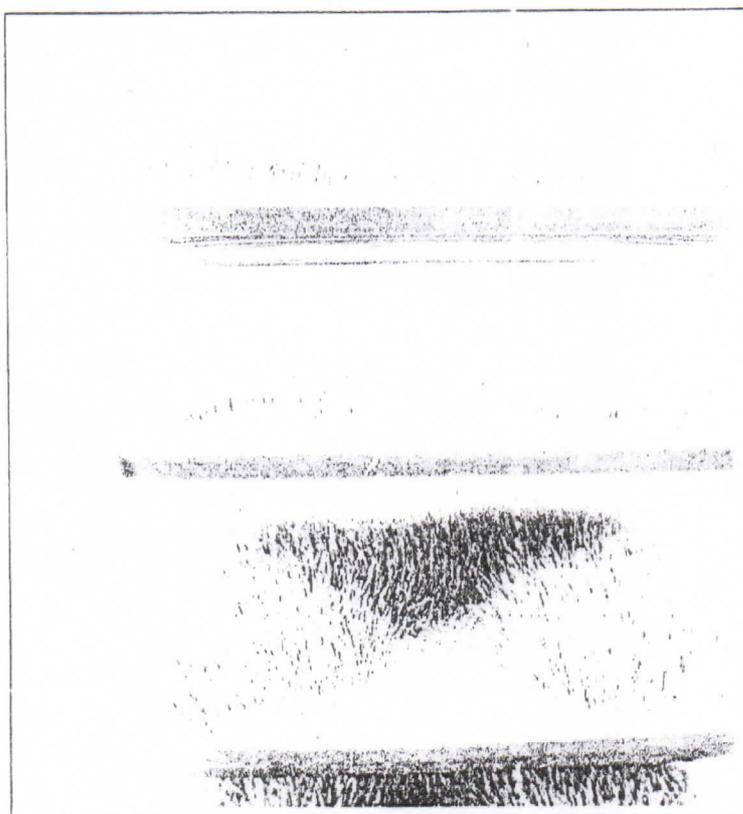
Materiales

Estantes con portacharolas a 30 cm de separación
Charolas para FVH
Bomba sumergible
Controlador programable
Grano de trigo
Hipoclorito de sodio (cloralex)
Fertilizantes complejos (20-18-20 o similar, nitrato de calcio y sulfato de magnesio)

Métodos

1. Lave y desinfecte los estantes, charolas y grano de trigo con una solución de 20 ppm de cloro.
2. Remoje el grano en agua durante 12 horas. Se pueden añadir trazas de sulfato de calcio al agua de remojo, con el fin de proteger las células del embrión.
3. Germine el grano en un saco húmedo durante 4 a 7 días, en un lugar fresco.
4. Al iniciar la emergencia de la radícula, extienda el equivalente de 0.8-1.0 Kg de grano seco en cada charola y cubra los estantes con un plástico oscuro.

5. Al iniciar la emergencia del coleóptilo, descubra los estantes e inicie el bombeo periódico de agua (cada hora), con trazas de un fertilizante complejo (0.3 gramos/litro). Para el bombeo de la solución utilice la bomba sumergible y el controlador.
6. Al iniciar el despliegue de las hojas, aumente la concentración de fertilizantes a 1.0 gramos/L de fertilizante complejo mas 0.3 g/L de nitrato de calcio y 0.1 g/L de sulfato de magnesio. Al iniciar cada día, rellene el depósito con solución fresca. El bombeo puede ser necesario durante cuatro a seis días.
7. Suspenda la fertilización (mas no el riego) 24 horas antes de la cosecha.
8. Registre el peso fresco del forraje producido por cada charola.
9. Elabore un reporte de media cuartilla con sus observaciones.



15. NIVELES DE BIÓXIDO DE CARBONO EN EL INVERNADERO

INTRODUCCIÓN

Un invernadero cerrado y expuesto a luz intensa no es muy común en las condiciones desérticas del Centro de Chihuahua. Normalmente, en cuanto la luz del sol se intensifica se hace necesario echar a andar los sistemas de ventilación. El desfase entre luz intensa y ventilación, sin embargo, es frecuente en climas más fríos, donde transcurre un tiempo considerable (una o más horas) entre el inicio de la exposición a la luz brillante del sol y el encendido de los extractores.

Dentro de un invernadero cerrado y expuesto a la luz, un cultivo denso –i.e., tomate– rápidamente disminuye los niveles de bióxido de carbono hasta niveles limitantes para el crecimiento del cultivo. Niveles inferiores a 250 ppm CO₂, limitantes para la producción pueden ser alcanzados rápidamente.

Nótese que la aplicación de CO₂ a un invernadero cuyos extractores o otros sistemas de ventilación se encuentran funcionando puede significar un desperdicio considerable de bióxido de carbono. El bióxido de carbono no es solamente un "fertilizante", sino también un contaminante. Cabe aclarar que algunos sistemas que inyectan bióxido de carbono a nivel del suelo operan eficientemente aun con sistemas de ventilación pasiva.

OBJETIVO

Monitorear el descenso en la concentración de bióxido de carbono en el aire dentro de un invernadero con cultivos densos, a partir de la salida del sol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Medidor de bióxido de carbono GasHound LI-800
Monitor de bióxido de carbono Telaire 7001
Termómetro digital
Medidor cuántico de luz LI-250

Métodos

1. Calibre e instale para su operación el medidor y el monitor de bióxido de carbono a nivel del follaje de las plantas, a la salida del sol y durante dos horas.

2. Mida intensidad luminosa y temperatura al menos tres veces durante el monitoreo de bióxido de carbono.
3. Descargue sus datos de bióxido de carbono a su computadora y, con ayuda de un programa de hoja de cálculo, elabore las gráficas correspondientes.
4. Realice una búsqueda bibliográfica sobre la respuesta al bióxido de carbono, luz y temperatura del cultivo estudiado.
5. Elabore un reporte de media cuartilla.

16. VISITA A INVERNADEROS COMERCIALES EN PRODUCCIÓN

Los invernaderos de esta y otras regiones ofrecen una amplia variedad de estructuras, cubiertas, sistemas de acondicionamiento del ambiente, cultivos y sistemas de manejo.

OBJETIVO

Realizar un análisis técnico y económico (general) de los sistemas de producción en invernadero

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Brújula
 Altimetro
 Carta Topográfica escala 1:50,000
 Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:1,000,000
 Registros climáticos de las áreas a visitar
 Cinta métrica
 Medidor de luz
 Monitor de bióxido de carbono

Métodos

1. Antes de la visita, obtenga los siguientes datos:
 - a). Altitud y características topográficas del sitio
 - b). Marcha anual de la temperatura media diaria y de la humedad relativa, y registros de eventos climáticos extremos: temperaturas mínima y máxima extremas, velocidad y dirección del viento.

2. Al efectuar la visita
 - c). Realice las siguientes mediciones:
 - coordenadas del sitio (con ayuda de la carta topográfica)
 - tipo de vegetación circundante
 - dimensiones del invernadero (largo, ancho, alto)
 - intensidad luminosa dentro y fuera del invernadero
 - niveles de bióxido de carbono al momento de la visita

 - d). Tome nota de las variables siguientes:
 - tipo de estructura (nave aislada, estructura modular)
 - forma de la(s) nave(s): capilla, sierra, etc. Adjuntar croquis.
 - materiales de la estructura (acero común, acero galvanizado, etc.) y de su ensamble

- materiales de la cubierta (vidrio, polietileno, etc.) y de su fijación a la estructura
- sistema de enfriamiento (superficie para ventilación natural; tipo y características de los nebulizadores; número y capacidad e los extractores, superficie y espesor de la pared húmeda; características de la bomba).
- sistema de calefacción: método (aire, suelo, planta), capacidad, fuente de energía.
- sistema de iluminación: ubicación, tipo y potencia de lámparas
- características del sistema de riego (método, emisores, inyectoros, frecuencia del riego)
- nutrición
- manejo general (genotipos, fertilización, podas)
- fitosanidad
- Previa disponibilidad del propietario/administrador del invernadero, solicite la siguiente información
 - *monto de la inversión inicial
 - *período de depreciación.
 - *costos de operación por metro cuadrado
 - *mano de obra requerida por hectárea o nave
 - *valor de las ventas por unidad de superficie.

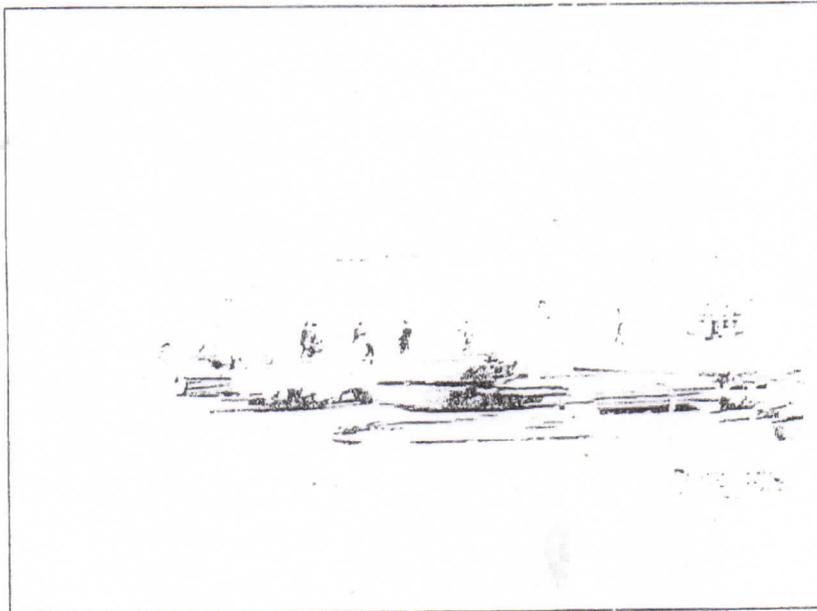


Foto: Invernaderos en construcción del Gobierno del Estado, carretera a Naica, Chih. 2001.

BIBLIOGRAFÍA

Ball, V. (editor). 1999. Ball Redbook. Ball Publishing, Batavia, Illinois

Benton J., J. 1997. Hydroponics: a practical guide to the soilless grower. St. Lucie Press, Boca Raton, FL.

Hickman, G.W. (1999?). Commercial greenhouse vegetable handbook. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21575. San Joaquín, CA.

Nelson, Paul V. 1991. Greenhouse operation and management. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Resh, H. 1992. Cultivos hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

NORMAS BASICAS PARA EL USO DE INVERNADEROS

1. Hacer la solicitud por escrito para uso de invernaderos (llenar el formato) y entregarlo al responsable de invernaderos.
2. No fumar, no introducir alimentos, ni material vegetativo sin autorización del responsable de invernaderos.
3. No introducir ni sacar material y equipo sin autorización del responsable de invernaderos.
4. No entrar con los zapatos sucios de lodo o material orgánico.
5. Cerrar la puerta al entrar y al salir del invernadero.
6. No mover los controles de ventilación y calefacción sin autorización del responsable de invernaderos.
7. Cuando se aplique algún agroquímico, utilizar equipo de aplicación recomendado (mascarilla, overol, botas y guantes) y pedir autorización al responsable.
8. Respetar los trabajos de otros usuarios (no regar, tocar y/o mover los materiales).
9. Informar al responsable del invernadero de cualquier desorden y/o alteración.

A las personas que no respeten estas normas mínimas, serán turnados a las autoridades para su sanción correspondiente. (H. Consejo Técnico).

NORMAS BASICAS PARA EL USO DEL ESTERILIZADOR DE SUELO

1. Despejar cualquier objeto del esterilizador. (mínimo un metro de retirado).
2. Limpiar el área del esterilizador.
3. Depositar el suelo dentro del esterilizador con el cuidado de no tirarlo alrededor.
4. Tapar el esterilizador con su respectiva tapa.
5. Conectar la clavija al tomacorriente (no traer las manos húmedas).
6. Verificar la temperatura del suelo con un termómetro después de 2 hrs.
7. Cuando termine el tiempo de esterilizado:
 - a) Desconectar la clavija.
 - b) Desalojar suelo.
 - c) Limpiar esterilizador y su respectiva área.
 - d) No dejar suelo disperso.

MANUAL DE OPERACIÓN DE LOS CALEFACTORES

1. Verificar si hay energía eléctrica
2. Verificar la existencia de combustible (gas) en el depósito.
3. Abrir la llave de paso (exterior) del depósito (regulador general).
4. Abrir la llave de paso (interior) al regulador del calefactor.
5. "Purgar" sacar el aire de la tubería. Quitar el tornillo (tapón) de la tubería antes de la entrada la regulador del calefactor.
6. Una vez purgado, se gira la perilla del regulador a "On".
7. Se pone el interruptor de energía eléctrica en "On".
8. Se presiona hacia abajo, hasta escuchar el encendido de la flama.
9. Se calibra la temperatura en el termostato, girando la perilla hasta la temperatura deseada.
10. Verificar si se apaga y se enciende automáticamente el calefactor a la temperatura deseada a través del termostato.
11. De no haber combustible suficiente para mínimo 24 hrs. no encender el equipo.

temperatura deseada

MANUAL DE OPERACIÓN DE LOS EXTRACTORES

1. Verificar que no tenga objetos extraños en las aspas de los extractores.
2. Verificar si hay energía eléctrica o bien que el interruptor este en posición correcta de encendido. (caja de controles)
3. Presionar el botón de color negro para encendido.
4. Presionar el botón de color rojo para apagado.
5. Poner seguro al apagar el extractor.

MANUAL DE OPERACIÓN DE LA "PARED HUMEDA"

1. Verificar si hay energía eléctrica.
2. Verificar que el "celdec", "fibra verde" u otro material que se use como pared húmeda, este en buenas condiciones (no saturada de sales, trozada, desprendida u otro).
3. Llenar el deposito de agua (deberá de estar impermeabilizado antes del llenado) y verificar fugas.
4. "Purgar" llenar de agua la tubería de cobre la "pichancha" a través del tornillo de llenado (cerca del motor eléctrico).
5. Verificar el interruptor de energía eléctrica en la caja de controles.
6. Encender el motor.
7. Verificar que se tenga un humedecimiento uniforme de la pared húmeda. De lo contrario corregirlo.
8. Encender los extractores. (ver manual de uso).

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA Y FITOPATOLOGÍA

- 1.- Esta prohibido comer, beber, fumar, almacenar alimentos, aplicarse cosméticos y cambiarse lentes de contacto en el área de trabajo. Los lentes de contacto solo deben de utilizarse cuando no puedan usarse otro tipo de lentes.
- 2.- Esta prohibido pipetear con la boca sin protección del orificio de salida de la misma.
- 3.- Debe lavarse las manos al finalizar el trabajo de laboratorio y cada vez que se sospeche contacto con material contaminado.
- 4.- Debe trabajarse de manera tal de minimizar la creación de aerosoles.
- 5.- Siempre debe usarse bata de laboratorio y esta debe estar abrochada.
- 6.- El pelo largo debe llevarse siempre recogido.
- 7.- Debe usarse lentes de seguridad; cuando sea necesario proteger la cara de salpicaduras, sustancias corrosivas, luz UV y otras radiaciones.
- 9.- Todo material contaminante debe descontaminarse antes de desecharse.
- 10.- Las superficies de trabajo deben limpiarse y descontaminarse con desinfectantes adecuados al final del trabajo y en caso de haberse volcado material contaminado.
- 11.- Todos los accidentes o derrames de material deben ser comunicados al docente encargado del grupo.

“LA SEGURIDAD LA HACEMOS TODOS”