



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
ASENTAMIENTO UNIVERSITARIO SAN MARTÍN DE LOS ANDES

CARRERA: TECNICATURA UNIVERSITARIA EN ESPACIOS VERDES
AREA: TECNOLOGÍAS APLICADAS

PRACTICA LABORAL:
PROYECTO DE INVERNÁCULO COMPACTO
DECORATIVO DE JARDÍN PARA ORNAMENTALES Y
PEQUEÑA HUERTA ORGÁNICA

ALUMNO: Alberto Mattenet (N° de Alumno: 0349)

TUTOR RESPONSABLE: Arq. Javier Ezcurra

COLABORACIONES: Ing. Agr. Anibal Caminiti

CONTENIDO

RESUMEN	7
1 INTRODUCCIÓN	8
1.1 LOS CULTIVOS BAJO CUBIERTA.....	8
1.1.1 DEFINICIÓN	8
1.1.2 VENTAJAS.....	8
1.2 LOS INVERNÁCULOS DOMÉSTICOS.....	8
1.2.1 USOS	8
1.2.2 JUSTIFICACIÓN.....	9
2 PAUTAS Y PREMISAS	10
3 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS.....	10
3.1 ASPECTO	10
3.2 TAMAÑO.....	11
3.3 ESTRUCTURA.....	11
3.4 CUBIERTA.....	11
3.5 CALEFACCIÓN.....	11
3.5.1 TEMPERATURAS DE DISEÑO MÍNIMA DEL AMBIENTE INTERIOR:.....	12
3.5.2 TEMPERATURA DE DISEÑO DEL SUSTRATO.....	13
3.6 VENTILACIÓN	13
3.6.1 VENTILACIÓN NATURAL.....	14
3.6.2 VENTILACIÓN FORZADA.....	15
3.6.3 REFRIGERACIÓN.....	15
3.7 RIEGO, NIVEL DE HUMEDAD DEL SUSTRATO Y HRA DEL AMBIENTE	15
3.7.1 HUMEDAD DEL SUSTRATO Y DE LA PARTE AÉREA	15
3.7.2 PORCENTAJE RELATIVO DE HUMEDAD DEL AMBIENTE (HRA)	15
3.8 ILUMINACIÓN ARTIFICIAL	16
3.8.1 ILUMINACIÓN INTERIOR PARA COMPLEMENTAR LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA	16
3.8.2 ILUMINACIÓN INTERIOR PARA LABORES CULTURALES.....	16
3.8.3 ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	16

3.9	REQUERIMIENTOS DE CONTROL DE LOS PARÁMETROS VITALES	16
3.9.1	Características del ambiente interior	17
3.9.2	Características del sustrato	17
3.9.3	Características de la ventilación	17
3.9.4	Características de la iluminación fotosintética	17
3.10	MANEJO	17
4	PROYECTO FINAL	18
4.1	CUBIERTA	19
4.2	ESTRUCTURA	19
4.3	SISTEMA DE CALEFACCIÓN	22
4.3.1	CAPACIDAD DE LA CALDERA	22
4.3.2	CIRCUITOS DE CALEFACCIÓN	23
4.4	SISTEMA DE VENTILACIÓN	23
4.4.1	VENTILACIÓN NATURAL	23
4.4.2	VENTILACIÓN FORZADA	24
4.5	SISTEMAS DE RIEGO	25
4.6	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	26
4.6.1	ILUMINACIÓN INTERIOR PARA COMPLEMENTAR LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA	26
4.6.2	ILUMINACIÓN INTERIOR PARA LABORES CULTURALES NOCTURNAS	28
4.6.3	ILUMINACIÓN EXTERIOR PARA ACCESO NOCTURNO	29
5	MANEJO	30
5.1	CONSIDERACIONES DE MANEJO DEL CLIMA INTERIOR	30
5.1.1	CONSIDERACIONES DE TEMPERATURA Y LOS LÍMITES LETALES PARA LAS PLANTAS	30
5.1.2	CONSIDERACIONES DE HUMEDAD AMBIENTAL (HRA) Y LOS RIESGOS FITOSANITARIOS ASOCIADOS	31
5.1.3	RELACIÓN ÓPTIMA ENTRE LA TEMPERATURA Y LA HRA	31
5.2	EJEMPLO DE PROCEDIMIENTO DE REGULACIÓN DEL CLIMA INTERIOR	32
5.2.1	MANEJO EN INVIERNO:	33
5.2.2	MANEJO EN VERANO:	33

5.3	VARIANTES DE MANEJO	34
5.3.1	MANUAL LOCAL CON ATENCIÓN EN EL MISMO INVERNÁCULO	34
5.3.2	MANUAL, CON ATENCIÓN REMOTA CERCANA, DESDE EL HOGAR O LOCAL ALEDAÑO	38
5.3.3	AUTOMÁTICO.....	39
5.4	DETALLES DE INTERCONEXIÓN DE SEÑALES DE MANEJO Y SUPERVISIÓN REMOTA.....	44
5.5	CONCLUSIONES FINALES.....	45
6	ANEXOS	47
7	BIBLIOGRAFÍA	102

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Mejora en la distribución de temperaturas utilizando calefacción en la zona inferior (Bonilla, 2019).....	12
Ilustración 2. Vista general de la estructura de madera	20
Ilustración 3. Detalle de los pórticos de la estructura cubierta.....	21
Ilustración 4. Despiece de los herrajes de pórticos	21
Ilustración 5. Despiece de elementos de la base	22
Ilustración 6. Vista de la base de madera armada con anclajes y pilotes de fijación	22
Ilustración 7. Vista exterior con cubierta y ventilas cerradas.....	24
Ilustración 8. Vista exterior con cubierta y ventilas abiertas	24
Ilustración 9. Vista de la ubicación de los forzadores de ventilación	25
Ilustración 10. Vista con detalle de controles y regadores	26
Ilustración 11. Vista del Iluminador, espectro y diagrama de irradiación del conjunto de LED's blancos y rojos	27
Ilustración 12. Calculador de cantidad de unidades Zeus 600 a utilizar	28
Ilustración 13. Tubo LED de 18 W.....	28
Ilustración 14. Distribución de luminarias de acceso exterior	29
Ilustración 15. Medidas y características de la estaca solar para iluminar canchales y caminos	29
Ilustración 16. Vista detalle de zona del tablero, controles y regadores.....	30
Ilustración 17. TE: Termostato electrónico controlador de calefacción asegura la temperatura mínima nocturna.	34
Ilustración 18. TA: Termostato analógico controlador de soplador de ventilación forzada, se encarga de disparar la refrigeración.	35
Ilustración 19. Medidor portátil 3440 de Temperatura, HRA y nivel de CO2, para el control del ambiente.	35
Ilustración 20. Medidor portátil de humedad del sustrato TDR-150, enterrando las puntas se toma una muestra y mide la disponibilidad de agua.....	35
Ilustración 21. Interruptor fijo programable DT 1, ocupa 2 módulos DIN del Tablero de Control Eléctrico.....	35
Ilustración 22. Medidor fijo TP 357 Thermo Pro de TEMPERATURA Y HRA con monitoreo remoto a través del SmartPhone vía bluetooth, alcance Bluetooth de hasta 80 metros.....	39

Ilustración 23. Interruptor programable inteligente WIFI, en un módulo DIN....	39
Ilustración 24. TE: Termostato electrónico controlador de calefacción asegura la temperatura mínima nocturna.	39
Ilustración 25. TA: Termostato analógico controlador de soplador de ventilación forzada.	40
Ilustración 26. TD : Termostato digital controlador de temperatura óptima de crecimiento, maneja la calefacción diurna y dispara la ventilación natural.....	40
Ilustración 27.CH : Controlador de humedad ambiental HRA	40
Ilustración 28. CR: Computadora de Riego con su interfaz al sensor de humedad	40
Ilustración 29. SH: Sensor de humedad del sustrato	41
Ilustración 30. SV, Sensor de Viento	41
Ilustración 31. SR: Sensor de ambiente WI FI permite la verificación remota de parámetros vitales en el cultivo	41

Índice de Tablas

Tabla 1: Temperaturas de cultivo de algunas especies hortícolas	12
Tabla 2: Valores adecuados de temperatura y humedad para el cultivo en invernadero (Tesi, 2001)	13
Tabla 3: Rango de variación de T y HRA que determina la transpiración de la planta (Bribiesca, 2020).	32

RESUMEN

Cada día es más fuerte el interés por la alimentación sana, el acercamiento a la vida natural y la mejora de nuestro entorno vía la forestación de áreas urbanas o rurales contribuyendo así con la recuperación de nuestro medio ambiente.

La huerta doméstica nos permite obtener hortalizas orgánicas en la casa para consumo directo evitando transporte, la manipulación y la contaminación. También nos permite producir plántulas a través de la siembra o reproducción por esquejes, para luego establecer huertos, jardines o realizar reforestaciones.

Existen instituciones estatales que respaldan este desarrollo a través de programas específicos, así como numerosos entornos educativos que brindan una enseñanza de alta calidad y difusión de las técnicas aplicables. Todo este apoyo es importante y debe ser muy considerado, pero no es suficiente, y este modesto trabajo pretende ser una contribución adicional. (01 INTA Díaz D, 2008) (02 INTA Marochi J, 2010) (Manual del Vivero, 2017)

En términos prácticos, una estructura que proteja las plantas y las resguarde del clima exterior para favorecer su crecimiento puede parecer fácil de construir. Todo funciona bien hasta que, en un hermoso día soleado, descuidamos, por ejemplo, la ventilación y el espacio interior cerrado se vuelve perjudicial para las plantas, lo que resulta en la pérdida de todo el trabajo realizado durante meses. ¿Qué salió mal? Simplemente, como seres humanos imperfectos, tenemos dificultades para mantener la atención constante a lo largo de un período prolongado sin cometer errores. De ahí la importancia de automatizar aspectos vitales y así asegurar la supervivencia.

En resumen, es necesario dotar a nuestro invernáculo de un cierto nivel de inteligencia para manejar parámetros vitales como: el riego adecuado para evitar la deshidratación o el ahogamiento por exceso de agua, la temperatura y la humedad escasas o excesivas para evitar sobrepasar límites tolerables, entre otros.

Este control de los parámetros vitales debe mantenerse de manera constante y sin excepciones a lo largo de todo el año.

El objetivo aquí es construir una estructura confiable y sólida para uso doméstico o profesional, a pequeña o mediana escala, adaptada a las condiciones climáticas esperadas en la Patagonia Argentina.

Se incluye una breve introducción al tema de los invernaderos de tamaño reducido, comúnmente conocidos como invernáculos, ya en la sección 2 se definen las pautas constructivas y en la sección 3, se presenta un pre proyecto con el proceso de selección de los materiales considerados óptimos.

En la sección 4, se realiza el proyecto final seleccionando los elementos estructurales y los sistemas adecuados para equipar el invernáculo, en la 5 se trata el problema de fondo, el manejo constante de los parámetros vitales, manteniendo la sanidad dentro del ambiente protegido, junto con los ajustes

recomendables para lograr el crecimiento óptimo. Se proponen tres niveles de manejo con creciente automatización, que implican una mayor complejidad en el control ambiental de los parámetros vitales. Estos niveles se definen en función de la capacidad de atención in situ disponible para el invernáculo.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 LOS CULTIVOS BAJO CUBIERTA

1.1.1 DEFINICIÓN

El invernadero es una estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo óptimo de plantas fuera de estación.

Las palabras invernadero e invernáculo se usan como sinónimos, pero la segunda se aplica más apropiadamente a estructuras pequeñas.

1.1.2 VENTAJAS

Permite el desarrollo de las plantas en condiciones óptimas, protegiéndolas del clima exterior.

Mejora las condiciones de cultivo mediante sistemas de control climático.

Minimiza los daños causados por fenómenos naturales y cambios climáticos.

Permite suministrar a las plantas los elementos necesarios durante cada etapa de su desarrollo, optimizando el uso de fertilizantes.

Los sistemas de riego empleados en los invernaderos permiten un uso eficiente del agua.

Facilita el control de plagas, enfermedades y malezas al limitar su acceso al cultivo.

Permite la producción durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas, mediante calefacción en invierno y ventilación y enfriamiento en verano.

Cultivar durante todo el año permite obtener productos fuera de temporada y de mayor calidad.

1.2 LOS INVERNÁCULOS DOMÉSTICOS

1.2.1 USOS

Los invernáculos domésticos se utilizan principalmente para:

- Producción de plántulas a partir de la siembra y germinación o mediante esquejes.

- Huerta orgánica de hortalizas, desde verduras de hoja hasta tomates y leguminosas. (INTA Iglesias)
- Reproducción de plantas ornamentales y forestales, desde las nativas, nativas endémicas hasta las exóticas delicadas. (05 INTA Huentú M, 2021)

Para cada caso, existen condiciones ambientales mínimas que permiten la supervivencia y reproducción de estas plantas.

Dependiendo de la especie y la etapa fenológica, se requieren condiciones óptimas de crecimiento que deben ser controladas dentro de un ambiente protegido. Esto es especialmente importante cuando se trata de especies que no pueden sobrevivir fuera de sus entornos naturales.

Como ejemplos típicos se tiene el caso de la huerta de invierno, se requiere la producción previa de plántulas, en muchos casos mantener la temperatura del sustrato alrededor de los 20 °C permite optimizar el crecimiento. En el caso de la verdura de hoja como la lechuga, se requiere evitar que la temperatura caiga por debajo de los 5 °C para mantener la producción, lo mismo ocurre con los tomates, donde es necesario evitar temperaturas caigan muy por debajo de los 20 °C. En el invernáculo pueden coexistir ambas funciones, generación de plantines y huerta de producción, en ese caso se puede aislar la zona de plántulas del área de la huerta general, utilizando una mesa especial que las proteja y las acondicione adecuadamente. Otra posibilidad que aparece como opción cuando el clima lo permite, es operar el invernáculo combinándolo con la huerta de producción al aire libre.

1.2.2 JUSTIFICACIÓN

Al realizar un relevamiento de la información de mercado, se observa que existen invernáculos disponibles en distintos tamaños, desde grandes estructuras destinadas a la producción masiva hasta unidades más pequeñas diseñadas para uso casero. También se encuentran invernáculos con diseños arquitectónicos adaptados a aplicaciones específicas. Sin embargo, se ha identificado un vacío cuando se requiere de una estructura mediana a chica que cumpla con ser decorativa, a la vez tenga altas prestaciones térmicas y lumínicas, sumadas a las opciones de manejo, controles e inteligencia propias de los sistemas profesionales.

Considerando este nicho no específicamente cubierto por la oferta actual y la posibilidad de ampliar el mercado más allá de la zona patagónica, se han definido las características de un invernáculo de alto rendimiento apto para uso profesional de pequeña a mediana escala, con una estética cuidada y la funcionalidad necesaria y requerida por los usuarios domésticos de todo tipo, considerados como el público objetivo.

2 PAUTAS Y PREMISAS

Las pautas y premisas que se establecen para el proyecto del invernáculo son las siguientes:

Aspecto llamativo: El invernáculo debe tener un diseño destacado y sea considerado como un centro focal en parques o jardines de tamaño adecuado para espacios pequeños a medianos.

Prestaciones excelentes: El invernáculo debe ofrecer prestaciones de calidad para la reproducción de plantas, la huerta orgánica y el cultivo de ornamentales. Debe proporcionar el entorno adecuado para el crecimiento óptimo de las plantas en cada una de estas áreas. (05 INTA Huentú M, 2021), (01 INTA Díaz D, 2008), (02 INTA Marochi J, 2010),

Requerimientos exigentes: El invernáculo debe cumplir con requisitos precisos en términos de temperatura, HRA-riego, ventilación e iluminación. Estos parámetros deben ser controlados y ajustados de manera eficiente para garantizar las condiciones ideales para el desarrollo de las plantas.

Manejo manual o automatizado: El invernáculo debe adaptarse a las necesidades del usuario, ofreciendo opciones tanto de manejo manual como automatizado. Debe permitir el control de la temperatura, el riego, la ventilación y la iluminación, ya sea de forma manual o mediante sistemas automatizados. (INTA GeaPaulo, 2020) (Pujante, 2002)

Costo acotado y geometría sólida: El invernáculo debe ser asequible en términos de costos y estar construido con una geometría sólida y duradera. Se utilizarán materiales disponibles localmente para la estructura, así como equipos eléctricos y electrónicos de medición y control, sensores, interruptores, etc. Se priorizará el uso de productos nacionales o con representación local para mantener los costos bajo control.

3 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

3.1 ASPECTO

El invernáculo tendrá un aspecto llamativo para convertirse en la estructura decorativa para ello se seleccionará una forma tipo cúpula semitransparente que permita la visualización de las plantas desde el exterior, en contraste con el paisaje circundante. El techo tendrá una forma redondeada en el vértice superior y en el encuentro con las partes laterales verticales planas, y estará cubierto con un material traslúcido que ofrezca tanto aislamiento térmico como luminosidad. La construcción utilizará pórticos, parantes y refuerzos de hierro y madera sólida, con líneas suaves y armoniosas, buscando un estilo similar al de una casa de montaña. Los colores utilizados resaltarán la estética y

luminosidad del invernáculo, en combinación con el contenido de plantas y el paisaje circundante.

3.2 TAMAÑO

El invernáculo tendrá un tamaño medio de aproximadamente seis metros de largo por cuatro metros de ancho. Contará con una puerta de acceso amplia de dos hojas y una altura máxima de tres metros. La distribución interna será flexible, pero incluirá dos canteros bajos para la huerta y un área especial para la reproducción de plantines. Para evaluar la inercia térmica del invernáculo, se verificará el volumen encerrado dentro de la superficie cubierta, siguiendo las recomendaciones para este tipo de estructuras.

3.3 ESTRUCTURA

La estructura del invernáculo estará diseñada para preservar el ambiente interior en condiciones climáticas extremas, como el invierno y el verano, teniendo en cuenta factores como la lluvia, la nieve y las ráfagas de viento de hasta 90 Km/h, así como los niveles de insolación en verano. La cobertura se realizará con materiales que combinen rigidez, aislamiento térmico y transparencia lumínica, asegurando la captación de energía solar disponible. Para el invierno, se implementará un sistema de calefacción del ambiente y sustrato mediante agua caliente, utilizando energía eléctrica como opción principal y gas como alternativa según la disponibilidad del lugar. Para lidiar con la radiación solar excesiva en verano, el invernáculo contará con amplias aperturas cenitales y laterales para una ventilación natural eficiente, además de un sistema de ventilación forzada mediante sopladores cuando la ventilación natural no sea suficiente. Las fijaciones y bases de anclaje serán sólidas para soportar vientos fuertes. (FAOCap3, 2002)

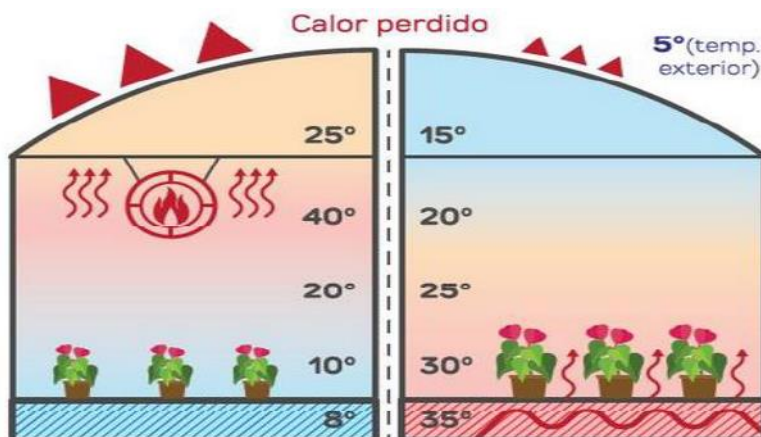
3.4 CUBIERTA

Se estudiarán distintos materiales de cubierta que posean buenas características térmicas, lumínicas, resistencia a golpes, viento e intemperie, bajo peso para reducir las exigencias sobre la estructura, facilidad de transporte y una vida útil superior a 10 años. Se considerará el uso de un material semitransparente flexible y resistente, suministrado en forma de planchas grandes y enrollables. (FAOCap4, 2002)

3.5 CALEFACCIÓN

El sistema de calefacción deberá ser capaz de mantener un buen ritmo de actividad vegetativa durante el invierno o en condiciones de bajas temperaturas exteriores. Se priorizará el uso de energía eléctrica como fuente de alimentación, teniendo en cuenta la disponibilidad específica del sitio analizado. Se utilizará un sistema de agua caliente conducida por mangueras para mantener calefaccionado tanto el sustrato como el ambiente del invernáculo.

Este sistema permitirá la compatibilidad con otras fuentes de energía alternativas, como pre calentadores que utilicen energía solar, contribuyendo a la reducción de pérdidas de calor del invernáculo.



Fuente: Ramos y Lozano (2007)

Ilustración 1. Mejora en la distribución de temperaturas utilizando calefacción en la zona inferior (Bonilla O. , 2019)

3.5.1 TEMPERATURAS DE DISEÑO MÍNIMA DEL AMBIENTE INTERIOR:

Respecto de la temperatura de diseño (**T_{mín. int.}**) se presenta una tabla con las temperaturas óptimas de algunas especies hortícolas comunes:

Especie	Temp. mínima letal	Temp. mínima biológica	Temp. óptima		Temp. máxima biológica
			Noche	Día	
Tomate	(-2) a 0	8-10	13-16	22-26	26-30
Pepino	0	10-13	18-20	24-28	28-32
Melón	0	12-14	18-21	24-30	30-34
Judía	0	10-14	16-18	21-28	28-35
Pimiento	(-2) a 0	10-12	16-18	22-28	28-32
Berenjena	(-2) a 0	9-10	15-18	22-26	30-32

Tabla 1: Temperaturas de cultivo de algunas especies hortícolas

Información del Boletín de Divulgación Técnica N° 49 Producción de hortalizas bajo cubierta. (INTA Iglesias)

Se adoptará como temperatura mínima interior de diseño 12° C, de manera de permitir el cultivo de una amplia selección de especies (Ti mín. por encima de la mínima biológica o de crecimiento nulo) y de esta manera habilitar el cultivo general durante todo el año con sólo algunas restricciones menores como son el caso del melón y la judía, donde el crecimiento quedará detenido durante algunos días muy fríos, pero bien a salvo de las temperaturas mínimas letales.

El objetivo a cumplir será entonces mantener la temperatura mínima óptima de crecimiento o dado el caso evitar llegar a la mínima biológica durante las noches invernales más frías.

Atento a los posibles efectos del cambio climático se tomará como base para el cálculo el registro térmico 2021 y 2022 del Aeropuerto CPC ubicado en la zona de estepa patagónica. Las mínimas absolutas registradas de los peores días fríos de los dos últimos años llegaron a los 11 grados bajo cero, por lo que para el cálculo térmico se adoptará como temperatura mínima exterior (T ext. mín.) dichos - 11° C.

3.5.2 TEMPERATURA DE DISEÑO DEL SUSTRATO

Especie	Temperatura óptima del sustrato	CO ₂ (ppm)	Humedad relativa (%)
Tomate	15-20	1000-2000	55-60
Pepino	20-21	1000-3000	70-90
Melón	20-22	-	60-80
Judía	15-20	-	-
Pimiento	15-20	-	65-70
Berenjena	15-20	-	65-70

Tabla 2: Valores adecuados de temperatura y humedad para el cultivo en invernadero (Tesi, 2001)

Siguiendo la recomendación de tabla de Tesi, se adoptará como temperatura máxima de diseño de la calefacción del sustrato 25 ° C y además se permitirá la regulación hacia abajo según el requerimiento o la especie específica. (Bonilla O. , 2019)

3.6 VENTILACIÓN

Un correcto movimiento de aire influye positivamente en el buen desarrollo de la planta y es uno de los factores más importantes que debemos tomar en cuenta, ya que se encarga de renovar el aire, regular la temperatura y la humedad del ambiente, además ayuda a mantener los niveles de CO₂ y eventualmente permite polinizar los cultivos para que las plantas se puedan desarrollar adecuadamente.

En verano por lo general durante el día la temperatura ambiental en el interior de un invernadero suele ser más elevada que la temperatura en el exterior.

Al contar con ventilas en el invernadero podemos hacer que el aire frío entre y el aire caliente salga para que la temperatura del invernadero descienda hasta hacerse aproximada a la temperatura exterior típicamente más baja.

(Ver. ANEXO C1 VERIFICACION DE LA RELACION DE VENTILACION E INERCIA TERMICA)

Las ventilas o ventanas cenitales junto con las laterales más bajas, son muy importantes para reducir la temperatura, ya que funcionan incluso en ausencia de viento. Esto es porque el aire caliente tiende a subir y las cenitales superiores permiten el paso del aire caliente hacia afuera forzando al aire frío a entrar por las laterales inferiores, a esto se le denomina "efecto chimenea". (Manual del Vivero, 2017)

En función del número de veces que se intercambie el aire del invernadero con el aire exterior (renovaciones) la temperatura interior se aproximará más a la temperatura exterior. Se estima que para tener una temperatura similar dentro y fuera de invernadero se necesitan renovar cada hora todo el volumen de aire del invernáculo más de 40 veces.

Alcanzar ese valor dependerá de la superficie de ventilación que tenga el invernadero, del tipo de ventana, de la presencia o no de mallas antiáfidos en las ventanas, y fundamentalmente de la velocidad de viento exterior y factores como la geometría misma del invernáculo.

La ventilación en verano será crucial para mantener limitada la temperatura máxima interna evacuando el exceso de calor, **el objetivo será evitar que sobrepase la temperatura máxima letal** y a la vez controlará el nivel de humedad relativa ambiente HRA que tenderá a bajar con el aumento de la temperatura o a incrementarse cuando la temperatura descienda.

La temperatura máxima del ambiente interior será definida por los requerimientos del tipo de cultivo y en caso de sobrepasarse deberá existir una forma de enfriamiento o refrigeración para controlarla.

3.6.1 VENTILACIÓN NATURAL

El invernáculo se equipará con aperturas de ventilación o ventilas, que permitan un eficiente intercambio natural del aire entre el interior y el exterior del mismo.

Las ventilas cenitales y laterales estarán equipadas con accionamientos de apertura y cierre asistidos eléctricamente, estos se accionarán según el requerimiento durante el verano o cuando el ambiente lo necesite.

Un sistema de accionamiento eléctrico activará la apertura o el cierre de las mismas en base la temperatura límite medida en la zona cenital del invernáculo.

Para el dimensionado de las ventilas se seguirá la recomendación del INTA respecto de la relación entre superficies de ventilación natural y suelo del invernadero que deberá quedar por encima del 25 %.

3.6.2 VENTILACIÓN FORZADA

Será utilizada en situaciones donde se requiera un nivel de ventilación más alto del que brinda la ventilación natural de manera de asegurar y complementar el recambio de aire entre el ambiente interior y el exterior.

La ventilación forzada consistirá en la instalación de equipos impulsores o extractores de aire que serán capaces de manejar grandes caudales de aire a bajas velocidades, forzando el ingreso del aire exterior más frío y/o más seco.

Típicamente serán capaces de renovar completamente el aire contenido del invernadero entre 40 y 60 veces por hora.

El objetivo será lograr una renovación completa N del volumen de aire interior de al menos 40 veces por hora.

3.6.3 REFRIGERACIÓN

En casos excepcionales de muy alta radiación solar y temperaturas exteriores extremas deberá recurrirse a la refrigeración del ambiente interior mediante el uso de la niebla generada por los micro-aspersores del sistema de riego. Estos operarán en forma conjunta con la ventilación permitirán la extracción del calor del ambiente capturado por las micro-gotas de niebla y tendrán la tarea de mantener la temperatura interna por debajo de la temperatura máxima crítica.

3.7 RIEGO, NIVEL DE HUMEDAD DEL SUSTRATO Y HRA DEL AMBIENTE

El nivel de humedad del sustrato y el porcentaje relativo de humedad del ambiente (HRA) deberá ser medido y regulado constantemente.

3.7.1 HUMEDAD DEL SUSTRATO Y DE LA PARTE AÉREA

Se seleccionará un sistema por goteo para el riego del sustrato y por micro-aspersores para humectar el ambiente y la parte aérea de manera de permitir ajustes individuales sectorizados según las necesidades de cada especie y ciclo fenológico.

3.7.2 PORCENTAJE RELATIVO DE HUMEDAD DEL AMBIENTE (HRA)

En el medioambiente exterior existen variaciones importantes del HRA, en general en nuestra zona, en línea con la variabilidad del clima, oscila entre valores amplios, pero es especialmente bajo en el período seco del verano.

En el interior del invernáculo, el porcentaje es muy bajo cuando hace mucho calor, por lo que corresponde corregir con riego evitando que las plantas se deshidraten. Pero si llega a valores muy altos por encima del 90 % se

favorecerá el desarrollo de enfermedades dentro del recinto protegido, además se reducirá a casi cero sus posibilidades de transpiración afectándose el crecimiento de las mismas.

Internamente los niveles de HRA serán los requeridos para el crecimiento óptimo dentro del invernáculo que típicamente rondarán entre el 50 % y el 90 % estos niveles deberán ser medidos y controlados permanentemente por medio de la ventilación en caso de requerirse reducirlos y mediante el riego si hace falta aumentarlos.

El nivel HRA deberá poder ser ajustado constantemente ya que varía durante el transcurso del día dependiendo fundamentalmente de la temperatura interior, según el riego y el nivel de luz, la especie y su ciclo fenológico. (Bribiesca, 2020) (Tabla de déficit de presión de vapor óptima en función de la etapa fenológica del cultivo DVP)

3.8 ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Para cumplir con el requisito de iluminación artificial la fuente primaria de energía será la línea eléctrica local o domiciliaria, pero opcionalmente se deberá explorar el uso de luces alimentadas por energía solar como alternativa renovable

3.8.1 ILUMINACIÓN INTERIOR PARA COMPLEMENTAR LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA

Según la especie y su requerimiento, un control automático de luces se encargará de encender iluminadores en horas de la mañana o la tarde de manera de permitir prolongar artificialmente el período de horas de luz, se deberá considerar la inclusión de iluminadores especiales LED de espectro completo y adecuado para cambiar o prolongar en forma flexible el foto-período según el requerimiento de la especie cultivada.

Se iluminará una superficie de cantero acotada de alrededor de 3,5 m x 2 m.

3.8.2 ILUMINACIÓN INTERIOR PARA LABORES CULTURALES

Además de la iluminación, para el desarrollo fotosintético el interior se equipará con una iluminación artificial adecuada para el eventual trabajo nocturno o con escasa iluminación exterior.

3.8.3 ILUMINACIÓN EXTERIOR

Se creará un acceso seguro e iluminado que permita el acceso nocturno.

3.9 REQUERIMIENTOS DE CONTROL DE LOS PARÁMETROS VITALES

Respecto de los equipos eléctricos y electrónicos de medición y control, sensores, interruptores, etc., se adoptará un criterio mencionado en las

premisas y pautas del proyecto: productos asequibles en el país, nacionales o importados con representación local.

Las características principales a controlar respecto del interior del invernadero serán las mencionadas a continuación.

3.9.1 Características del ambiente interior

Temperatura:

Temperatura interior mínima 12°C, controlada por la calefacción.

Temperatura interior máxima limitada a alrededor de los 30 °C, por la operación de la ventilación y la refrigeración generada por niebla proveniente de los micro-aspersores.

Humedad relativa ambiente:

HRA mínima adecuada para cada cultivo, controlada con riego de los micro-aspersores.

HRA máxima 90 %, controlada con el accionamiento de la ventilación.

Humedad de la parte aérea, controlada por el riego de micro-aspersores variando los períodos de activación.

Concentración del CO₂ ambiental mínima menor a 370 ppm, controlada vía la ventilación.

3.9.2 Características del sustrato

Humedad del Sustrato: controlada ajustando los períodos de activación del riego por goteo de cada almácigo.

Temperatura del sustrato: controlada ajustando los períodos de activación del flujo agua de calefacción de cada almácigo.

3.9.3 Características de la ventilación

Natural: vía la apertura y cierre motorizado de ventilas.

Forzada: vía dos sopladores interiores con control on/off, operación de uno o dos sopladores y flujo según la dirección del viento predominante EO/OE.

3.9.4 Características de la iluminación fotosintética

Iluminación artificial complementaria para aumentar la actividad fotosintética, controlada vía el período de activación.

(CátedradeJrdinería1), (CátedradeJardinería2), (CátedradeJardinería3)

3.10 MANEJO

Se dispondrá de las siguientes posibilidades de manejo:

- Manual con atención local y supervisión desde el mismo Invernáculo.

- Manual, con atención local y supervisión remota cercana, desde el hogar aledaño o local.
- Automático control ambiental con supervisión remota lejana y atención local reducida.

Cuando se trabaja en forma remota el control del clima interior deberá incluir la opción de operación local.

En ese caso los controles, sensores de medición y funciones de manejo disponibles deberán permitir al usuario especialista cumplir localmente con los más estrictos requerimientos de clima interior, utilizando las posibilidades de manejo manual ajustables según la especie.

En el caso de un usuario posea escasa capacidad de asistencia o experiencia limitada tendrá la posibilidad de optar por la operación más automatizada, previamente ajustada según el requerimiento de las especies que están siendo cultivadas.

Nota 1:

En la implementación final se deberá poner especial énfasis en asegurar que los parámetros vitales letales nunca sean excedidos, queda claro que, aunque todos los sistemas de control funcionen correctamente, la atención automática sin supervisión alguna, tiene sus limitaciones.

Nota 2:

Aunque el objetivo primario se centrará en el acondicionamiento climático para las plantas, para el desarrollo de las actividades del personal que opera dentro del invernadero deberá lograrse un ambiente que facilite las operaciones teniendo en cuenta un amplio espectro de aspectos como lo son las condiciones rigurosas del clima patagónico o consideraciones que abarcan desde la facilidad de ingreso, hasta la altura de techo o la ubicación correcta de las almacigueras para permitir un trabajo cómodo y eficiente.

4 PROYECTO FINAL

En esta sección se realizará la selección de materiales y componentes siguiendo los criterios de la sección 2 y la sección 3, se trabajará en base al material y la bibliografía de las materias cursadas: Composición de Paisaje, Construcciones e Instalaciones, Planificación y Diseño, así como las de Jardinería I, II y III. Asimismo se aplican los conceptos generales adquiridos durante la totalidad de las cursadas de Espacios Verdes.

Para la definición de requerimientos de materiales y los detalles técnicos, también se utilizarán publicaciones de especialistas, estudios específicos. Se analizarán y seleccionarán los productos con la información de los fabricantes, hojas de datos y sus publicaciones disponibles en internet.

4.1 CUBIERTA

La selección inicial se enfoca en el objetivo primordial de maximizar la captación de energía solar en base a un tipo de cubierta que asimismo permita mantener la solidez estructural y evite la formación de gotas de condensación sobre la misma. (Ver ANEXO A1 CUBIERTA Y SELECCION DEL MATERIAL).

De la evaluación surge que el material que más se adapta al presente proyecto es el policarbonato alveolar transparente de 6 mm. Entre las ventajas se tiene: buena transmisión de luz con su excelente comportamiento óptico que posee una garantía por parte del fabricante de más de 10 años de efectividad.

Esta cubierta filtra los rayos UV y permite el ingreso de la luz natural, pero a la vez genera un efectivo bloqueo de rayos infrarrojos que emanan del interior del invernáculo, reduciendo significativamente los costos de energía y estableciendo condiciones interiores confortables.

Otras características importantes que se incluyen con material:

- a) Alta resistencia al impacto y a la intemperie, su resistencia al impacto es 250 veces superior al vidrio y 40 veces mayor a la del acrílico. Excelente protección contra los agentes meteorológicos, soporta temperaturas entre -40 y 120 °C. En caso de incendio el material se auto extingue ya que a muy altas temperaturas
- b) Flexibilidad, las planchas de policarbonato permiten ser arqueadas en dirección longitudinal; los radios de curvatura varían entre 750 y 1500 mm, según su espesor. En aplicaciones sobre superficies curvas su excelente resistencia a la deformación bajo carga en condiciones adversas, le permite mantenerse estable sin que se perciban deformaciones importantes que perjudiquen el desempeño.

Esta buena flexibilidad le permite adaptarse a la forma de la cubierta y su bajo peso evita la sobrecarga de la estructura de soporte y facilita su transporte ya que típicamente la plancha se entrega en rollos de 5,80 x 2,10 m.

En el diseño de la estructural se buscará implementar toda la cubierta con tres planchas completas sin recortes que quedarán curvadas y apoyadas sobre la estructura de soporte, en los laterales, puertas, ventilas, frente y contra frente se utilizarán secciones planas que serán preparadas en el taller. Todas las uniones y sujeciones se armarán con accesorios y materiales específicos provistos y recomendados por el fabricante de la cobertura.

4.2 ESTRUCTURA

La estructura será sólida y capaz de ser montada en el sitio.

Estará compuesta por un conjunto de pórticos de madera que fijados a una base de anclaje hacen de apoyo de la cubierta del invernáculo.

El conjunto base de anclaje de los pórticos y las fijaciones al terreno serán capaces de soportar vientos fuertes hasta 90 Km / h cuando tengan la carga de la cubierta y el equipamiento interior completamente instalado.

El cálculo de la separación admisible entre los pórticos de apoyo para soportar estos vientos se encuentra desarrollado en el ANEXO B1 DISTANCIA ENTRE PORTICOS DE APOYO y B 2 ESTRUCTURA.

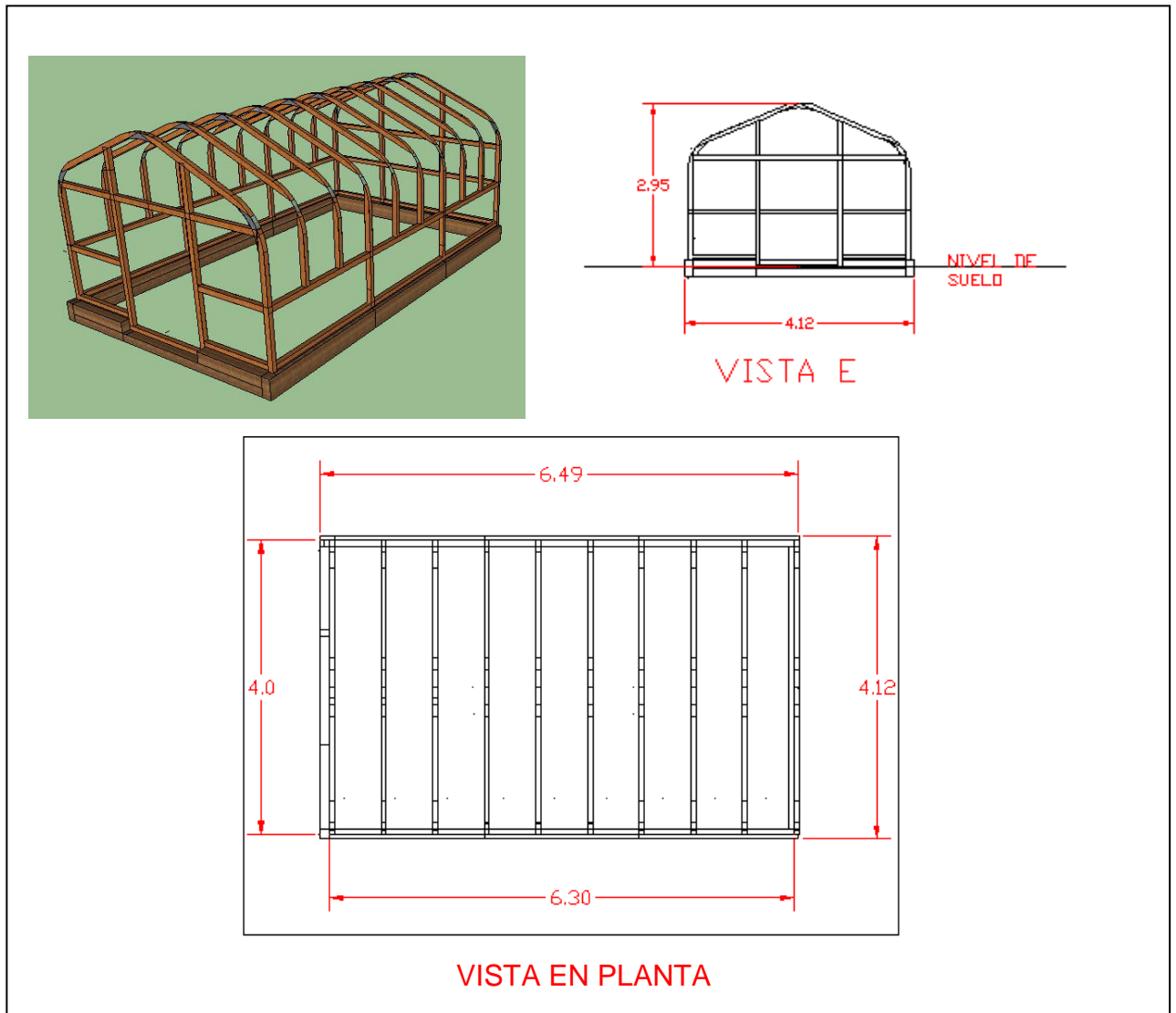


Ilustración 2. Vista general de la estructura de madera

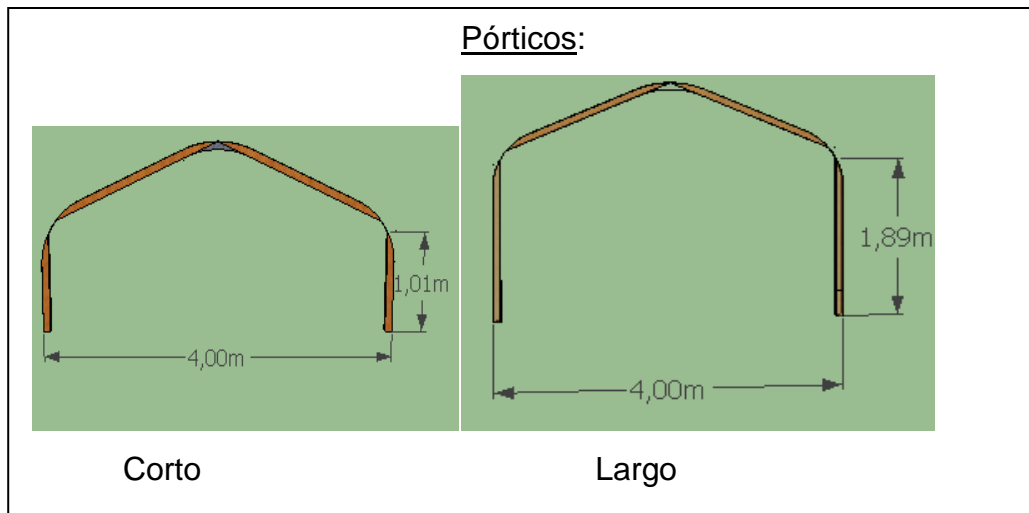


Ilustración 3. Detalle de los pórticos de la estructura cubierta

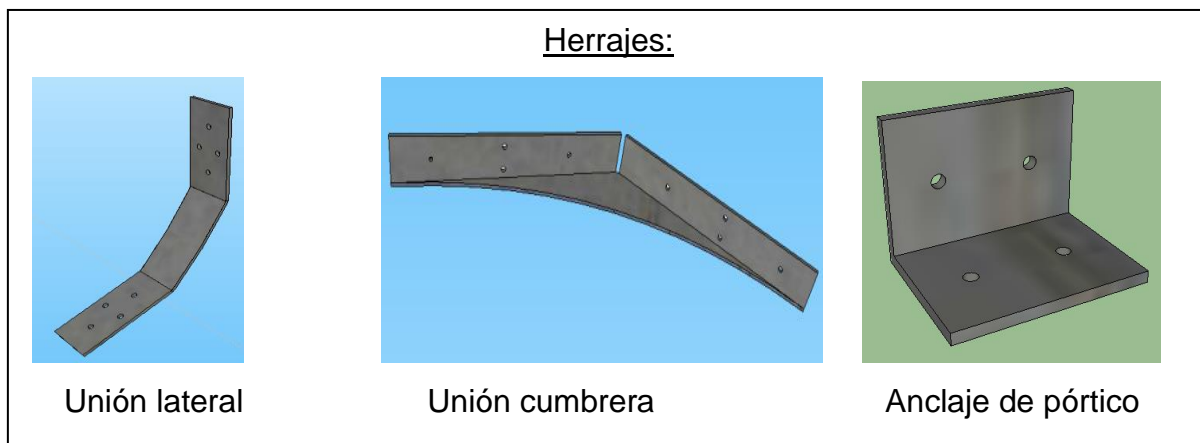
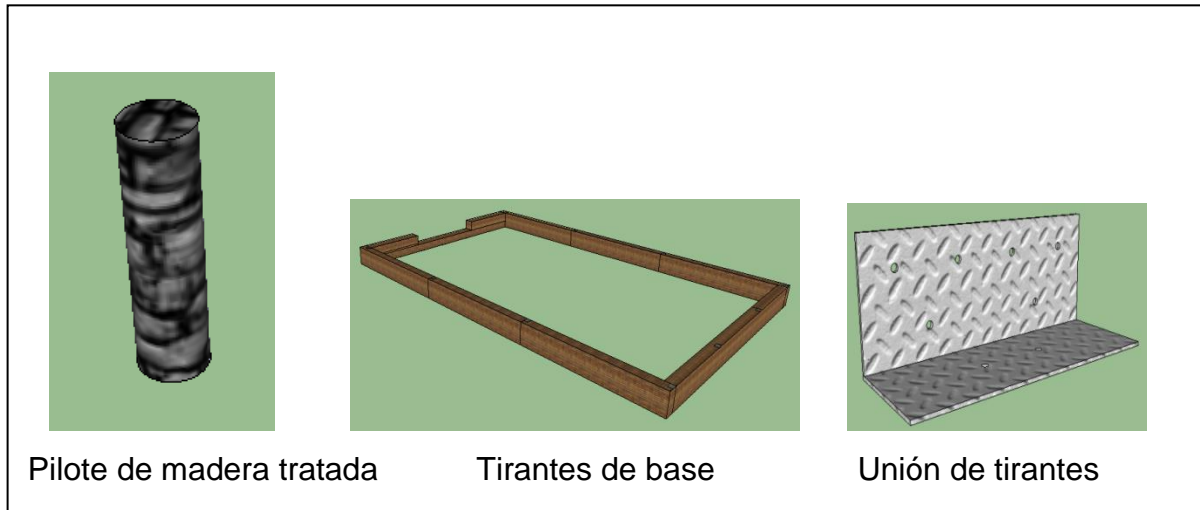


Ilustración 4. Despiece de los herrajes de pórticos

Base: En el marco de la base se utilizan tirantes de madera, para cubrir el piso piezas de paneles aislantes y manta cubre aislante todos estos elementos serán preparadas previamente en el taller. Ver Ilustración 05 con el despiece de tirantearía de base

- c) se funde sin que las llamas se propaguen y sin producir gota incendiaria.



- d) Conductividad térmica general muy baja, la conductividad térmica propia del material junto con su estructura de cámaras de aire le otorgan un aislamiento térmico muy superior vidrio o las planchas plásticas no alveolares. Ilustración 5. Despiece de elementos de la base

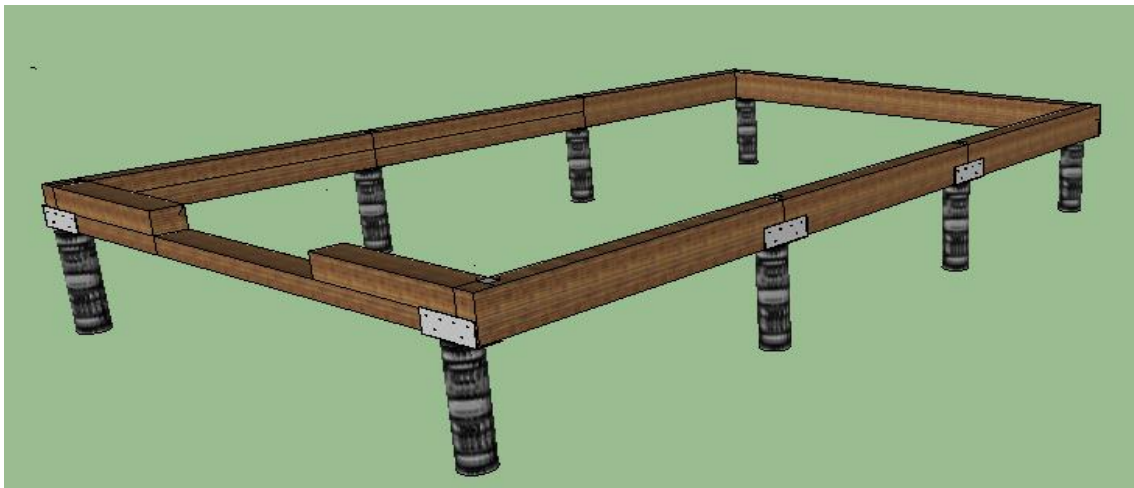


Ilustración 6. Vista de la base de madera armada con anclajes y pilotes de fijación

4.3 SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Se selecciona un sistema de calefacción que permia mantener el ambiente interior del invernáculo en 12 °C durante las noches invernales más frías.

Para ello se calculan las pérdidas de calor del invernadero y en función de ello se selecciona una caldera estándar para piso radiante por agua caliente a baja temperatura alimentada con energía eléctrica de línea de 220 V.

4.3.1 CAPACIDAD DE LA CALDERA

De los cálculos de potencia requerida surge que hacen falta suministrar 8000 W de potencia como requerimiento mínimo de para cumplir con el proyecto. (Ver: ANEXO D 1 CALEFACCION CÁLCULO DEL REQUERIMIENTO TERMICO).

4.3.2 CIRCUITOS DE CALEFACCIÓN

El diagrama de circuitos de calentamiento incluye un circuito de calefacción en el piso del invernáculo y tres circuitos independientes de agua caliente, que operan sobre tres sectores integrados dentro de sus propios sustratos, dos canteros y una mesa de reproducción.

De esta manera los sustratos de cada cantero se pueden llevar a la temperatura óptima. (Ver: ANEXO D 2 SISTEMA DE CALEFACCION).

4.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN

4.4.1 VENTILACIÓN NATURAL

Se tendrán en cuenta las condiciones climáticas del lugar dando prioridad a la reducción de pérdidas de calor de todo tipo. Los cierres de las puertas de acceso y de las ventilas cenitales o laterales incluirán juntas de manera de lograr anular el intercambio de aire interior-exterior, manteniendo las posibilidades de plena apertura vía accionamiento manual o automático.

Las recomendaciones del INTA respecto de la Ventilación Natural, las ventilas y sus superficies son:

- Deben ser de fácil manejo.
- Estas aberturas deben cerrarse muy bien durante los períodos fríos, para evitar filtraciones de aire.
- El área de ventilación mínima deberá representar por lo menos el 25% de la superficie de suelo cubierta.
- Las aberturas cenitales, aunque difíciles de implementar en los invernaderos con doble techo, son de suma importancia en situaciones de falta de viento y cuando el cultivo es alto y obstruye las aberturas laterales.
- Todas las ventilas y puertas abisagradas equipadas con burletes de cierre hermético

(Ver: ANEXO C 1 VERIFICACION DE LA RELACION DE VENTILACION E INERCIA TERMICA y ANEXO D 3 SISTEMAS DE VENTILACION).

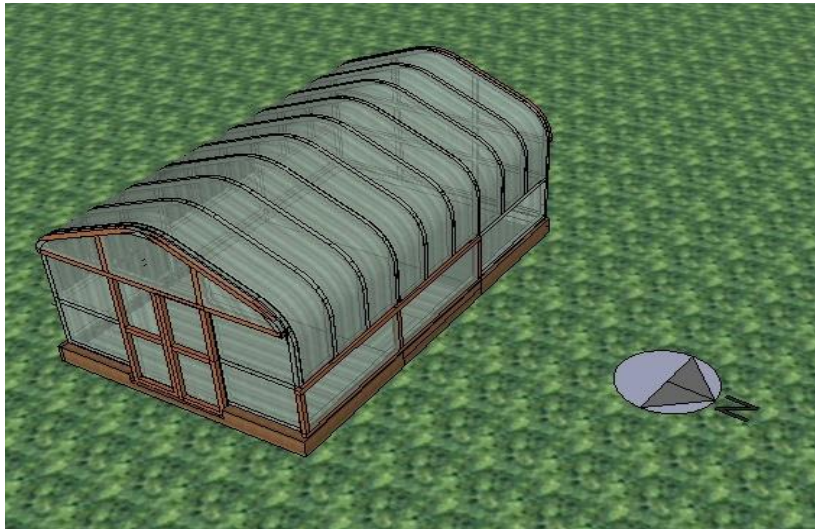


Ilustración 7. Vista exterior con cubierta y ventilas cerradas

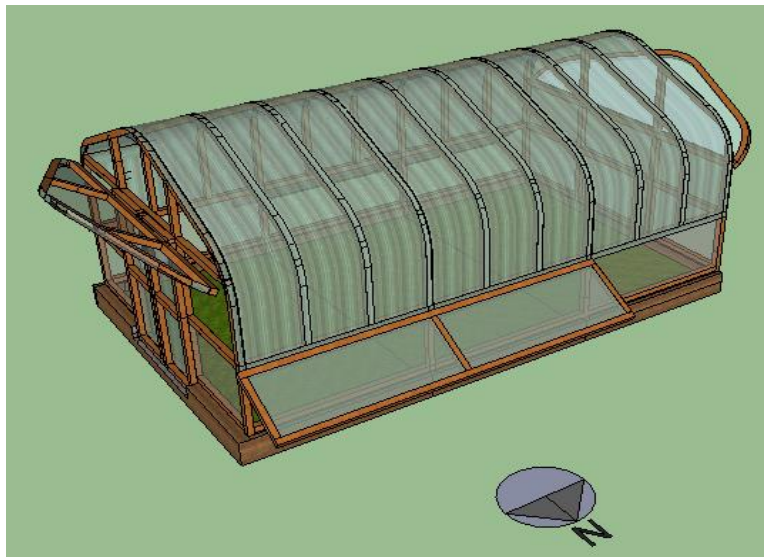


Ilustración 8. Vista exterior con cubierta y ventilas abiertas

4.4.2 VENTILACIÓN FORZADA

Es un método muy efectivo cuyo inconveniente principal es el consumo de energía eléctrica.

Permite renovar el aire del invernáculo mejorando la distribución térmica, aunque se deberá impedir cualquier daño al cultivo causado por la sobrepresión de la corriente de aire.

Respecto del manejo del sentido del flujo generado, será conveniente alinear las corrientes de aire generadas por la ventilación natural con las brizas que ingresan al ambiente interior según los vientos exteriores que predominan en la zona.

Cuando el objetivo es movilizar el aire interior los ventiladores se instalarán “colgados” de la estructura soplando en la misma dirección, operando en la parte alta y más cálida del invernáculo.

Se deben utilizar junto con la ventilación pasiva, tanto lateral como cenital, ya que de otra forma producirá un vacío perjudicial en el invernadero.

Usualmente se denomina la letra N como número de renovaciones del aire interior que se realizan en el lapso de una hora.

El cálculo del caudal Q necesario para un N de 40 renovaciones por hora y la selección de los dos forzadores adecuados para realizar la ventilación requerida se encuentran desarrollados en el ANEXO D 3 SISTEMAS DE VENTILACION.

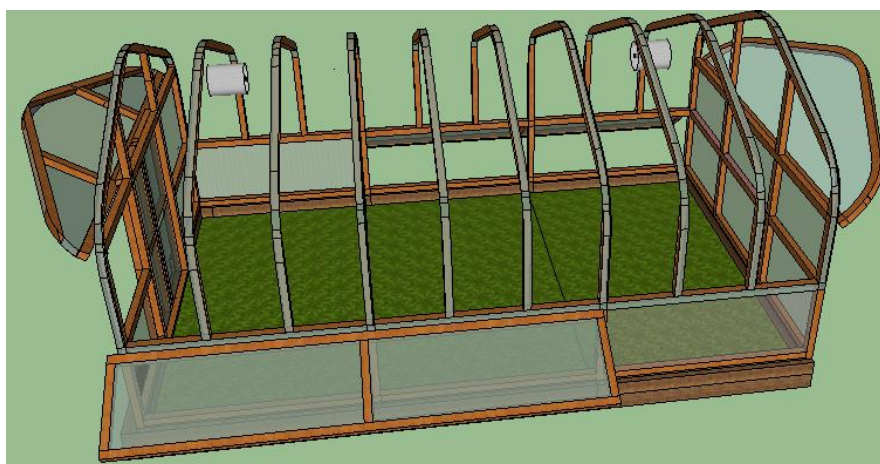


Ilustración 9. Vista de la ubicación de los forzadores de ventilación

4.5 SISTEMAS DE RIEGO

Riego del sustrato, del ambiente y de la parte aérea: Para cumplir con este objetivo se diseña un equipo de riego por goteo para el sustrato y otro por micro aspersores para la humidificación del ambiente y la parte aérea de las plantas. Ambos controlados por interruptores on/off programables o por la computadora de riego.

Un detector de humedad del sustrato y otro del ambiente permitirán medir ambos niveles y controlar la hidratación dentro del invernadero.

Los sistemas encargados de su manejo junto con una descripción detallada se presentan en el ANEXO D 4 SISTEMAS DE RIEGO.

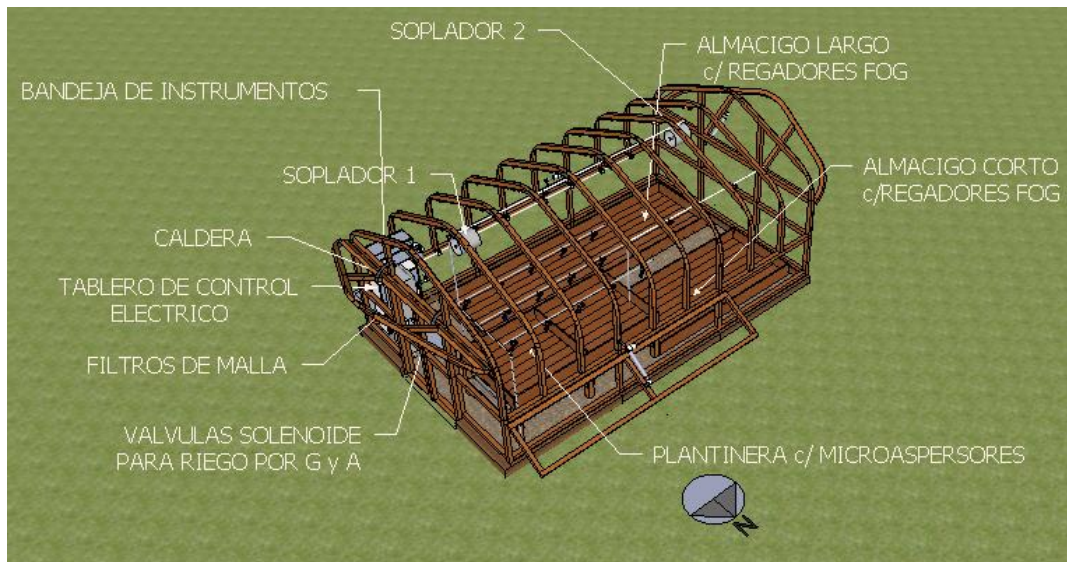


Ilustración 10. Vista con detalle de controles y regadores

Nota 3:

El consumo de agua varía mucho según el cultivo, su etapa fenológica y el ambiente interior-externo, como dato orientativo se puede hablar de entre 4 y 9 litros por m² por día con lo que el requerimiento máximo de la red se encuentra alrededor de 220 litros al día.

También debe considerarse el posible ahorro de agua si se hace mulching sobre el sustrato ya que se elimina parte de la evaporación que genera el suelo desnudo.

Nota 4:

Aunque no integra el equipamiento previsto en este trabajo se menciona que mediante un sistema de “fertiriego” se puede aprovechar la base del sistema estándar de riego preexistente para llevar a las plantas del invernáculo disueltos en el agua de riego desde nutrientes hasta soluciones fitosanitarias.

4.6 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Según la especie y el requerimiento el sistema se encargará de encender iluminadores LED en horas de la mañana o la tarde de manera de alargar el período de horas de luz.

Si el cliente lo requiere eventualmente existiría la posibilidad de hacer lo contrario es decir reducir artificialmente las horas de luz en base a una estructura adicional interna que no está considerada en el presente trabajo.

4.6.1 ILUMINACIÓN INTERIOR PARA COMPLEMENTAR LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA

Se equipará con iluminadores LED de alto rendimiento lumínico de uso específico para la operación en invernaderos.

Quedaran instalados tomados de los pórticos de la estructura.

Los iluminadores hortícolas a utilizar serán en base a una combinación de LED's blancos y rojos para crear un espectro completo y equilibrado de luz de calidad ideal para la fotosíntesis. (BuresS, 2018)

Estos artefactos permitirán proporcionar iluminación de una sola fuente para todo el ciclo de crecimiento desde el período vegetativo hasta el período de floración.

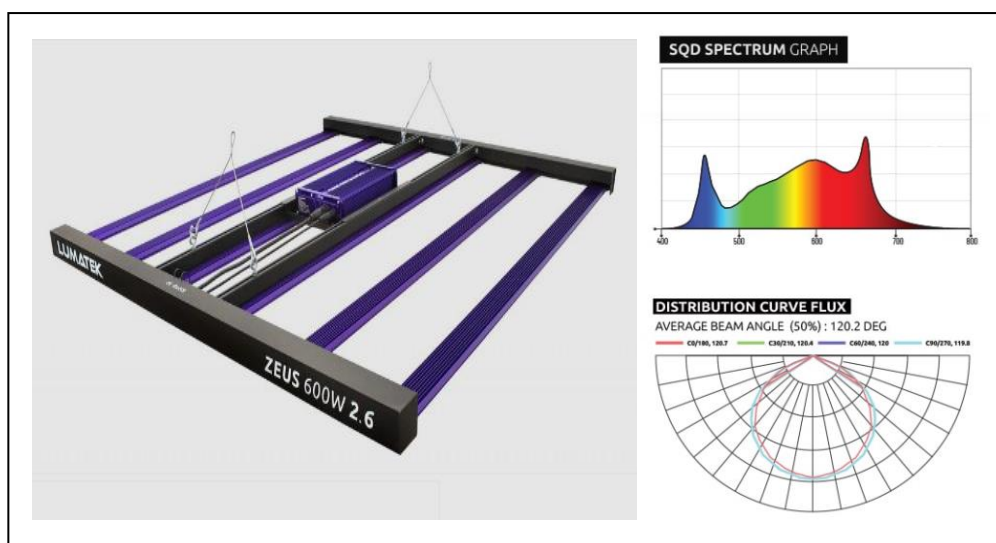


Ilustración 11. Vista del Iluminador, espectro y diagrama de irradiación del conjunto de LED's blancos y rojos

Se instalará colgante a una altura de entre 30 y 50 cm por encima de la copa de la planta. El conjunto permite una difusión uniforme de la luz a corta distancia del cultivo, lo que eventualmente admite iluminar sistemas de múltiples capas de cultivo, bancos individuales en sitios bajos o en carpas de cultivo. (LUMATEK LIGHTING)

Para iluminar superficie proyectada de 3,5 m x 2 m se utilizará el calculador del fabricante Lumatek que en nuestro caso indica equipar con tres unidades del modelo Zeus 600, esta selección es la que genera el menor consumo de energía eléctrica (1,87 KW).

Footprint [%] Best options regarding fixture coverage grow area.				Wattage [kW] Best options to achieve low power consumption.				Usable Efficiency [$\mu\text{mol/W}$] Best options usable PAR photons per Watt consumed.			
UNITS	MODEL	[%]	CO ₂	UNITS	MODEL	[kW]	CO ₂	UNITS	MODEL	[$\mu\text{mol/W}$]	CO ₂
2	ZEUS 1000W PRO	86	NO	3	ZEUS 600W 2.6	1.87	NO	2	ZEUS 1000W Xtreme CO2	2.5	NO
OR				OR				OR			
2	ZEUS 1000W Xtreme CO2	64	NO	3	ZEUS 600W PRO 2.9	1.95	NO	2	ZEUS 1000W PRO	2.5	NO
OR				OR				OR			
3	ZEUS 600W PRO 2.9	84	NO	4	ZEUS 465W PRO 2.9	2.01	NO	3	ZEUS 600W PRO 2.9	2.5	NO

** The Lumatek LED grow light calculator advises roughly customers on the number of fixtures for flowering stage PPFD (700 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$).

Ilustración 12. Calculador de cantidad de unidades Zeus 600 a utilizar

Para distribución de la luz en un área de 1.4 x 1.4 my un rendimiento óptimo, el iluminador se instalará entre 30 y 50 cm por encima de la copa de la planta.

La luminaria deberá quedar colgada y posicionada horizontalmente.

4.6.2 ILUMINACIÓN INTERIOR PARA LABORES CULTURALES NOCTURNAS

Como iluminadores para luz interior se seleccionará un conjunto de 10 tubos Led de 18w que poseen alto rendimiento lumínico, bajo consumo de manera de permitir trabajos de detalle dentro del invernadero.

- Potencia: 18W 22 Vca.
- Casquillo: G13
- Lúmenes: 1650 lm
- Temperatura de color: 6500K
- Largo: 120 cm
- Ángulo de luz: 220°
- Certificado Nro. RA 4084159 E – TÜV
- Organismo: TUV Rheinland Argentina S.A
- Eficiencia energética: A+



Ilustración 13. Tubo LED de 18 W

4.6.3 ILUMINACIÓN EXTERIOR PARA ACCESO NOCTURNO



Ilustración 14. Distribución de luminarias de acceso exterior



Ilustración 15. Medidas y características de la estaca solar para iluminar canchales y caminos

Especificaciones:

- Número de portalámparas: 10
- Potencia: 0.5W con control ON/OFF
- Color de la luz: 3000k (blanco cálido)
- Batería 14500 3.2V 500mAh recargable con luz solar
- Tiempo de carga: 6-8 horas (dependerá si está expuesto al sol o si está nublado), duración de batería: 8 - 10 horas
- Nivel de estanqueidad: IP44 (Protegido frente a sólidos de tamaño superior a 1mm y salpicaduras de agua)
- Material: ABS Negro + Epoxi Resina

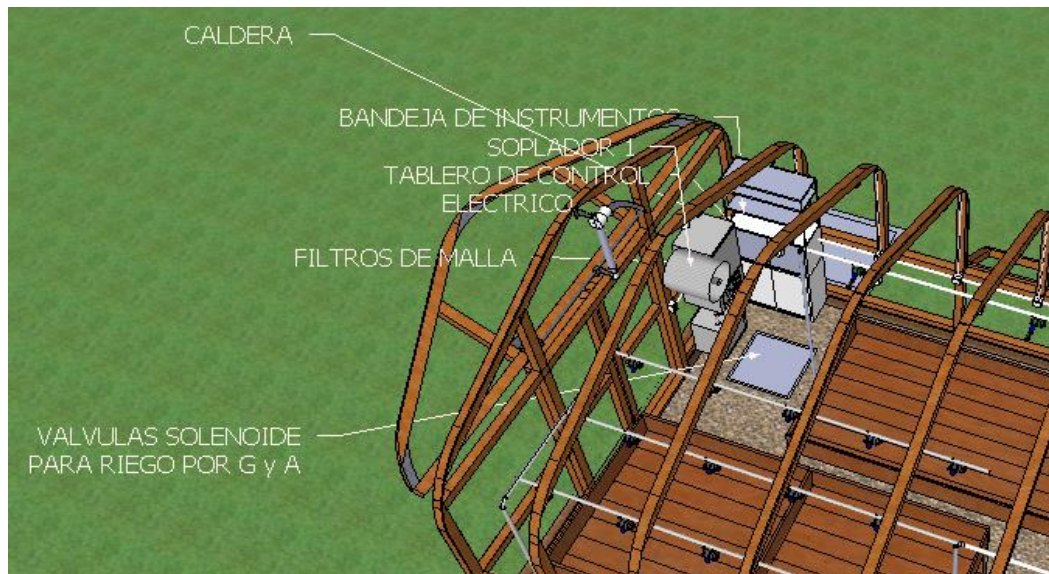


Ilustración 16. Vista detalle de zona del tablero, controles y regadores

5 MANEJO

5.1 CONSIDERACIONES DE MANEJO DEL CLIMA INTERIOR

5.1.1 CONSIDERACIONES DE TEMPERATURA Y LOS LÍMITES LETALES PARA LAS PLANTAS

La *primera prioridad* será mantener al invernáculo a salvo de transgredir esos límites letales pues, en caso de ser superados, implican la pérdida generalizada del cultivo. Dependiendo de cada cultivo en particular las temperaturas mínimas letales se encuentran cercanas al 0°C y las máximas por encima de los 33°C.

Existen temperaturas de crecimiento óptimo, aunque tienen menor prioridad que las temperaturas letales, se deben tener en cuenta ya que un manejo deficiente afecta el crecimiento. El rendimiento óptimo es casi una obligación cuando se trata de recompensar el esfuerzo del trabajo y la inversión en el cultivo.

Como se aprecia en la Tabla 1 de la sección 3, cuando se considera la temperatura óptima de cultivo para lograr el crecimiento óptimo, existen dos temperaturas recomendadas de mantener, una para el día y otra para la noche, esto necesariamente implicará ajustes de la HRA en el interior del invernáculo. (INTA GeaPaulo, 2020) (Pizzarro F, 2021)

5.1.2 CONSIDERACIONES DE HUMEDAD AMBIENTAL (HRA) Y LOS RIESGOS FITOSANITARIOS ASOCIADOS.

La *segunda prioridad* será manejar la HRA de manera de reducir los riesgos fitosanitarios en el ambiente interior, como se mencionó antes al cambiar las temperaturas entre el día y la noche en un ambiente cerrado aparece la necesidad del manejo activo del nivel de HRA mediante el riego y la ventilación, de manera de asegurar un desarrollo sano dentro del invernáculo.

HRA alta cuando la temperatura interior baja:

El reto es crear condiciones desfavorables para el establecimiento de hongos y bacterias en particular aquellos que requieren altos contenidos de humedad como la Botrytis y muchos otros. En este sentido, el objetivo deberá ser evitar la condensación dentro del invernadero mediante la reducción del contenido de humedad limitando al máximo el tiempo durante el cual la temperatura ambiente es igual o menor a la temperatura de condensación (punto de rocío).

Otra consideración a tener en cuenta para limitar la HRA se basa en la necesidad de una buena actividad transpiratoria en la planta. Esta resulta necesaria para la fotosíntesis y el crecimiento de la planta durante las horas de luz, como ocurre que la evapotranspiración decrece cuando el nivel de HRA sube mucho y se anula cuando se acerca al 100%, se concluye que cuando la HRA es muy alta también se afecta la velocidad del crecimiento.

HRA baja cuando temperatura interior sube:

Cuando existen altas temperaturas, buena luz y la HRA es muy baja, la actividad evapotranspiratoria de la planta aumenta hasta su máximo, llegando al límite que puede manejar correctamente, superado éste, se generan dificultades de crecimiento como el tipburn o la partidura de los frutos donde se evidencia que la planta resulta incapaz de traslocar desde las raíces hasta las hojas o los frutos, los nutrientes necesarios, como es el caso del calcio.

5.1.3 RELACIÓN ÓPTIMA ENTRE LA TEMPERATURA Y LA HRA

El desafío es entonces considerar que para una temperatura dada existe un rango de HRA recomendado que mantiene una buena actividad de evapotranspiración en la planta, por ejemplo siguiendo la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Tabla 3 donde en blanco se encuentra la zona recomendada y en amarillo se indican los valores que la limitan por exceso o defecto.

HR (%)	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
100	0	0	0	0	0	0
95	0.06	0.09	0.12	0.16	0.21	0.28
90	0.12	0.17	0.23	0.32	0.42	0.55
85	0.18	0.26	0.35	0.48	0.64	0.83
80	0.25	0.34	0.47	0.63	0.85	1.11
75	0.31	0.43	0.59	0.79	1.06	1.38
70	0.37	0.51	0.70	0.95	1.27	1.66
65	0.43	0.59	0.81	1.09	1.46	1.94
60	0.49	0.68	0.94	1.27	1.70	2.21
55	0.55	0.76	1.04	1.41	1.88	2.49
50	0.61	0.85	1.17	1.59	2.12	2.77
45	0.67	0.93	1.27	1.72	2.3	3.04
40	0.74	1.02	1.41	1.90	2.55	3.32
35	0.79	1.10	1.5	2.03	2.72	3.60
30	0.86	1.20	1.64	2.22	2.97	3.87

Tabla 3: Rango de variación de T y HRA que determina la transpiración de la planta (Bribiesca, 2020).

Cabe aclarar que existen variaciones menores del rango óptimo según sea la etapa fenológica de la planta, cualquier manejo preciso deberá tener en cuenta las fases del cultivo y entre otras variables también el enraizamiento o el nivel salino de la solución nutritiva de riego empleada. Ver. (Tabla de déficit de presión de vapor óptima en función de la etapa fenológica del cultivo DVP)

5.2 EJEMPLO DE PROCEDIMIENTO DE REGULACIÓN DEL CLIMA INTERIOR

Consideramos que la hidratación del sustrato queda resuelta por el sistema de riego por goteo, resta entonces resolver las dos grandes necesidades de la regulación del clima interior: la temperatura y la humedad relativa ambiente (HRA), ya que ambas magnitudes sabemos, están estrechamente interrelacionadas.

Para ilustrar una técnica de manejo de estas magnitudes en invierno o en verano, imaginaremos el caso de una especie particular con las siguientes condiciones de cultivo:

Temperaturas recomendadas:

De crecimiento óptimo:

De día 25 °C

De noche 13 °C.

De crecimiento cero (mín. /máx. biológicas):

mínima 5°C

máxima 30°C

Humedad relativa ambiente recomendada: 70 %

5.2.1 MANEJO EN INVIERNO:

Inicialmente suponemos una noche fría con temperatura exterior entre 0 y 10 °C. Al llegar la mañana el invernáculo se encontrará cerrado y el ambiente acondicionado según la temperatura de crecimiento óptimo nocturno de 13 °C que el sistema de calefacción deberá mantener.

Durante el transcurso del día la temperatura interior irá incrementándose según el calor del sol que estará siendo captado por la estructura.

Respecto de la HRA si suponemos que iniciamos la mañana con un nivel preexistente del 70 %, a medida que la temperatura aumenta el ambiente se irá secando. Para mantener el ambiente humectado se deberá regar de manera de recuperar el nivel cerca del 70 % de HRA, por ejemplo, mediante el riego de los micro-aspersores.

Según sea la radiación solar disponible la temperatura se acercará a la óptima pero típicamente quedará alejada de la máxima biológica de 30 °C por lo que en un principio no será necesaria ninguna acción adicional. Queda claro que si no estamos dispuestos a gastar energía térmica adicional puede ocurrir que durante el día no se llegue a la temperatura óptima de crecimiento de 25 °C.

Durante la noche, la temperatura interior irá descendiendo naturalmente, pero se deberá controlar la HRA que irá incrementándose en consecuencia.

Deberemos evitar que se supere el 90 % pues esto implica una posible condición patológica y la generación de rocío, para ello se activará el sistema de ventilación de manera de expulsar el exceso de humedad acumulada durante el día, recuperándose así el nivel óptimo del 70 % y evitando al mismo tiempo con ayuda de la calefacción que la temperatura descienda por debajo de la temperatura de crecimiento óptimo nocturno de 13°C.

5.2.2 MANEJO EN VERANO:

En general el sistema de calefacción no será necesario ya que las temperaturas nocturnas exteriores junto con la inercia térmica del mismo invernáculo típicamente asegurarán durante la noche un ambiente interior por encima de los 13 °C.

Durante el transcurso del día la temperatura interior irá incrementándose según el calor solar captado por la estructura. Por ejemplo, si iniciamos la mañana con una HRA preexistente del 70 %, cuando la temperatura aumente, el ambiente se irá secando rápidamente, entonces deberemos regar para recuperar su humedad manteniendo la HRA cercana al 70 % a un ritmo mucho más intenso que en el caso del invierno.

En verano según sea la radiación solar disponible la temperatura se acercará rápidamente a la óptima y puede ocurrir que la supere.

En ese caso deberá activarse la ventilación del ambiente de manera de evitar llegar a la máxima letal situada por encima de los 30 °C.

Para expulsar el exceso calor acumulado se dispone de las tres herramientas ya descritas: la ventilación natural, la forzada y la refrigeración en base a la niebla, estas herramientas se irán sumando a la tarea en ese orden.

Este procedimiento deberá mantenerse hasta tanto quede controlada la temperatura ambiente y se estabilice alrededor de la temperatura óptima de crecimiento diurno.

Durante la noche se aplicará un procedimiento de secado interior similar al utilizado en invierno para mantener la HRA en el 70 % eliminando la humedad excedente mediante la ventilación. (Pizzarro F, 2021)

5.3 VARIANTES DE MANEJO

En la sección 3 se plantean como objetivo las tres variantes para el manejo y la supervisión del invernáculo:

- Manual local con atención en el mismo invernáculo.
- Manual, con atención local y supervisión remota cercana desde el hogar o local aledaño.
- Automático, con atención local reducida y supervisión remota lejana.

Las instalaciones de calefacción, riego por goteo y micro-aspersores, ventilación natural y forzada e iluminación serán comunes para las tres variantes de manejo, solamente existirán diferencias según el sitio de manejo y nivel de equipamiento entre cada una de ellas.

La protección respecto de las temperaturas mínima y máxima letales actuará en forma automática e independiente de la variante de manejo en base a la actuación de los sistemas de calefacción y refrigeración según sus respectivos termostatos.

5.3.1 MANUAL LOCAL CON ATENCIÓN EN EL MISMO INVERNÁCULO

La operación se realiza en el sitio y los controles se efectúan desde el Tablero de Control Eléctrico en función de la indicación de los instrumentos y sensores internos disponibles.

Instrumentos y controles:

Para este tipo de manejo local se propone usar los siguientes dispositivos:



Ilustración 17. TE: Termostato electrónico controlador de calefacción asegura la temperatura mínima nocturna.



Ilustración 18. TA: Termostato mecánico controlador del soplador de ventilación forzada, se encarga de disparar la refrigeración.

(Ver: ANEXO G 2 CONTROLES AMBIENTALES DE HRA Y TEMPERATURA)



Ilustración 19. Medidor portátil 3440 de Temperatura, HRA y nivel de CO2, para el control del ambiente.

(Ver: ANEXO G1 MEDICION DEL AMBIENTE TEMP, HRA Y CO2)



Ilustración 20. Medidor portátil de humedad del sustrato TDR-150, enterrando las puntas se toma una muestra y mide la disponibilidad de agua.

(Ver: ANEXO G3 MEDICION PORTATIL DE LA HUMEDAD DEL SUSTRATO)



Ilustración 21. Interruptor fijo programable DT 1, ocupa 2 módulos DIN del Tablero de Control Eléctrico.

(Ver ANEXO G5 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO)

Ajustes del Riego:

El riego por goteo introduce la humedad al sustrato y el riego de los micro-aspersores maneja la HRA del ambiente y de la parte aérea de las plantas.

Ambos se ajustan según la cantidad de l/h o milímetros diarios requeridos teniendo en cuenta el nivel de humedad medio respectivo medido manualmente sobre cada cantero en el caso de los sustratos y con un eligrómetro la HRA en el caso de los aspersores.

Se dispondrá de un control del tiempo de riego individual y para cada uno de los respectivos circuitos.

Una válvula solenoide comandada desde su interruptor on/off programable, permitirá ir dosificando cada uno en forma independiente.

La programación de los períodos de riego, su repetición diaria o semanal se realizará desde el tablero de control eléctrico según su requerimiento.

(Ver: ANEXO D 4 SISTEMAS DE RIEGO Y ANEXO G 5 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO)

Ventilación natural:

El accionamiento de la ventilación se utilizará para limitar la Temperatura máxima, la HRA máxima y mantener el nivel normal de CO₂ dentro del invernáculo.

Cada ventila estará asistida por un brazo de accionamiento eléctrico equipado por sus respectivos fines de carrera de apertura y cierre.

El accionamiento manual de las ventilas se realizará desde el Tablero de Control Eléctrico.

Ventilación forzada:

La operación de encendido y apagado de cada uno de los dos sopladores se maneja en forma manual o automática en función del ajuste de temperatura máxima determinada por su termostato. Junto con el accionamiento de los forzadores se accionará la apertura las ventilas si es que se encuentran cerradas.

La operación de los sopladores cambiando su sentido de acuerdo con la dirección predominante del viento de giro EO o OE, será manual.

Manejo de ambiente cuando la temperatura exterior es baja:

Calefacción del ambiente para limitar la temperatura interior mínima a 12 °C.

El calefactor se ajustará para operar a la temperatura prefijada del termostato ambiental mínima predeterminada manualmente que estará siempre por encima de los 12 °C. El flujo de agua de calefacción en cada uno de los

circuitos: piso radiante y los tres canteros, se ajustará manualmente según el requerimiento de cada sustrato.

Manejo del ambiente cuando la temperatura interior es alta:

Si durante el verano o cuando el ambiente lo requiera, la temperatura interior se incrementa por encima de lo deseado el operador quedara en alerta para iniciar las operaciones de ventilación natural, abriendo las ventilas cenitales y laterales para refrigerar el ambiente. El operador cerrará manualmente las ventilas si luego de la apertura la temperatura del aire interior se reduce a un valor aceptable según su criterio, también cerrará las ventilas necesarias en cualquier caso de tormentas o vientos fuertes.

Si en días más calurosos luego de la apertura de las ventilas la temperatura sigue incrementándose llevándola valores cercanos a la temperatura máxima admitida ajustada en el termostato TD1 se accionará la ventilación forzada. Permanecerá activa hasta tanto retorne a valores por debajo de la máxima admitida.

Como ya se mencionó el flujo de aire generado por los sopladores deberá estar orientado acorde con la dirección preponderante del viento, en caso de no ser así deberá invertirse manualmente el sentido giro de los sopladores.

Refrigeración o Extracción del calor Interior con Niebla: Si usando toda la ventilación natural y forzada disponible, no se logra enfriar el ambiente, se requerirá del uso adicional del riego por micro-aspersores generando niebla "mist".

La refrigeración accionará en forma automática apenas se supere lo establecido en el termostato TA2 ajustado a la temperatura definida como máxima admisible y cercana a la letal. Implica también toda la ventilación operando al máximo y una señal de alerta audible de advertencia para el operador.

Manejo del ambiente para el control manual la HRA:

La HRA en el invernáculo depende de la temperatura y esta varia constantemente durante el ciclo diario, de manera que de noche aumenta cuando se enfría el invernadero y se reduce mucho cuando el sol lo calienta durante el día.

Por la tarde noche se requerirá controlar la HRA para evitar una posible condición patológica como por ejemplo el rocío y por la mañana cuando el sol calienta regar para mantener una buena actividad la transpiratoria en la planta. Para ello se dispone de la ventilación y del riego junto con los instrumentos de medición de temperatura y HRA correspondientes. Como guía se utilizarán las Consideraciones de Manejo del punto 5.1.3

Manejo del ambiente para el control manual de la concentración del CO2:

En el caso que por exceso de actividad fotosintética el nivel de CO2 quede reducido a por debajo de las 370 ppm será conveniente realizar la ventilación natural del invernadero de manera de normalizarlo al nivel presente en la atmósfera, actualmente alrededor de 400 ppm. En el presente trabajo no se considera la inyección de CO2 en el ambiente protegido.

(Ver: (BLUELAB)

ANEXO G1 MEDICION DEL AMBIENTE TEMP, HRA Y CO2,

ANEXO G 2 CONTROLES AMBIENTALES DE HRA Y TEMPERATURA,

ANEXO G 3 MEDICION PORTATIL DE LA HUMEDAD DEL SUSTRATO,

ANEXO G 5 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO y ANEXO D 2 SISTEMA DE CALEFACCION)

5.3.2 MANUAL, CON ATENCIÓN REMOTA CERCANA, DESDE EL HOGAR O LOCAL ALEDAÑO

La atención se realiza en el sitio como en el caso anterior desde el Tablero de Control Interno y se agrega el manejo desde un sitio cercano por ejemplo la casa familiar aledaña al invernadero.

Esto último permite un manejo más cómodo teniendo en cuenta el clima riguroso y permitiendo integrar en forma flexible las tareas de control del cultivo con el resto de las actividades domésticas.

Supone la existencia red WiFi doméstica y telefonía celular.

La diferencia con la variante de manejo anterior reside en:

- Los controles on/off serán programados y manejados remotamente desde un teléfono celular.
- La temperatura, HRA se visualizará desde el sitio remoto cercano.
- Cuando se registre una temperatura cercana la máxima letal se disparan los sistemas de ventilación o refrigeración se generará indicación y reporte de alarma en el teléfono celular.

El resto de la operación será similar a la variante de manejo anterior manual local con atención en el mismo invernáculo.

Instrumentos y controles:

Para este tipo de manejo se propone usar los siguientes instrumentos y controles:



Ilustración 22. Medidor fijo TP 357 Thermo Pro de TEMPERATURA Y HRA con monitoreo remoto a través del SmartPhone vía bluetooth, alcance Bluetooth de hasta 80 metros.

(Ver: ANEXO G1 MEDICION DEL AMBIENTE TEMP, HRA Y CO2)



Ilustración 23. Interruptor programable inteligente WIFI, en un módulo DIN.

(Ver: ANEXO G5 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO)

5.3.3 AUTOMÁTICO

Mantiene el manejo manual local y aparece la opción de un manejo automatizado para el control del ambiente y el control remoto distante.

Instrumentos y controles:

Para este tipo de manejo se utilizan los siguientes instrumentos y equipos:



Ilustración 24. TE: Termostato electrónico controlador de calefacción asegura la temperatura mínima nocturna.



Ilustración 25. TA: Termostato mecánico controlador de soplador de ventilación forzada.

Se usan dos unidades: el TA 1 ajustado por debajo de la temperatura máxima metabólica se encarga de disparar la ventilación forzada y el TA 2 ajustado a la temperatura máxima metabólica se encarga de disparar la refrigeración.



Ilustración 26. TD: Termostato digital controlador de temperatura óptima de crecimiento, maneja la calefacción diurna y dispara la ventilación natural



Ilustración 27. CH: Controlador de humedad ambiental HRA



Ilustración 28. CR: Computadora de Riego con su interfaz al sensor de humedad



Ilustración 29. SH: Sensor de humedad del sustrato

(Ver: ANEXO G 2 CONTROLES AMBIENTALES DE HRA Y TEMPERATURA)



Ilustración 30. SV, Sensor de Viento

(Ver: ANEXO G 4 ANEMOMETRO WIND CLIK)



Ilustración 31. SR: Sensor de ambiente WI FI permite la verificación remota de parámetros vitales en el cultivo

(Ver ANEXO G 6 SENSOR WI FI DE AMBIENTE REMOTO)

El manejo se basa en controlar automáticamente:

- Las temperaturas mínimas y máximas, de día y de noche.
- La humedad relativa del ambiente.
- La humedad del sustrato de los almácigos.
- Nivel de CO2 en el ambiente interior

Temperaturas mínimas en la época fría:

Como ya se explica, el sistema de calefacción tendrá capacidad suficiente para actuar por las noches frías o cuando se requiera manteniendo la temperatura interior siempre por encima de los 12 °C si es que la temperatura exterior no baja más de los – 11 °C. (Ver Tabla 1. Temperaturas de cultivo de algunas especies hortícolas).

T nocturna: En general la calefacción tendrá la capacidad de mantener la temperatura óptima de crecimiento nocturno de acuerdo al requerimiento de la especie. En el termostato electrónico controlador temperatura mínima de calefacción nocturna se ajustará a esa temperatura.

En casos excepcionales durante algunas noches muy frías se admitirá operar por debajo de la temperatura óptima de crecimiento manteniendo solamente la temperatura mínima biológica (de crecimiento cero) que seguirá siendo una situación segura muy lejos de la temperatura mínima letal.

T diurna: A requerimiento el invernáculo tendrá capacidad de operar calefaccionado a la temperatura de crecimiento óptimo diurno. En el termostato digital TD, controlador de calefacción diurna, se ajustará la temperatura óptima de crecimiento.

Este termostato TD operará conectado a la caldera en la época fría y de manera conjunta, la calefacción y la energía solar captada, colaborarán para climatizando el ambiente interior.

A medida que el clima se haga más benigno al disponer de más horas de luz quedará disponible la opción de anular la calefacción diurna reduciendo gastos de energía y dejando que la temperatura interior suba naturalmente sin ayuda de la calefacción.

Temperaturas máximas fuera de la época fría:

T nocturna: Como en el caso de la época fría, el sistema de calefacción se mantendrá operativo y su termostato continuará ajustado a la temperatura óptima de crecimiento nocturno de acuerdo al requerimiento de la especie, de esta manera actuará sólo en caso necesario calentando en caso de un brusco reingreso de clima frío.

Respecto de la evacuación del exceso de calor y humedad acumulada en el ambiente interior producto de un día previo soleado tendremos que: el sistema de ventilación responsable de corregir el exceso de humedad acumulada durante el día, ajustará la HRA y en esa tarea reducirá la temperatura ambiente hasta que se regularice alrededor de la óptima de crecimiento nocturno o a la temperatura exterior nocturna si es que es más alta.

T diurna: Durante el día, la radiación solar elevará la temperatura interior. Si ocurre que no alcanza a superar la temperatura óptima de crecimiento y esta situación se considera aceptable no se realizarán más acciones.

Si ocurre que llega a la temperatura óptima de crecimiento ajustada previamente en el TD, se disparará la ventilación natural abriendo y cerrando automáticamente las ventilas para controlarla según se requiera.

Si continúa subiendo se disparará adicionalmente la Ventilación Forzada a través del TA 1 y su ventilador forzador 1.

El TA 2 se ajustará a la temperatura máxima metabólica, cuando se llega a ella disparará la refrigeración con ambos forzadores y el riego de los aspersores extrayendo el exceso de calor interno hasta reducir y controlarla.

La operación de la refrigeración posee el máximo de prioridad y sobre cualquier otro comando y permanecerá activa hasta tanto se reduzca la temperatura interna por debajo de la máxima metabólica, lo mismo ocurrirá con las ventilaciones hasta que se llegue a estabilizar nuevamente por debajo de la óptima de crecimiento.

Humedad relativa del ambiente:

Se dispondrá de dos controladores de humedad independientes, el CH1 se ajustará a la HRA mínima aceptable según la plantación (HRA mín.) y el CH2 a la máxima aceptable (HRA máx.).

Según el nivel de HRA detectado en el ambiente se actuará sobre la aspersion para humidificar el interior o sobre la ventilación para secarlo.

Como ejemplo se ajusta localmente el controlador CH1 para actuar con un 50 % como HRA mín. y el controlador CH2 en un 80 % como HRA máxima, en un día caluroso el sistema de aspersores comenzara a regar según el ritmo previamente fijado hasta alcanzar la HRA máx., y cuando se alcance ese nivel dejara de regar.

En un día típico el calor generado por la radiación solar aumentará la temperatura y bajará la HRA, cuando esta llegue a la HRA mín. se repetirá el ciclo accionando nuevamente el sistema de riego por micro-aspersores hasta restituirla y alcanzar la HRA máxima, en ese momento se detiene la humidificación pero se reiniciará si vuelve a bajar.

Por la noche cuando el ambiente se enfría sube la HRA y por ello posiblemente se llegará a superar la HRA máxima que accionará los sistemas de ventilación manteniéndolos activos hasta alcanzar la nuevamente la HRA mínima seleccionada y en ese momento operará el cierre de todas las ventilas.

Durante la mañana del día siguiente el ambiente estará acondicionado con una baja humedad relativa y cuando se caliente reiniciará el ciclo de humidificación ambiental hasta alcanzar otra vez la HRA máxima requerida.

Humedad del sustrato:

Las válvulas solenoide comandadas desde la computadora de riego permitirán el temporizado automático del riego por goteo en cada uno de los canteros.

El control del nivel de humedad de sustrato de los almácigos se realizará por medio de una computadora de riego CR que ajustará el riego de cada circuito a la cantidad de l/h requerida contando con un sensor de humedad de sustrato instalado en el cantero patrón o de interés preponderante.

Usando el medidor portátil de humedad de sustrato se realizarán las verificaciones y los ajustes necesarios para calibrar la operación automática de la CR en cada cantero.

(Ver:

ANEXO G 2 CONTROLES AMBIENTALES DE HRA Y TEMPERATURA

ANEXO G 3 MEDICION PORTATIL DE LA HUMEDAD DEL SUSTRATO).

Nivel de CO2 en al ambiente interior:

Los ciclos diarios de ventilación natural durante el enfriamiento del invernadero se consideran suficientes para el restablecimiento del nivel normal de CO2 cuando se reduzca por el exceso de actividad fotosintética y se normalice cerca de los valores nominales actuales del ambiente en torno a las 400 ppm.

Si para algún manejo especial se requieren fertilizar con CO2, deberá agregarse un controlador ambiental que opere la válvula de liberación de un cilindro del gas envasado en base a la concentración requerida.

(Ver ANEXO G1 MEDICION DEL AMBIENTE TEMP, HRA Y CO2).

5.4 DETALLES DE INTERCONEXIÓN DE SEÑALES DE MANEJO Y SUPERVISIÓN REMOTA

Como se describe en el ANEXO G 5, el tablero de control eléctrico se ocupará de las funciones de protección eléctrica, conexión e interconexión de los dispositivos y señales de manejo.

Por ejemplo, para el caso donde se requiere el manejo automatizado de la ventilación natural, el tablero estará también encargado de intervenir en la misma bloqueando parcialmente la apertura de las ventilas críticas cuando se da el caso que la velocidad del viento resulta excesiva. Para ello utilizará un anemómetro externo ajustable que actuará en caso de ráfagas fuertes (Ver ANEXO G 4) junto con un indicador de dirección de vientos preponderantes preseleccionado previamente.

Asimismo, estará conectado a una foto-celda eléctrica instalada en el exterior del invernáculo que será requerida para la automatización de los controles de temperatura e iluminación artificial.

Por otro lado la supervisión remota quedara a cargo del instrumento sensor SR que mide temperatura y HRA. (Ver: ANEXO G6 SENSOR WI FI DE AMBIENTE REMOTO).

SR tendrá la función de supervisar el ambiente del invernáculo desde cualquier sitio lejano vía WI FI permitiendo la vigilancia continua de los parámetros vitales del cultivo y así generar alarmas configurables a voluntad, en caso de presentarse cualquier situación potencialmente peligrosa o fuera de rango normal.

5.5 CONCLUSIONES FINALES

Como se menciona en la sección 3 el trabajo aplica los conceptos generales aprehendidos durante las cursadas de la TUEV y los particulares contenidos en las materias referenciadas, pero también se basa en el desarrollo de adaptaciones propias buscando el rendimiento óptimo del cultivo bajo cubierta utilizando ejemplos específicos y la información recabada de estudios y productos disponibles en la red.

Confieso que la idea inicial de realizar un invernadero profesional en pequeña escala me sedujo desde siempre. También me alienta la percepción de que se realizan constantemente emprendimientos en ese sentido y el hecho que cualquier posible fracaso en un cultivo protegido parece evitable con previsiones constructivas y aplicando algo de la tecnología disponible localmente.

Por todo ello la propuesta final se centra en realizar una estructura básica que incluya el manejo manual simplificado, totalmente pasible de ser automatizada, en forma gradual y permita ser reequipada con instrumentos y controles en línea con cada avance tecnológico.

Respecto del manejo simplificado se trata de las condiciones mínimas necesarias, por ej. Ventilas con cierres herméticos asistidos eléctricamente, riego por goteo y por micro-aspersores de baja presión, o calefacción por piso radiante, todas tecnologías que están probadas y son relativamente simples de implementar.

En todo el mundo se realizan innumerables esfuerzos de desarrollo para el equipamiento de la automatización y manejo remoto. Se trata de un área donde día a día salen a la luz nuevos productos y aplicaciones que abarcan desde invernáculos chicos hasta invernaderos grandes de alta producción.

Asimismo aparecen otro tipo de empresas de servicio especializadas en el software de manejo y control remoto de invernaderos e invernáculos, ofreciendo sus productos y servicios de abono a los operadores de los mismos. En las referencias se adjuntan algunas informaciones con ofertas, especificaciones y folletos de estos productos como son los casos de: Autogrowproducts y HKIT-IC-002-01-manual, de origen neozelandés.

Es posible entonces que además de producir las estructuras básicas que sólo disponen de un manejo manual simplificado podamos pensar en armar microempresas con capacidad de dar un servicio profesional a los usuarios de estas estructuras domésticas con capacidad de soporte para los ajustes de todo tipo, desde riego del sustrato, el nivel de humedad ambiente recomendada, puesta a punto de sistemas, etc.

Es también importante tener en cuenta que los avances tecnológicos de la actualidad tienden a reducir los requerimientos de atención personalizada en el sitio, aunque la ausencia completa de visualización directa del estado de las plantas siga siendo poco recomendable, pues el ojo experimentado del especialista sigue siendo casi irremplazable, pues por ejemplo: entre otras ventajas permite la detección temprana de plagas o enfermedades y el inicio a tiempo de medidas terapéuticas.

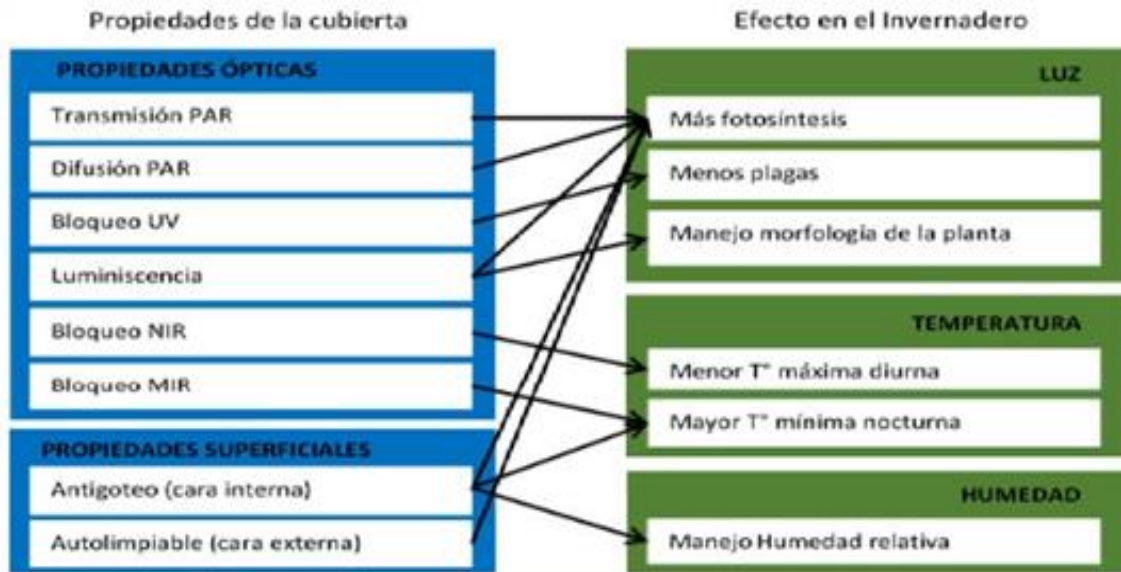
En nuestro caso, de acuerdo con las pautas y premisas propuestas en la sección 2, este proyecto de manejo se plantea con el objetivo simple de cubrir las necesidades inicialmente planteadas, contando con instrumentos y dispositivos de control confiable y asequible localmente evitando en lo posible la contratación de abonos de servicios o licencias especiales.

6 ANEXOS

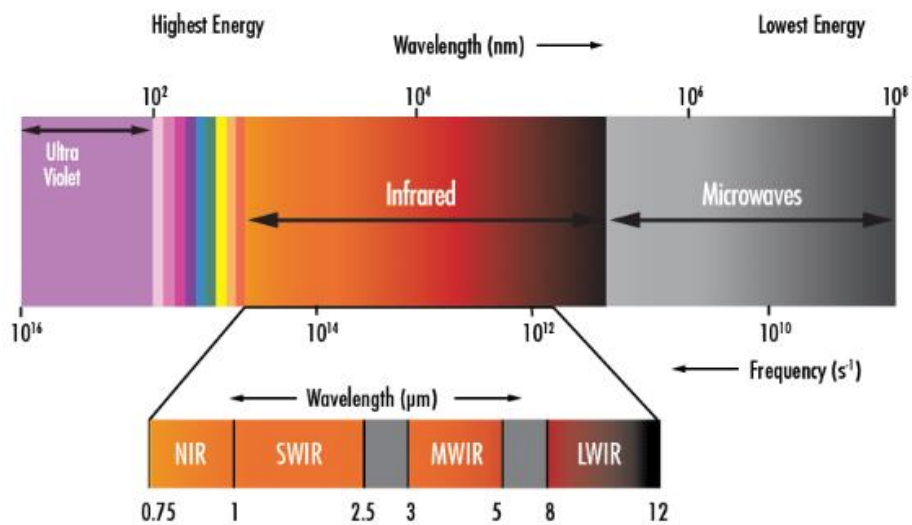
- ANEXO A 1 CUBIERTA Y SELECCIÓN DEL MATERIAL

Propiedades requeridas de la cubierta

A continuación, se presenta un cuadro que describe la influencia de la cubierta sobre el comportamiento y el clima dentro del invernadero.



PAR Radiación fotosintéticamente activa
 UV Radiación ultravioleta
 NIR/NWIR Radiación infrarroja de rango cercano
 MIR/MWIR Radiación infrarroja de rango medio



Selección

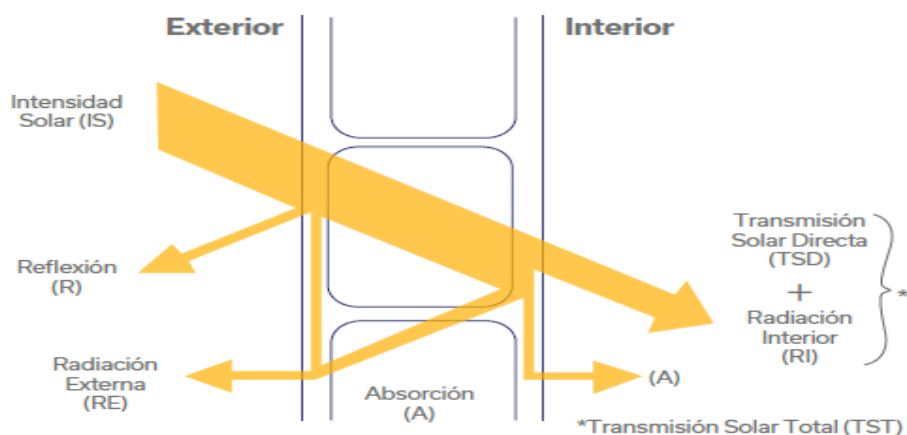
Para la selección de la cubierta se deben analizar varios materiales posibles y disponibles en la zona.

Se verifican las características desde el vidrio hasta el nylon para uso agronómico.

MATERIALES DE CUBIERTA		POLICARBONATO	POLIACRILICO	VIDRIO
		PC	PMM	
PRESENTACION	TIPO	PL. ALVEOLAR 2 P	PL TRANSLUCIDA	V. IMPRESO
ESPESOR	[mm]	10	4	3
TRATAMIENTO EXT		FILTRO UV	FILTRO	NO
TRATAMIENTO INT		ANTI GOTEO		NO
TRANSPARENCIA PAR	[%]	76/83	85 / 93	87 / 90
TRANSPARENCIA UV		MALA	BUENA	M BUENA
OPACIDAD IR		M BUENA	BUENA	M BUENA
PASO UV		NO	NO	SI
FLEXIBILIDAD		SI	POCA	NO
DURACION	[años]	10	>10	>>>10
DENSIDAD	[Kg/m**3]	0.2	1.18	2.4
MEDIDAS STD		210 X 580	1220 X 2440	3600 X 2500
RES. A LA ROTURA		H	H	L

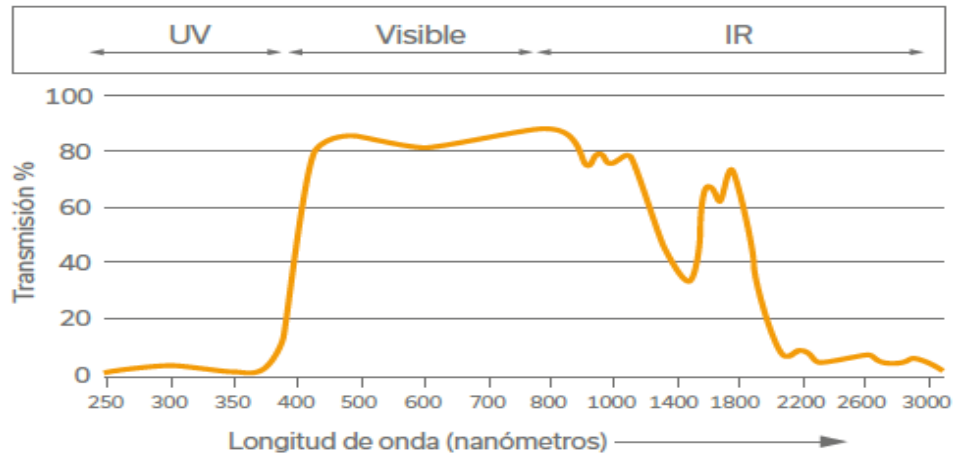
De la comparación de distintos materiales disponibles para una cubierta se selecciona el Policarbonato Alveolar.

Características del Policarbonato Alveolar



Los efectos de las longitudes de onda que llegan a la plancha de Policarbonato Alveolar se denominan intensidad solar (IS), una parte es reflejada (R), otra porción es absorbida (A) por la plancha, siendo emitida tanto al interior como al exterior y otra parte es transmitida directamente al interior del recinto (TSD). La Transmisión Solar Directa más la Emisión al interior forman la Transmisión Solar TOTAL (TST). La proporción o porcentaje de la Reflexión (R), Absorción (A) y Transmisión directa (TSD) son generalmente una resultante que depende en su mayor porcentaje del color de la plancha y en menor medida de su espesor.

Características ópticas del material



UV - B	280 - 315 nm
UV - A	316 - 380 nm
Luz visible	381 - 780 nm
Infra-roja cercana	781 - 1400 nm
Infra-roja media	1401 - 3000 nm

UV: Son las longitudes de onda que, entre otros efectos, provocan la degradación de los materiales.

Vía proceso de co-extrusión incorpora en su cara exterior un recubrimiento que la protege de estos efectos nocivos filtrando un 98% de los rayos en función del color de la plancha y su espesor.

Transparencia del Policarbonato Alveolar según color y espesor

Color	Espesores				
	4mm	6mm	8mm	10mm	16mm
Transparente	83%	82%	82%	80%	76%
Blanco	58%	54%	50%	44%	42%
Bronce	62%	58%	54%	48%	48%
Gris Metalizado	30%	30%	30%	30%	28%

Se selecciona un espesor de 6 mm transparente, como agente modificador del clima natural del lugar posee las siguientes características importantes:

- Transparencia a la radiación solar visible (82 %).
- Duradero y resistente a los golpes.
- Peso reducido menor a 1,7 Kg/m**2 (no sobrecarga la estructura).
- Gran efecto abrigo, retiene el calor interior.
- Filtra los rayos UV
- Conductividad térmica 0,21 W/m °C (DIN52612).
- Flexibilidad

Cabe destacar que la flexibilidad permite el transporte de una placa completa 5,80 m x 2,10 m en un rollo.

Al cubrir completamente una estructura curva de esa manera se evita:

- La acumulación de nieve exterior
- La condensación interior, asimismo si aparece condensación esta fluye hacia las paredes laterales evitando la caída sobre los canteros.

Nota

Debe tenerse en cuenta que las plantas criadas dentro de estos invernaderos crecen siendo protegidas de la radiación ultravioleta del sol, de manera tal que antes de que se las saque al exterior para trasplante y se las confronte con el ambiente exponiéndolas a la radiación solar directa, deberán pasar por un período de rustificación previo.

Referencias



- Folleto del Fabricante
Presentación de producto con características técnicas y recomendaciones de instalación



- Folleto del Fabricante
Presentación de producto y sus accesorios de instalación



- Folleto del Fabricante
FICHA TECNICA: POLICARBONATO ALVEOLAR

- **ANEXO B 1 DISTANCIA ENTRE PORTICOS DE APOYO**

Velocidad del viento 90 Km/h equivale aprox. a 25 m/seg.

Si partimos de una velocidad del viento máxima esperable según la tabla del fabricante se llega a una presión del viento de 383 N/m².

Velocidad del viento m/s	Presión del viento N/m ²	Velocidad del viento m/s	Presión del viento N/m ²
10	61	40	981
15	138	45	1240
20	245	50	1530
25	383	55	1850
30	552	60	2210
35	751	65	2590

Espesor	Distancia de centro a centro entre los apoyos en mm				
	4mm	500			
6mm	690	630	590	570	520
8mm	830	760	720	680	630
10mm	1010	930	875	830	790
16mm	1450	1325	1240	1180	1130
Carga (N/m ²)	480	640	800	960	1120

Según la recomendación de separación entre soportes del fabricante es de 690 mm para una presión del viento de 480N/m².

Del requerimiento de proyecto de 90 Km/h de velocidad máxima de viento esperada y 383 N/m² como presión máxima de viento, vemos que esta se encuentra un 26 %por encima de los requisitos, pero adoptamos este margen como factor de seguridad adicional.

En la implementación práctica utilizamos soportes estructurales de madera rectangulares de 70 x 70 mm cuya superficie de apoyo y soporte de la cubierta es plana y completa ya que esta rectificadas. Entonces la distancia de centro a centro de 70 cm resultando en una separación máxima entre apoyos de 630 mm. Esta disposición permite la utilización de las tres placas de policarbonato requeridas para la cubierta del invernadero, completas y sin cortes dado que se aprovechan sin desperdicios, permitiendo una importante economía en el transporte y montaje. Asimismo, previene de filtraciones de aire en el invernadero e ingresos de humedad o suciedad que reducen las características lumínicas del material.

Referencias

- Folleto del Fabricante
Presentación de producto con características técnicas y recomendaciones de instalación



- Folleto del Fabricante
Presentación de producto y sus accesorios de instalación



• ANEXO B 2 ESTRUCTURA

Para la forma de la estructura se selecciona el techo tipo capilla continuado con paredes paralelas rectas de líneas curvas sin ángulos agudos cuidando el aspecto y el diseño general.

En la forma de techo, la orientación de toda la estructura y la ubicación de las ventilas se tendrá en cuenta el clima patagónico, esto incluye el viento preponderante en la zona junto con la lluvia y la nieve.

Como referencias principales se utilizarán la información de la cursada y apuntes de Jardinería III y los boletines del INTA relevantes para el caso:

- ESTRUCTURAS DE INVERNADEROS, Tipos de construcción(en distintas áreas Europa Mediterránea)
- Clima Exterior en los Invernaderos, recopilación de los profesores de la Cátedra Jardinería.
- Boletín INTA de Divulgación Técnica N° 49 **Producción de hortalizas bajo cubierta: Estructuras y manejo de cultivo** para la Patagonia Norte. Ing. Agr. Norma Iglesias
- Folleto del INTA Invernaderos: Pautas básicas para la construcción en el norte de la Patagonia.

Aunque queda claro que el volumen de aire contenido en el invernadero influye positivamente en aumentar su inercia térmica, la altura máxima se ha

restringido a los 3 metros de manera de mantener una buena resistencia general ante los vientos fuertes que ocurren periódicamente en el lugar de emplazamiento.

Por razones estéticas se descarta la posibilidad de implementar barreras de viento en base a cercos vivos de perennes bajas (60 cm) por ejemplo de *buxus sempervirens* (Boj) que aunque son compactos y efectivos, tardan más de cuatro años en establecerse por lo que no se adecuan a las metas del proyecto inicial.

Respecto de la estructura y la estanqueidad de sus aberturas, según surge de las recomendaciones incluidas en las referencias tenemos que, en toda la construcción se deberá cuidar de tener ventilas y puertas sólidamente abisagradas equipadas con burletes de cierre hermético. Asimismo, deberán ser de fácil abertura, por esta razón se priorizará su operación remota por medio de accionamientos eléctricos motorizados. Esto último será especialmente útil en el caso de las ventilas cenitales altas que en muchos casos quedan fuera del alcance directo del operador del invernadero.

- **ANEXO C1 VERIFICACION DE LA RELACION DE VENTILACION E INERCIA TERMICA**

Siguiendo la recomendación del INTA respecto de las Ventilación Natural las superficies de ventilación y el volumen del invernadero tenemos:

Las ventilas son aperturas superiores e inferiores del invernáculo que deben permitir su manejo de forma fácil y segura.

En particular las aberturas superiores o cenitales deben permitir cerrarse muy bien durante los períodos fríos, para así evitar filtraciones de aire y pérdidas de calor.

Las aberturas inferiores o laterales también deben ser herméticas de manera de evitar el ingreso de corrientes de aire frío que afecten el crecimiento.

Relación de Ventilación:

El área de ventilación total debe representar por lo menos el 25% de la superficie del suelo bajo cubierta. Las aberturas cenitales, aunque difíciles de implementar en los invernaderos con doble techo, son de suma importancia en situaciones de falta de viento y cuando el cultivo es alto y obstruye las aberturas laterales.

Inercia Térmica: La relación entre el volumen de aire encerrado en el invernadero y la superficie del suelo bajo cubierta debe estar entre 1 y 3, cuanto mayor sea el volumen mejor.

Área mínima de ventilación natural



Ilustración 32. Vista general de la disposición de las aperturas del invernadero

Todas las ventilas y puertas serán abisagradas con burletes de manera de asegurar el cierre hermético.

A continuación, se presenta la lista de ventilas con sus superficies de ventilación:

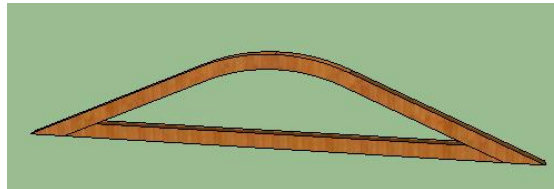


Ilustración 33. Ventila Cenital Este Sup. 1,87 m²

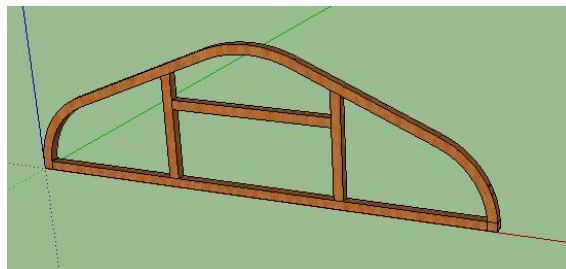


Ilustración 34. Ventila Cenital Oeste Sup. 3,02 m²

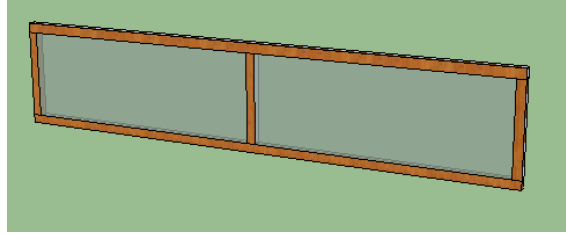


Ilustración 35. Ventila inferior Norte Sup 3 m²

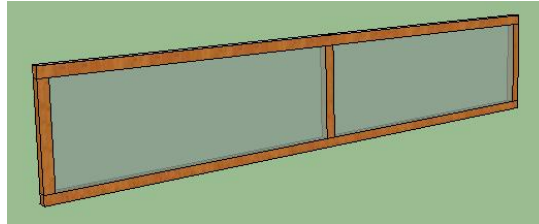


Ilustración 36. Ventila inferior Sur Sup 3 m²

El cálculo de la **Relación de Ventilación** es: **S.Vent./S.Inv.**

Nota: Este cálculo se realiza suponiendo que en el invernáculo no se utilizan mallas antiáfidos.

Tomando en cuenta las superficies de las ventanas cenitales o de techo y las laterales tenemos:

Superficies de Ventilaciones Cenitales

- VC E 1,87 m²
- VC O 3,02 m²

Superficie total de Ventilaciones Cenitales Total 4,89 m²

- VL N 3,00 m²
- VL Sur 3,00 m²

Superficie total de Ventilaciones Laterales Total 6,00 m²

- **Superficie total de Ventilaciones 10,89 m²**
- **Superficie de suelo 25,00 m²**

Entonces, se obtiene una relación de Ventilación:

- **Superficies de Ventilación / Superficie del invernadero >43 %**

Inercia Térmica

El cálculo realizado para obtener la inercia térmica es

Volumen encerrado = 63,00 m³

Por lo que se obtiene una relación de Inercia Térmica:

Volumen encerrado / Superficie del invernadero > 2,5 veces

Referencias

Boletín de Divulgación Técnica N° 49 del INTA

Producción de hortalizas bajo cubierta

Norma Iglesias Estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte

“El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo”

FAO – Roma 2002 Capítulos 3 y 4

ESTRUCTURAS, MATERIALES Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE

• ANEXO D 1 CALEFACCION CÁLCULO DEL REQUERIMIENTO TERMICO

Como datos de diseño se toma las mediciones diarias 2021 y 2022 correspondientes al registro térmico del Aeropuerto CPC Aviador Carlos Campos de la zona:

Ver Fig. 2 y Fig. 3 Registro de temperaturas en ArgentinaChapelcoAero, 2021-2022.

Temperatura del aire exterior (mínima extrema) Tex. – 11 °C

Temperatura interior (máxima de proyecto) T int.+ 12 °C

Temperatura del suelo (mínima estimada) T slo. + 5 °C

Superficie de cubierta en contacto con el exterior 67 m²

Superficie en contacto con el suelo 25 m²

Kc Coeficiente Global de transmisión de calor (PC Alveolar) 3,3W /m²°C

Ks Coef. de transmisión de calor(Placa Pol.exp. 50 mm) 0,2W /m²°C

$$Ct = Kc \times (S1 \times (Ti - Te)) + Ks \times S2 \times (Ti - Ts)$$

Requerimiento Térmico para cubrir la pérdida de calor 7696 W

Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para el Aeropuerto de Chapelco-Aviador Carlos Campos

Datos suministrados por: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/aeropuerto-de-chapelco---aviador-carlos-campos_argentina_7603035

La "máxima diaria media" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes de Aeropuerto de Chapelco - Aviator Carlos Campos. Del mismo modo, "mínimo diaria media" (línea azul continua) muestra la media de la temperatura mínima. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años.

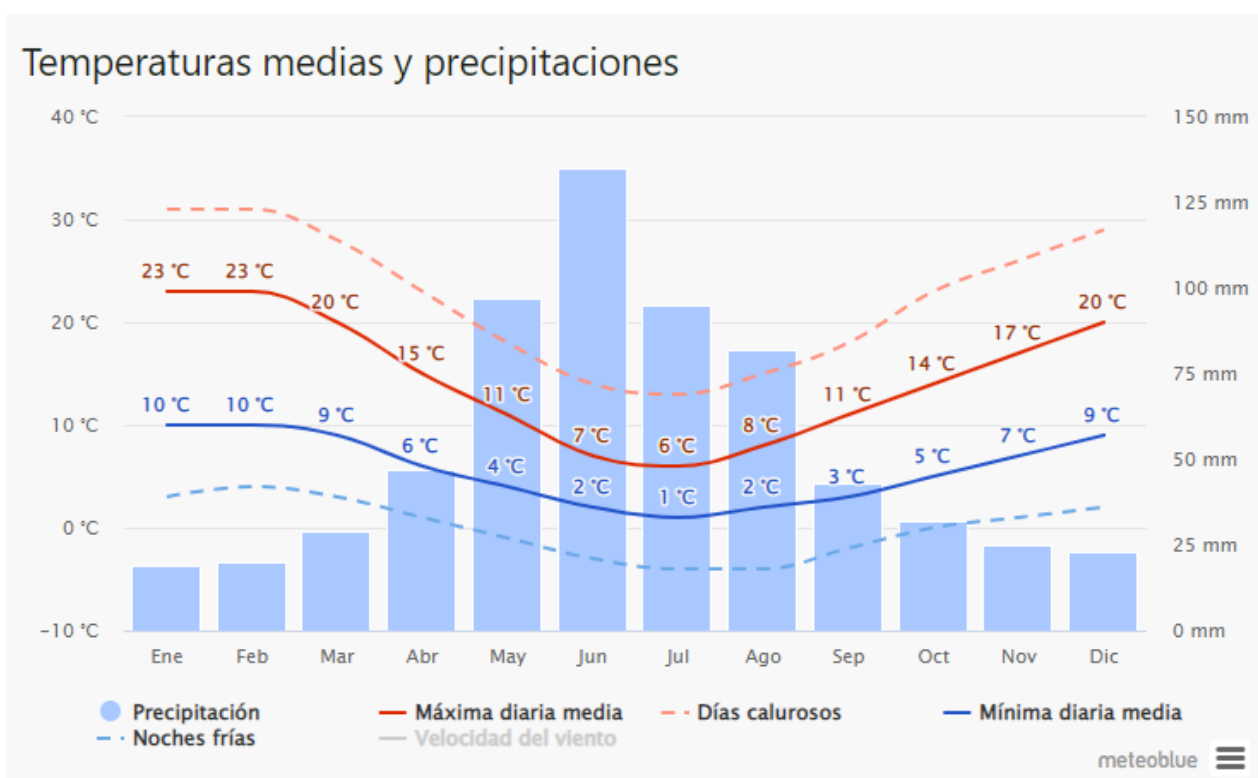


Ilustración 37. Temperaturas medias y precipitaciones

Registro de temperaturas en Argentina Chapelco Aero, 2021-2022.

Día	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic		
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	
1	6,2	31	5,6	19,8	5,4	32,4			19	8,2	11,8	7,4	14,3	1,4	8,5	-8,6	15	-1	14,6	1,9	12,5	0	23,8	6,5	19,5
2	6	33,2	4,2	26,8	8,8	32,6			21	5	11	1,2	12,4	0,6	8,5	-2	19,5	-2,5	15	0	8,4	0	20,2	5,5	20,5
3	12	21,4	7,2	31,5	11,8	31,8			24,2	4,2	11	7,2	13,4	1,4	14	-3	16,4	0,2	15,8	1,2	12,6	5,4	16	8	17
4	9,2	26,4	6,7	33,6	7,6	30,2			25,4	-9	12,2	4,1	3	-0,6	15,2	-3	15	3,6	11,5	1	17,6	2,5	11,5	1,2	24,8
5	10	26,4	6,6	35	15	30,6			17,6	-7,5	15	2,6	8	-4,5	13	-1	13,5	3	13	1,5	13	-3,5	22	4	29,4
6	9,7	29,5	3,8	35,8	13	27,8			16,4	-7,8	16	-5	9,5	-0,1	11,4	2,2	3	-0,2	11,2	-6	13,5	2,2	24,8	5,5	32,3
7	14	24,2	12	26,4	13,2	22,4			16	-4	16,4	1,4	11,5	5	10	0,3	7,5	0,2	7	-6,6	18	3,2	22,5	14,3	28,3
8	6,2	24,5	13	21,5	2,6	28,6			14	3	14,2	5	13,1	0,8	6,7	-10	9,9	0,8	15,4	-3,5	2,2	1,6	24,5	7,4	27,2
9	8,8	17,8	9,1	29,6	4,2	29,7			13,8	5,4	14,2	1	3	0	6,4	-9	12,4	0,5	15,5	-2,5	25	12	2,2	10	27,6
10	10	15,5	12,6	31,4	11	19,7			17	-9,6	12,2	2	8,5	1	8	-7,2	14,6	-1,8	17	8,3	20,5	5	21	7,3	31,6
11	1,8	15,5	11,2	29	8,8	20,5			19	-8,8	14,5	5	15	-0,4	9,2	-2,6	10,2	1,6	17,5	0	22,4	2,6	26	8,5	21,5
12	-0,6	23,6	3,2	30,2	1	27,6			21,4	-3	18,2	8,6	14,6	0	10	-5,1	11,2	0,2	7,5	0,2	21,8	8,8	21,5	4,8	13,5
13	0	27	12,8	27,2	2,4	27,5			24	0	19,6	3,5	12	-2	10,6	-8,4	16	-0,2	8	4,5	13,2	5,6	13	5,6	19
14	5,8	23,6	9	26	5,6	28,8	6,4	19,6	0	16,8	-5,4	6,2	-5	8,3	-6,4	17,4	0,6	8,4	1	8,8	5	13,6	4,5	21,5	
15	8,2	16,6	8,4	25	12,8	23,8	7,2	20,5	-0,1	14,7	-8,2	6	-0,2	9,7	-1,4	9,6	3,5	10,5	1	12	2,5	12,4	3,6	26,2	
16	7,6	24,5	7,6	24,8	9,2	20	2,8	20,2	-5,1	14,2	-7,5	4	0	5,8	3,2	3,2	3	17,5	4,5	11,5	-3,2	19	1,4	31,5	
17	4,8	28,4	11,4	20			13,2	-1,7	20,7	-2,8	12	-2,3	2,5	-0,5	8	3	10	6	13,4	4	19		21,7	12,5	24,6
18	5,4	33	10,1	17,5			18,4	5,4	21,6	-6,4	9,6	-0,2	2,5	-8,4	10,4	0,5	6,5	2,4	12,6	0,2	24		25,5	3,2	28,4
19	5,7	32,6	2,8	21			19	5,5	18,8	-3,5	15	-4,8	8,8		14,4	0,1	7,3	-0,5	13,5	0,5	27,4	3,5	28,5	10,9	30,6
20	4,8	35,5	0	24,4			18	3,4	16,6	1	13	-9,4	8	8,6	17,1	0	5,5	-4,4	16,6	5	21	9	26,3	7,4	30,4
21	8,8	34,2	7,4	20,2			24,1	8,5	13,5	0	9,2	2,5	8,5	-0,3	16	0	3,2	-3	19,6	7,3	15	10,2	23	7,2	29,8
22	10,2	36,6	9,1	20			24,8	5	16,8	2,6	11,4	0,2	3,4	4	16	0	5	7,4	14,2	1	14,6	10,6	25,2	5,4	32,6
23	14,4	32,4	2,3	30			20,5	4,3	16,3	3	11	-1	9	2	11	-4,6	7	2	20	4,3	13,8	3	29,6	10,7	30
24	7,2	31	8,4	32,5			18,6	4	20,4	7	12	3	9	-1,5	11	-1,6	5,8	-1,6	25,8	5	14	8	25	11,4	28,4
25	10,8	23	5,2	34,8			16,6	-4,6	19,2		12,3	0,8	6	2,7	7,1	1,8	6	6	18,8	10	14,6	11,7	19,5	6,6	31
26	7	21,4	14	31,8			22,6	0,5	20,5		15,3	-2,5	6,2	-0,1	8,1	-0,2	6,5	-1,8	12,5	8,5	22,5	2,9	25	6,5	32
27	5	17,4	7,9	30,5			24,7	-1,7	19,2		15,4	-10,3	7	-6,2	10	-0,4	8,5	-5,3	15,1	0,4	27	7,5	18,5	12	28,4
28	9	17,4	7,8	30			25	-0,2	21	3,5	9,5	-11	8,5	-7,8	12,6	3,6	11	-5,6	19,2	4	26,5	5	22	11	32,3
29	8,6	24,5					26,6	-1	20,2	0,9	6,5	-10	3,8	-6,8	16	2,8	18,8	-2	17,4	7,8	23,1	6,7	27	14,4	26
30	7,7	25,7					26,2	6,5	15,2	3,2	11,5	-8,6	9,5	0,4	10	6	14,6	3	11,4	4,4	18,6	7,2	26,3	8,6	19,6
31	4,6	15,8					24,6			7,7	12			-3	9	-1	12,4			6,8	18,5			7,3	16,8
Prom	7,4	25,7	8,3	27,4	---	24,4	---	19	-0,4	13,2	-0,9	8,8	-0,6	10,7	-1,6	10,8	0,5	14,5	2,4	17,8	5,2	21,9	7,7	26,2	

Ilustración 38. Registro de temperaturas año 2021

Día	Mín	Máx	Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic		
			Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	
1	6,2	31	5,6	19,8	5,4	32,4			19	8,2	11,8	7,4	14,3	1,4	8,5	-8,6	15	-1	14,6	1,9	12,5	0	23,8	6,5	19,5
2	6	33,2	4,2	26,8	8,8	32,6			21	5	11	1,2	12,4	0,6	8,5	-2	19,5	-2,5	15	0	8,4	0	20,2	5,5	20,5
3	12	27,4	7,2	31,5	11,8	31,8			24,2	4,2	11	7,2	13,4	1,4	14	-3	16,4	0,2	15,8	1,2	12,6	5,4	16	8	17
4	9,2	26,4	6,7	33,6	7,6	30,2			25,4	-9	12,2	4,1	3	-0,6	15,2	-3	15	3,6	11,5	1	17,6	2,5	11,5	1,2	24,8
5	10	26,4	6,6	35	15	30,6			17,6	-7,5	15	2,6	8	-4,5	13	-1	13,5	3	13	1,5	13	-3,5	22	4	29,4
6	9,7	29,5	3,8	35,8	13	27,8			16,4	-7,8	16	-5	9,5	-0,1	11,4	2,2	3	-0,2	11,2	-6	13,5	2,2	24,8	5,5	32,3
7	14	24,2	12	26,4	13,2	22,4			16	-4	16,4	1,4	11,5	5	10	0,3	7,5	0,2	7	-6,6	18	3,2	22,5	14,3	28,3
8	6,2	24,5	13	21,5	2,6	28,6			14	3	14,2	5	13,1	0,8	6,7	-10	9,9	0,8	15,4	-3,5	2,2	1,6	24,5	7,4	27,2
9	8,8	17,8	9,1	29,6	4,2	29,7			13,8	5,4	14,2	1	3	0	6,4	-9	12,4	0,5	15,5	-2,5	25	12	2,2	10	27,6
10	10	15,5	12,6	31,4	11	19,7			17	-9,6	12,2	2	8,5	1	8	-7,2	14,6	-1,8	17	8,3	20,5	5	21	7,3	31,6
11	1,8	15,5	11,2	29	8,8	20,5			19	-8,8	14,5	5	15	-0,4	9,2	-2,6	10,2	1,6	17,5	0	22,4	2,6	26	8,5	21,5
12	-0,6	23,6	3,2	30,2	1	27,6			21,4	-3	18,2	8,6	14,6	0	10	-5,1	11,2	0,2	7,5	0,2	21,8	8,8	21,5	4,8	13,5
13	0	27	12,8	27,2	2,4	27,5			24	0	19,6	3,5	12	-2	10,6	-8,4	16	-0,2	8	4,5	13,2	5,6	13	5,6	19
14	5,8	23,6	9	26	5,6	28,8	6,4	19,6	0	16,8	-5,4	6,2	-5	8,3	-6,4	17,4	0,6	8,4	1	8,8	5	13,6	4,5	21,5	
15	8,2	16,6	8,4	25	12,8	23,8	7,2	20,5	-0,1	14,7	-8,2	6	-0,2	9,7	-1,4	9,6	3,5	10,5	1	12	2,5	12,4	3,6	26,2	
16	7,6	24,5	7,6	24,8	9,2	20	2,8	20,2	-5,1	14,2	-7,5	4	0	5,8	3,2	3,2	3	17,5	4,5	11,5	-3,2	19	1,4	31,5	
17	4,8	28,4	11,4	20			13,2	-1,7	20,7	-2,8	12	-2,3	2,5	-0,5	8	3	10	6	13,4	4	19		21,7	12,5	24,6
18	5,4	33	10,1	17,5			18,4	5,4	21,6	-6,4	9,6	-0,2	2,5	-8,4	10,4	0,5	6,5	2,4	12,6	0,2	24		25,5	3,2	28,4
19	5,7	32,6	2,8	21			19	5,5	18,8	-3,5	15	-4,8	8,8		14,4	0,1	7,3	-0,5	13,5	0,5	27,4	3,5	28,5	10,9	30,6
20	4,8	35,5	0	24,4			18	3,4	16,6	1	13	-9,4	8	8,6	17,1	0	5,5	-4,4	16,6	5	21	9	26,3	7,4	30,4
21	8,8	34,2	7,4	20,2			24,1	8,5	13,5	0	9,2	2,5	8,5	-0,3	16	0	3,2	-3	19,6	7,3	15	10,2	23	7,2	29,8
22	10,2	36,6	9,1	20			24,8	5	16,8	2,6	11,4	0,2	3,4	4	16	0	5	7,4	14,2	1	14,6	10,6	25,2	5,4	32,6
23	14,4	32,4	2,3	30			20,5	4,3	16,3	3	11	-1	9	2	11	-4,6	7	2	20	4,3	13,8	3	29,6	10,7	30
24	7,2	31	8,4	32,5			18,6	4	20,4	7	12	3	9	-1,5	11	-1,6	5,8	-1,6	25,8	5	14	8	25	11,4	28,4
25	10,8	23	5,2	34,8			16,6	-4,6	19,2		12,3	0,8	6	2,7	7,1	1,8	6	6	18,8	10	14,6	11,7	19,5	6,6	31

• ANEXO D 2 SISTEMA DE CALEFACCION

Sistema

Por razones de disponibilidad local se propone el uso de una caldera standard para piso radiante ya que permite calentar el sustrato y el ambiente de manera defavorecer el desarrollo y el crecimiento precoz.

Como método de calentamiento del piso se selecciona el que trabaja mediante agua caliente conducida por mangueras de manera que se pueda operar con equipos que funcionan con energía eléctrica de la red monofásica o con gas, como opción en casos especiales cuando exista disponibilidad. Quedan descartados los sistemas que trabajan en base a conductores eléctricos, como es el cable calefactor en el piso, dado que no permiten operar con gas como segunda opción.

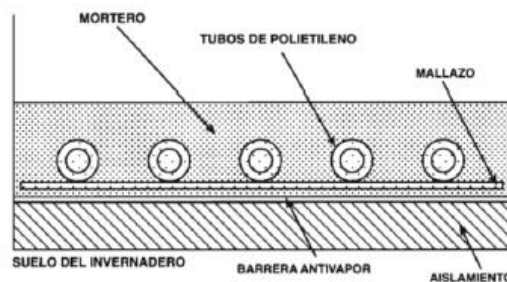
Nota: Las calderas para piso radiante canlientan agua a baja temperatura en forma regulada y sin condensación. Si existiese la opción de emplear una caldera a gas deben seleccionarse una de tiro balanceado ya que poseen un circuito ingreso de aire y salida de gases de combustión "forzado", independiente del exterior de manera de evitar conectar el ambiente interior del invernadero con el exterior.

Para distribuir el calor se utilizarán mangueras enterradas en el suelo y en el mismo sustrato de manera de mantener su temperatura regulada según la especie que se quiere cultivar.

Para el sustrato se recomienda mantener su temperatura por encima de los 15°C sin superar los 25 °C.

Se propone armar un circuito en el suelo y tres circuitos en el sustrato uno para cada uno de los dos canteros grandes y otro para la mesa de propagación. Cada circuito estará equipado controlado desde un distribuidor general con capacidad de regulación independiente y cierre completo.

Por debajo del piso se instalará una capa de aislación con barrera de vapor de manera de reducir la disipación de energía térmica hacia el terreno más profundo. En el sustrato de los canteros y por encima de las mangueras de calefacción existirá una protección de manera de evitar dañarlas con las herramientas de labranza.



Fuente: Grupo de Investigación SCI. Novedades Agrícolas apuesta por nuevos sistemas de calefacción por Suelo Radiante en sus Invernaderos. Universidad Politécnica de Madrid. 2015.

(Bonilla, 2019,)

Componentes

Los componentes del sistema son los mencionados a continuación:

- **Aislante del suelo:** Plancha de poliuretano expandido de alta densidad y nanta barrera de vapor
- **Concentrador de circuito**
- **Termostatos**
- **Caldera**

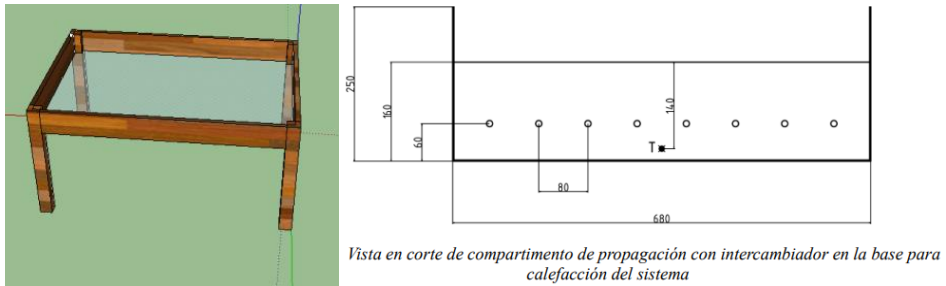


Ilustración 40. Mesa de propagación



Ilustración 41. Colector de 3 circuitos



Ilustración 42. Caldera

Descripción

Las Calderas Eléctricas Flowing Serie Luxus SC están diseñadas y desarrolladas para operar en sistemas de calefacción por agua con radiadores, piso radiante o fan-coils. Puede ser utilizada como complemento de equipos de calentamiento de agua por bomba de calor o colectores solares, para climatización de piscinas en forma indirecta y en sistemas de generación y acumulación de agua caliente sanitaria.

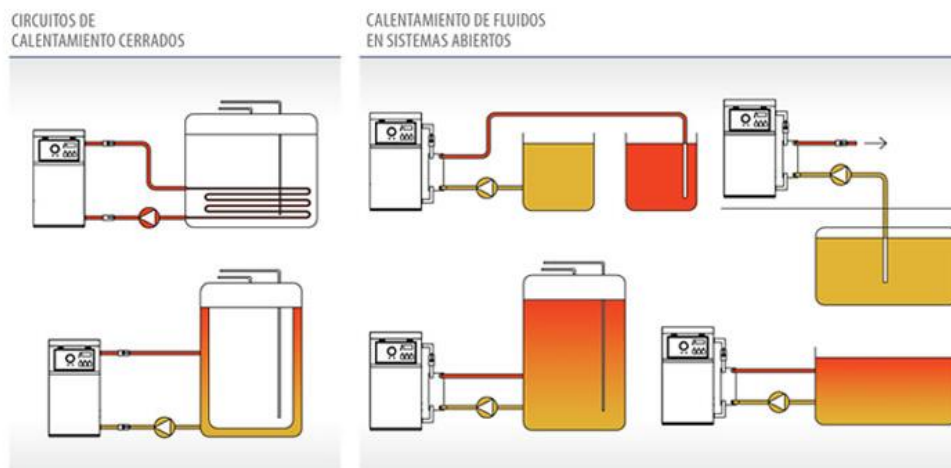


Ilustración 43. Caldera Eléctrica Para Calefacción Luxus SC-8 (FLOWING L.)

Equipo Monofásico o Trifásico (según pedido).

Puede climatizar de forma segura, limpia, económica sin necesidad de utilizar gas, gas oil, leña u otro combustible fósil.

Caldera Mural con tablero eléctrico incorporado al gabinete.

Secuencia de entrada en operación (progresiva, en etapas)

Incluye bomba circuladora, termostato de seguridad y alarma de temperatura.

Gabinete en Acero Inoxidable ancho 500 mm prof. 500 mm, resistencias blindadas intercambiables.

Alimentación: 220/380 Volt. 50 Hz Consumo eléctrico 8 Kw/h

(LUXUS)



REF	DESCRIPCION
1	MANOMETRO
2	LUCES INDICADORAS ESTADO DE FASES
3	TERMOSTATO ELECTRONICO
4	LUZ ALARMA DE TEMPERATURA
5	LUZ ALARMA DE PRESION
6	TECLA "ECONO"
7	TECLA "BOMBA", PERMITE ENCENDER LA BOMBA SIN ENCENDER LA CALDERA.
8	TECLA DE ENCENDIDO

Modelos de Termostatos Electrónicos y Aplicaciones en Calderas LUXUS SC

MODELO	TEMPERATURA TRABAJO - ETAPAS	TIPO DE SENSOR	MAXIMA TEMPERATURA DE TRABAJO	MAXIMA POTENCIA
FULL GAUGE 511 / 512	SP1	NTC	75°C	HASTA 24 kW
FULL GAUGE 518	SP1 y SP2	NTC	75°C	HASTA 24 kW
FULL GAUGE 543	SP1, SP2 y SP3	PT100	85	HASTA 60 kW

Modificación de la Temperatura de Trabajo

Dependiendo del tipo de controlador de temperatura, el usuario puede modificar los valores de **SP1**, **SP2** y **SP3** procediendo de la siguiente forma:

Presione unos segundos el botón del centro en el termostato electrónico (SET). Aparecerá en pantalla "SP1", y un segundo más tarde la indicación de la temperatura programada.

Para modificarla, subir o bajar con los botones inferior y superior. Haciendo un Click en el botón de SET, se mostrará "SP2", y unos segundos más tarde la temperatura programada para SP2. Se procede de la misma forma para modificar los valores de temperatura. Repetir la operación para modificar "SP3". Una vez modificada esta temperatura, finalmente se sale del modo programación manteniendo por unos segundos la tecla SET apretada.



• ANEXO D 3 SISTEMAS DE VENTILACION

Sistemas

Introducción

En el invernadero los sistemas de calefacción y ventilación tienen como objetivo lograr valores de temperatura y humedad lo más cercanos posibles a los óptimos de producción, dada la alta sensibilidad de los cultivos a esos parámetros se requieren técnicas de control climático eficientes desde todo punto de vista, asimismo la distribución y variación de esos parámetros debe mantenerse lo más uniformemente posible dentro del ambiente.

En general la mayoría de las plantas cultivadas en invernadero se ajustan a temperaturas óptimas de crecimiento diurno de entre 17 °C y 27 °C, con extremos de biológicos por debajo de 10 °C y por arriba, cercanos a los 35 °C.

Con temperaturas exteriores de hasta 27 °C la temperatura interior se puede controlar por medio de la ventilación natural, para temperaturas exteriores más altas ente 30 a

35 °C y si estas se mantienen por períodos prolongados, se deberá implementar medidas de enfriamiento artificial de manera de mantener el estado fisiológico del cultivo. Asimismo el ingreso del aire exterior es esencial para reponer el CO₂ consumido en la fotosíntesis por las plantas interiores.

De todo esto se deduce que la posición y el tamaño de las ventilas definen fuertemente la eficiencia de la ventilación y las condiciones climáticas internas.

Ventilación Natural

Dimensionamiento y posicionado de las Ventiladas

Para la selección de las ubicaciones se utilizaron recomendaciones de cátedra de Jardinería III, FAO CAPÍTULO 4_ CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE e INTA, tratando de usar la máxima diferencia de altura entre las Ventiladas laterales inferiores y las cenitales superiores, de manera de favorecer el intercambio natural del aire buscando maximizar el efecto chimenea.

Como se encuentra desarrollado en el ANEXO C 1 VERIFICACION DE LA RELACION DE VENTILACION E INERCIA TERMICA.

Siguiendo la recomendación del INTA respecto de las Ventilación Natural las ventiladas y sus superficies de ventilación tenemos:

Deben ser de fácil manejo. Estas aberturas deben cerrarse muy bien durante los períodos fríos, para evitar filtraciones de aire.

Que el área mínima debe representar por lo menos el 25% de la superficie de suelo cubierta. Las aberturas cenitales, aunque difíciles de implementar en los invernaderos con doble techo, son de suma importancia en situaciones de falta de viento y cuando el cultivo alto obstruye las aberturas laterales inferiores.

Del cálculo de la **relación de superficies S.Vent./S.Inv.** , incluido en el ANEXO C 1, se llega a un valor de alrededor del 43 % por encima del 25 % recomendado, con lo que se concluye que será suficiente para garantizar una buena ventilación del ambiente interior con muy bajo casi nulo consumo de energía.



Figura 1. Vista general

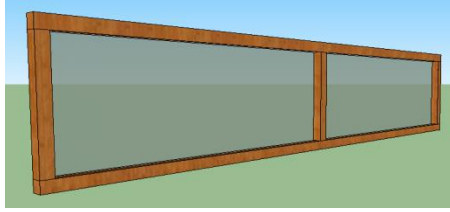


Figura 2. Ventila lateral N

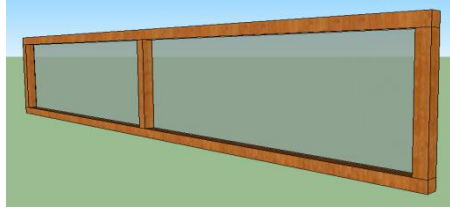


Figura 3. Ventila lateral S

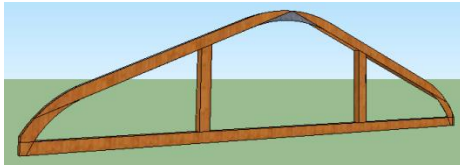


Figura 4. Ventila cenital E

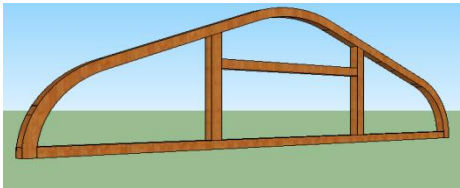


Figura 5. Ventila cenital O

Es primordial que la tasa de ventilación sea alta, pues si dado el caso que las ventilas deban usarse cubiertas con una malla antiáfidos o antiplagas, y esto implica que se obstruye parcialmente el libre paso del aire en función de su porosidad, ésta se verá disminuida según la siguiente curva.

Relación entre ventilación del invernadero y porosidad de la malla anti-plagas (IFAPA, 2010)

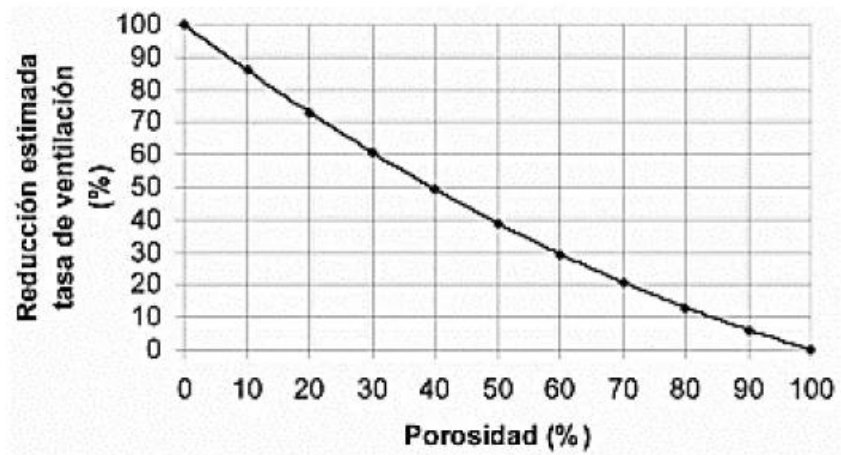


Figura 6. Reducción de la tasa de ventilación en función de la porosidad de la malla antiáfidos

Accionamiento motorizado de las Ventilas

Para el accionamiento eléctrico, importa aquí que permita una abertura segura y firme y un cierre fuerte que evite el ingreso de aire frío en las épocas invernales.

Se selecciona un motor de brazo robusto, preparado para un ambiente exterior húmedo, con fin de carrera incluido, fácil de controlar y que permita el desbloqueo manual en el caso de un eventual corte de energía eléctrica.

DOMO MOTOR

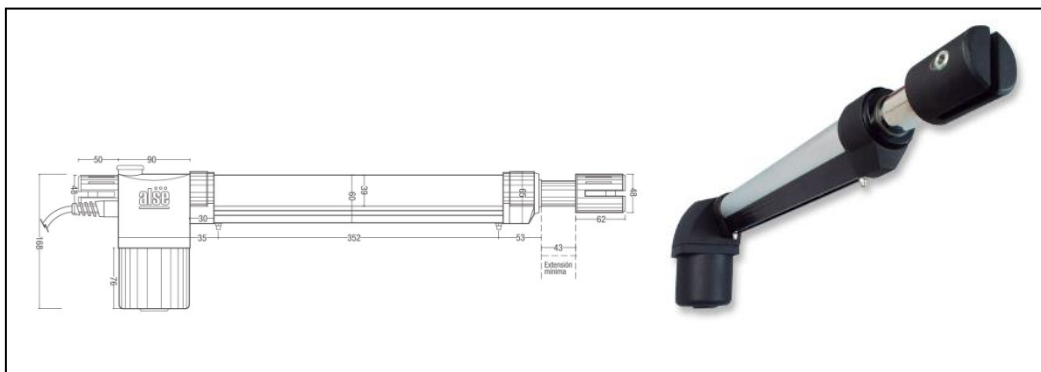


Figura 7. Brazo motor, esquema y vista

Características

- Sistemas de transmisión de precisión fabricados en aceros especiales, nylon y bronce.
- Mínimo mantenimiento

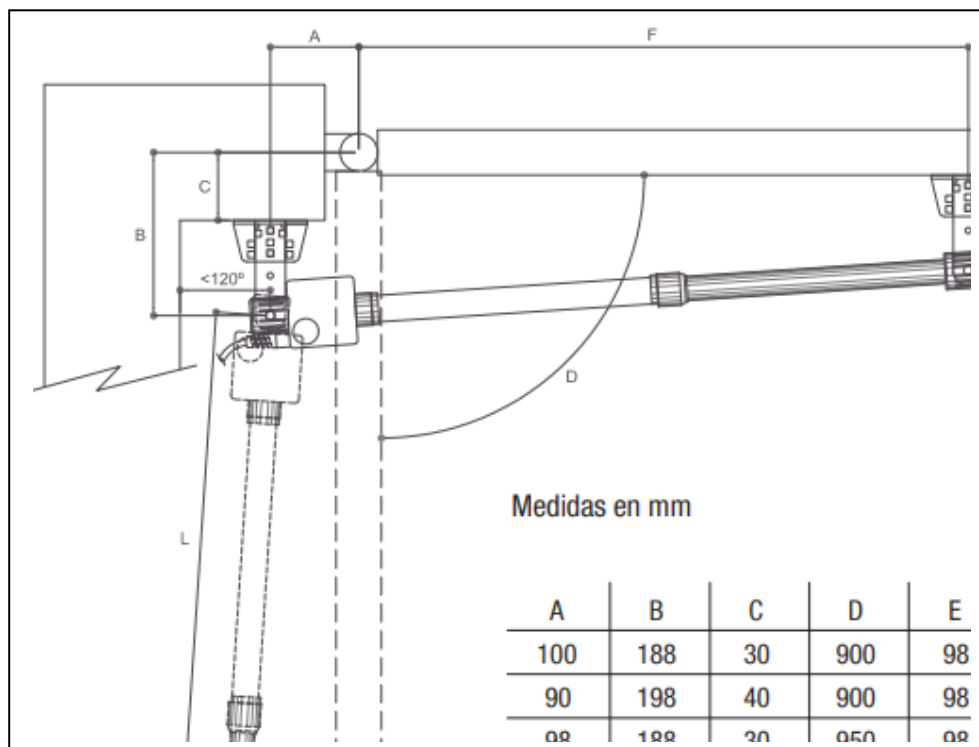
- Final de carrera ajustable para la apertura y cierre seguro. Incluye el kit de accesorios.
- Menor esfuerzo del motor-reductor y mayor durabilidad.
- El motor eléctrico protegido por termostato de seguridad. Seguridad de cierre, motor irreversible y desbloqueo mediante la llave personalizada.

Ver.:

ManualDomo220

DomoCentralQ35-220

Esquemas de Instalación



esquema y medidas para la correcta instalación

Figura 8. Brazo motor,

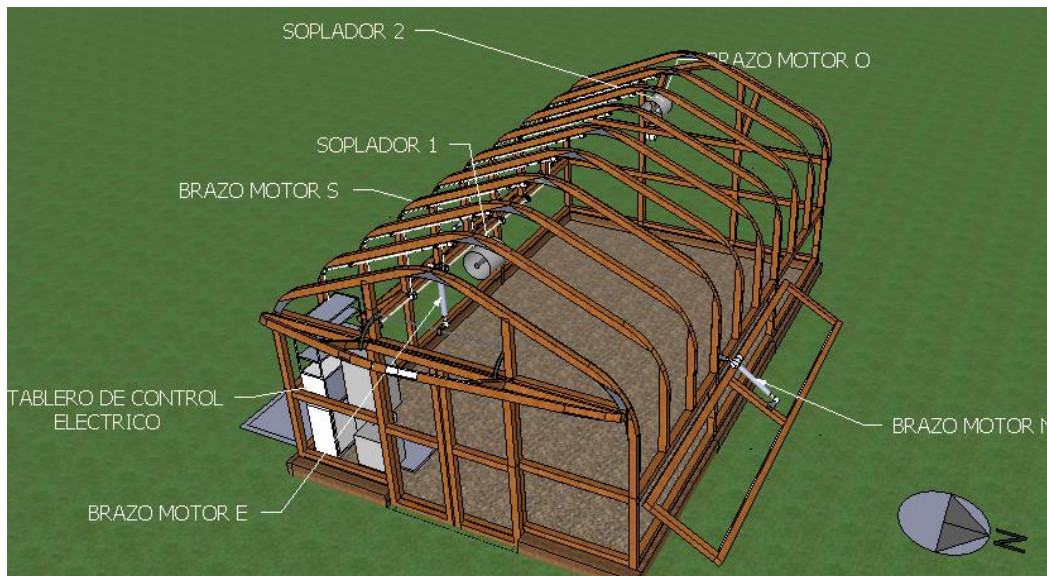


Figura 9. Instalación de los brazos motores de ventilas

Opciones de control

Para manejar la apertura y cierre de las ventilas se puede usar un control local, usando interruptores manuales. El mismo puede ser remoto cercano con controles remotos inalámbricos, controlados por medio del celular en caso de que se cuente con servicio de red celular o con una red WiFi.



Figura 10. Control inalámbrico

Módulo WI-FI para Portones Automáticos

El módulo Wi-Fi permite:

- Manejar la apertura de ventilas desde donde se esté
- Verificar su estado
- Controlar el historial de sus movimientos.

Ver.: **Wi-Gate News2023**

wi-gate

Nota 1

Los controles de **Sistema de Ventilación** Natural se maneja desde el Tablero de Control Eléctrico, allí llega la señal del anemómetro que, cuando la velocidad del

viento sea excesiva, estará encargado de bloquear o dado el caso, anular parcialmente la apertura de las ventilaciones.

Ver.: ANEXO G4 ANEMOMETRO Wind Klik

ANEXO G 5 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO

Ventilación Forzada

Cálculo de la Ventilación Forzada para N = 40

Las renovaciones de aire por hora "N" indicarán el caudal Q de aire necesario.

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \text{volumen del local} \times N \quad N = 40$$

$$\text{Volumen del invernáculo de } 6 \times 4 \times 2.5 = 60 \text{ m}^3$$

Entonces:

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = 60 \text{ m}^3 \times 40$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = 2400 \text{ m}^3\text{/h}$$

Del listado de productos disponibles se selecciono un ventilador con capacidad de ventilacion de 1750 m³/ h, operacion reversible y a bajas rpm (1500rpm) y bajo consumo (70 W) .

Ver Fig 1 folleto del producto

El número de ventiladores será:

$$N = Q \text{ total} / q \text{ (caudal de un ventilador)}$$

$$N = 2400 / 1750$$

$$N = 1,37 \text{ entonces se requerirán dos unidades}$$

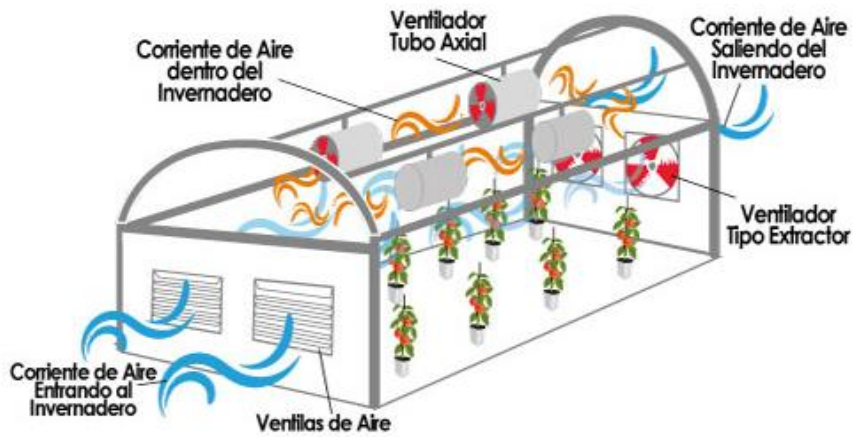
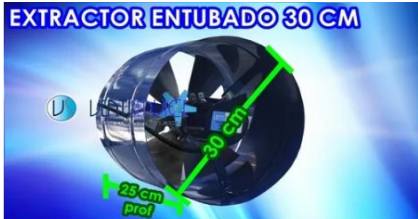


Figura 11. Esquema de un sistema de ventilación forzada


Se propone ventilar en base a dos forzadores industriales reversibles capaces c/u de manejar un caudal de 1750 m³/h extrayendo aire caliente de manera de operar en forma independiente y automática en base a un termostato de accionamiento a una temperatura máxima ajustable.



EXTRACTOR ENTUBADO 30 CM

Diámetro	20 cm	25 cm	30 CM	35 CM	40 CM
Tensión (V)	220 V	220 V	220 V	220 V	220 V
Potencia (W)	70	70	70	147	147
HP	1/8	1/8	1/8	1/6	1/6
RPM	2800	2800	1500	1500	1500
Caudal m ³ /h	1000	1100	1750	2100	3360

Extractor Reversible



Control de Temperatura

Figura 12. Conjunto extractor soplador reversible con termostato

El arranque de la ventilación forzada típicamente se inicia en forma automática cuando la temperatura ambiente supera la indicada en el control de temperatura, también se posibilita el manejo manual desde el Tablero de Control Eléctrico.

La dirección preponderante del viento se usa para alinear según ella la dirección de ventilación de los sopladores, el sentido de extracción se ajusta manualmente o vía un mando remoto.

- **ANEXO D 4 SISTEMAS DE RIEGO**

Sistema de Riego por goteo controlado por: interruptores on/off programables o computadora de riego.

Descripción

El sistema se base en introducir humedad directamente en el sustrato donde están las raíces de las plantas.

El Ingreso de agua se conforma en base a un filtro general de entrada conectado a la red de suministro. Ver Fig. 1

Un reductor de presión fijo que reduce la presión de red a la presión adecuada para las cañerías de riego por goteo de alrededor de 1,5 atm. Ver Fig. 2

Se prevé una red con topología tipo estrella con tres ramas o circuitos chicos de mangueras de riego cuya actuación individual será controlada por una válvula solenoide. Ver Fig. 3

La manguera de riego por goteo posee una mini-perforación a cada 30 cm cuya función primordial es dosificar regularmente el riego del sustrato, al final de la misma un tapón termina el conducto.

La válvula solenoide tiene la capacidad de habilitar o cerrar cada circuito de riego y se conecta con sus comandos por medio de una línea eléctrica de baja tensión (24 Vca.).

Los comandos serán de dos tipos: interruptores on/off programables Ver Fig. 4 y 5, o directamente el panel de conexión de una computadora de riego. Ver Fig. 6.

La cantidad de agua de riego suministrada en el sustrato (pluviometría) se maneja variando el período de riego es decir la actuación o habilitación diaria de cada una de las válvulas solenoide.

El manejo del sistema puede ser manual o automático, cuando se trabaja forma manual se mide de esta forma el contenido de humedad de cada sustrato y ajusta manualmente los períodos de riego hasta lograr el nivel apropiado según el requerimiento de la especie y los niveles de evapotranspiración reinantes. Ver Fig. 7 Cuando se trabaja en forma automatizada el sensor de humedad de la computadora de riego hace el trabajo y maneja los períodos de riego necesarios para mantener el nivel de humedad del sustrato. Ver Fig. 8 y 9.



Ilustración 44. Filtro de entrada



Ilustración 45. Reductor de presión de red

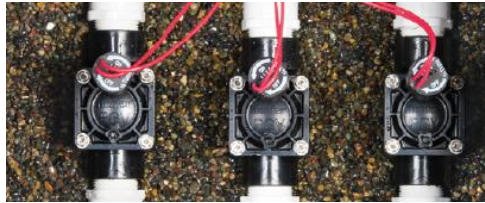


Ilustración 46. Conjunto de 3 válvulas solenoide



Ilustración 47. Interruptor on/off programable



Ilustración 48. Interruptor on/off programable por Wi-Fi



Ilustración 49. Computadora de riego



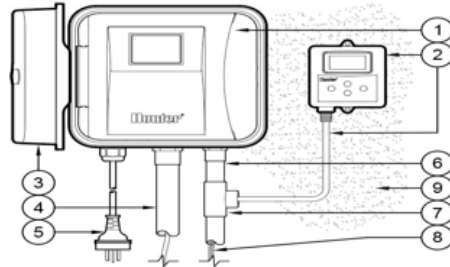
Ilustración 50. Medidor portátil de la humedad del sustrato



Ilustración 51. Sensor de humedad del sustrato



Ilustración 52. Computadora de riego con su interfaz al sensor de humedad



DETAIL LEGEND:

- ① IRRIGATION CONTROLLER, INDOOR/OUTDOOR WALL MOUNT, PER PLAN
- ② SOIL-CLIK MODULE AND PROVIDED CABLE
- ③ PLASTIC CONTROLLER DOOR
- ④ CONTROL WIRE CONDUIT TO PLANTER, SIZE AS REQUIRED
- ⑤ 120 VAC CABLE & PLUG FOR CONNECTION TO GROUNDED 120 VAC POWER RECEPTACLE
- ⑥ SOIL-CLIK WIRE CONDUIT, 3/4"[19mm] SIZE.
- ⑦ 3/4"[19mm] TEE FOR SOIL-CLIK SENSOR CABLE
- ⑧ TWO (2) WIRES TO PROBE
- ⑨ SURFACE TO MOUNT CONTROLLER PER PLAN

NOTES:

- A. COMPLETE INSTALLATION IN ACCORDANCE WITH HUNTER'S SPECIFICATIONS. REFER TO PRODUCT INSTALLATION GUIDE PRIOR TO INSTALLATION.
- B. CONTROLLER ACCEPTS 120 VOLTS A.C. OR 230 VOLTS A.C. (INTERNATIONAL MODEL). HARD WIRE OR PLUG INTO A GROUNDED POWER SOURCE.
- C. MODEL NUMBER AND SPECIFICATIONS PER PLAN.
- D. MOUNT CONTROLLER LCD SCREEN AT EYE LEVEL WHEN FEASIBLE..

XX IRRIGATION CONTROLLER, WALL MOUNT WITH SOIL-CLIK
Hunter® S.SC.01

NOT TO SCALE
 Rev. 2/14/05-03

Ilustración 53. Computadora de riego conectada a su sensor de humedad de Sustrato

Sistema de Riego por micro aspersores y micro difusores

Descripción

El sistema permita humedecer el ambiente y la parte aérea de las plantas del invernadero.

Aplicaciones Típicas

- Aumenta la humedad del ambiente.
- Brinda condiciones perfectas para la propagación de la planta.
- Reduce la temperatura en el invernadero.
- Permite la aplicación de pesticidas.

Los emisores, micro aspersores, distribuyen el agua en forma de muy fina, una lluvia enfocada por encima de la zona foliar del invernadero.

Los micro-difusores también son conocidos como nebulizadores se utilizan frecuentemente en espacios cerrados, como invernaderos o viveros, para crear ambientes húmedos y bajar la temperatura interior extrayendo el calor con ayuda de la ventilación.

Se suelen instalar colgados del techo o la estructura y trabajan con presiones más altas que el riego por goteo generalmente entre 3 y 4 bares.

El paso de sus boquillas suele ser de diámetro muy fino, por lo que hay que extremar las precauciones en el filtrado del agua. De esta forma las gotas generadas quedan envueltas en el aire y no llegan al suelo, es lo que se conoce como efecto "mist" que permite la refrigeración o extracción de calor del recinto.

Generalmente el sistema se encuentra conectado a la computadora o equipo de control que deberá actuar según la programación adecuada según el tipo de propagación que se está realizando.

La instalación típica se compone de un filtro de entrada, un reductor de presión, una o varias válvulas solenoide c/u conectada vía su cañería de distribución, con los micro-aspersores pendientes de la estructura de techo.

Nota. Las opciones de comando son similares a las del riego por goteo. Además de las precauciones de filtrado, se deberá verificar que el sistema de agua genere la presión necesaria de manera de asegurar la generación correcta de las micro-gotas del mist.



Ilustración 54. Filtro de entrada



Ilustración 55. Reductor de presión de red



Ilustración 56. Válvula solenoide



Ilustración 57. Rociadores específicos para Sistemas de Propagación Fogger

DATOS TECNICOS

Super LPD – válvula antidrenante – de alta presión

- Presión de trabajo recomendada. 4,0 bar
- Tamaño promedio de la gota – 55 micrones (a 4,0 bar)
- Requerimientos de filtración: 130 micrones (120 mesh)
- Altura mínima por sobre el cultivo: 1,0 m
- Espaciamiento máximo entre unidades sobre el lateral: 1,2 m
- Espaciamiento máximo entre laterales: 1,2 m
- Distancia máxima del lateral desde el borde del banco: 0,2 m

Super LPD – válvula antidrenante – de media presión

- Presión de apertura: 3,0 bar
- Presión de cierre: 1,5 bar
- Tamaño promedio de la gota: 69 micrones a 3,0 bar

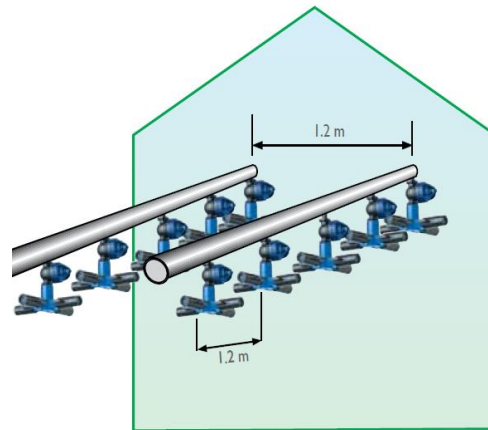


Ilustración 58. Micro-aspersores pendientes de la estructura de techo

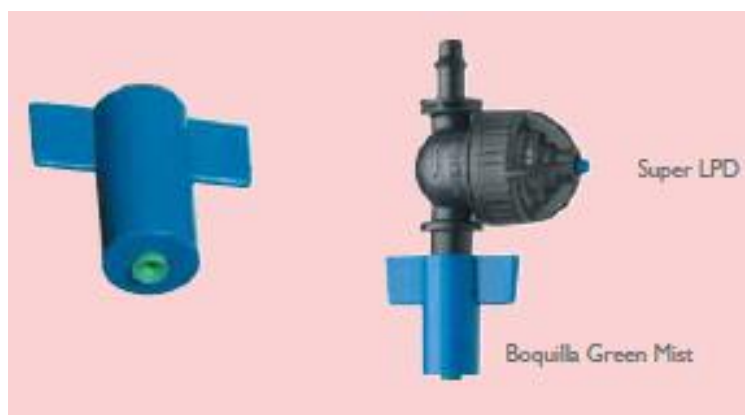


Ilustración 59. Emisor de doble propósito para nebulizar y regar sobre mesas de propagación GeenMist

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Gran uniformidad de cobertura
- Tamaño ideal de gotitas para optimizar la dispersión de la fina neblina
- Ausencia de goteo durante el funcionamiento
- Distribución simétrica del riego y sin discontinuidad (sin deflexión y sin zonas “muertas”)
- Elemento antidrenante (LPD) para un perfecto funcionamiento en pulsos
- Bajo costo

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Presión: 2.0 a 3.5 bar
- Caudal: 30 - 40 l/h (ver tabla)
- Requisitos de filtrado: 120 mesh (130 micrones)
- Diámetro de humedecimiento: 1.2 m

INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

- Altura de las unidades por encima de las mesas: 1.0 - 1.2 m

- Espaciamiento máximo entre unidades sobre el lateral: 0.8 m
- Espaciamiento máximo entre laterales: 0.8 m
- Distancia máxima del lateral desde el borde del banco: 0.1 m

Diseño esquemático de una instalación sobre tubería de PVC

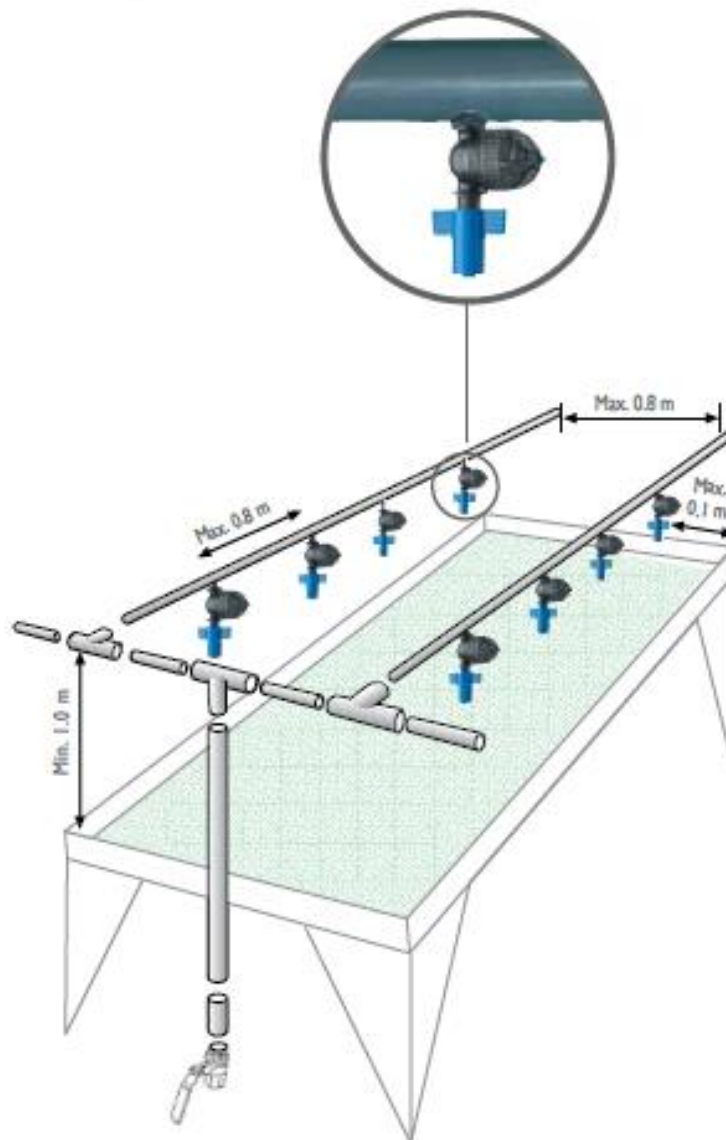


Ilustración 60. Diseño esquemático de una instalación sobre tubería de PVC

- **ANEXO G 1 MEDICIÓN DEL AMBIENTE TEMP HRA Y CO2**

- **Medidor portátil de Temperatura, HRA y nivel de CO2**



Ilustración 61. MEDIDOR PORTATIL DE CO2, TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA 3440

Descripción

Este equipo portátil de mano determina en segundos tres parámetros importantes para la agricultura: Temperatura ambiental, Humedad Relativa y Dióxido de Carbono CO₂. Puede utilizarse en producciones agrícolas como invernaderos, macro túneles. Muestra la temperatura, la humedad relativa y el CO₂ simultáneamente.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CO₂

Rango	0 a 5000 ppm
Exactitud	±50ppm, ±5% de la lectura
Dependencia de la presión	+ 1.8% de lectura / 10 hPa de desviación de 1000 hPa

Temperatura

Rango	-10 a 60 °C (-14 a 140 °F)
Exactitud	±0.6°C (±0.9°F)

Humedad relativa

Rango	0 a 99.9% RH
Exactitud	±3% (10-90%), ±5%(otros)
Calentamiento	30 segundos

Poder

4 baterías AA (o 9VDC, adaptador 1A, no incluido)	
Vida de la batería	24 horas (alcalina)

– MEDIDOR AMBIENTAL INTERIOR THERMOPRO TP-357

Mide en el sitio temperatura y HRA, la comunica por Bluetooth al celular, genera alarmas de máxima y mínima



Ilustración 62. MEDIDOR AMBIENTAL INTERIOR THERMOPRO TP-357

Características principales

Marca	Thermopro
Modelo	TP-357

Otras características

- **Aplicación:** Ambiente interior
- **Porcentaje de humedad :** 10 % - 99 %
- **Precisión:** 2 %
- **Alimentación:** 1 x AA

Descripción

Termómetro higrómetro digital bluetooth THERMOPRO TP-357
Mide temperatura y humedad de ambiente.

Como sabemos, la humedad es muy importante para nuestra salud. No sólo afectará nuestra eficiencia de trabajo, sino que también ayudará a prevenir resfriados, piel seca y asma. Por lo tanto, el monitoreo de la temperatura y humedad interior es necesario para nuestra vida normal.

ThermoPro tiene como objetivo proporcionar un higrómetro de termómetro interior profesional para miles de familias en el mundo.

Ícono indicador de confort: Ícono de cara indicadora del confort de la humedad que indican Seco (DRY - <30%) / Confort (COMFORT - 30%~60%) / Húmedo (WET - >60%) que hace fácil de entender la medición para ajustar el humidificador de la habitación.

- 80m de rango de alcance Bluetooth: el alcance inalámbrico de la señal bluetooth es de hasta 80 metros (sin obstrucciones).

- Alertas instantáneas de aplicación: cuando la temperatura o la humedad supera tus límites preestablecidos, o has salido del rango del termómetro de la habitación, la aplicación enviará inmediatamente una alerta a tu smartphone, por lo que puedes ajustar el termostato o humidificador en consecuencia para regular lo que más importa: recámara, cuarto de baño, habitación.

- Gran precisión: el medidor de temperatura y humedad interior posee una precisión de ± 0.5 °C (temperatura) y ± 2 % (humedad).

- Tabla de temperatura y humedad: nuestra aplicación fácil de usar contiene un gráfico dinámico que con el pellizco de tu dedo puede acercarse y salir para ver la temperatura y la humedad a cualquier hora dentro de 24 horas; si quieres un período de tiempo más largo, selecciona la línea de tiempo en el gráfico a 1 semana o incluso 1 año.

CARACTERÍSTICAS

Indicación de temperatura y humedad.

Perfectamente calibrado y excelente estabilidad en mediciones.

Bajo consumo.

Operado con un simple botón que permite intercambiar entre grados Centígrados y Fahrenheit.

Pantalla bien legible.

Diseño y acabado atractivo.

Fácil lectura de dígitos. Facilidad de uso, con un manejo intuitivo. Instalación muy sencilla.

Especificaciones

- Monitoreo a través del SmartPhone vía bluetooth.
- Alcance Bluetooth de hasta 80 metros.
- Rango de medición de temperatura: -20 °C a +60 °C.
- Resolución de temperatura: 0.1°.
- Precisión de temperatura: ± 0.5 °C.
- Rango de medición de humedad: 10% a 99%.
- Resolución de humedad: 1%
- Precisión de humedad: ± 2 %.

- Rango de actualización: 10 segundos
- Ícono indicar de Seco (DRY), Confort (COMFROT), Húmedo (WET).
- Conmutable entre °C y °F.
- Alimentación: 2 Pilas AAA (incluidas).

Si la humedad es inferior al 30%: seco.

Si la humedad está entre 30 a 60% y temperatura entre 20° C y 26° C: confort.

Si la humedad es superior al 60%: húmedo.

CONTENIDO DE LA CAJA

1 x Termómetro higrómetro digital TP-357

1 x Pila AAA

1 x Manual (inglés)

– MEDIDOR AMBIENTAL INTERIOR/EXTERIOR THERMOPRO TP-63B

Mide en el sitio principal y en uno o varios sitios remotos temperatura y HRA, la comunica por radio sitio principal y genera alarmas de máxima y mínima



Ilustración 63. MEDIDOR AMBIENTAL INTERIOR/EXTERIOR THERMOPRO TP-63B

Características

Aplicación: Ambiente interior / exterior

Porcentaje mínimo de humedad - Porcentaje máximo de humedad: 10 % - 99 %

Precisión: 2.5 %

Alimentación: 2 x AAA

Descripción

Termómetro higrómetro digital de interior y exterior THERMOPRO TP-63B.

NUEVO MODELO CON SENSOR EXTERNO CON BATERÍA RECARGABLE APTO LLUVIA, EL NUEVO SENSOR REMOTO MIDE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Mide temperatura de ambiente interior / exterior y humedad de ambiente interior y exterior al mismo tiempo.

Receptor interno con pantalla táctil y retroiluminada.

Incluye 2 pilas AAA para el receptor interno y batería recargable para el transmisor externo.

¡ThermoPro controla la temperatura y humedad de su casa de la manera más cómoda y con estilo!

Controle simultáneamente el clima de su habitación en el lugar de instalación y la temperatura y humedad en el exterior a través del transmisor remoto con el termohigrómetro inalámbrico ThermoPro. En lugar del área al aire libre, puede configurar el transmisor remoto en cuartos más distantes (vivero, bodega, almacén, invernadero) y medir el clima interior allí también.

- ¿Por qué el termohigrómetro es un monitor de casa esencial?

La temperatura y la humedad siempre juegan un papel importante en los niveles de comodidad personal, seguridad de la salud y la condición de los objetos de valor. La humedad alta puede aumentar los contaminantes del hogar, tales como moho, bacterias, virus, hongos y ácaros del polvo. Pero la humedad baja también provoca hemorragias nasales, irritación de la piel, dificultad para respirar y electricidad estática.

- ¿Por qué elegir el termohigrómetro inalámbrico ThermoPro TP63B?

Equipado con un sensor recargable (admite hasta 3 sensores remotos en total. Los 2 sensores adicionales se venden por separado. El modelo correspondiente es el TX-2B o TX-4B de 915 MHz).

El termómetro inalámbrico externo ThermoPro TP63B brinda lecturas precisas de temperatura y humedad en el exterior cada 50 segundos. Sin importar la situación, el higrómetro de termómetro inalámbrico con retro iluminación y pantalla táctil le dice lo que necesita saber, de un vistazo, todo en una atractiva pantalla digital compacta.

El sensor remoto cubre hasta 60 metros en área abierta. El rango puede ser más corto basado en la interferencia presente.

Viene con una estación base y un sensor remoto, ayuda a controlar la temperatura y la humedad dentro y fuera de la casa, y usted estará consciente de si se necesitan ajustes ambientales para proteger a su familia y sus posesiones.

Puede colocarse en la pared, en la mesa o sobre una superficie metálica con el imán incorporado.

CARACTERÍSTICAS

Bajo consumo: Retro iluminación con apagado automático después de 15 segundos sin tocar la pantalla.

Seleccionable entre °C/°F.

Memoria máxima y mínima con selector 24h o all time (todo el tiempo).
Dígitos grandes de fácil lectura.
Diseño ultra fino con dígitos en formato LCD.
Puede colgarse en la pared, o con imán o bien usar el soporte de mesa.

ESPECIFICACIONES

- Rango de temperaturas interiores: -20°C ~70°C.
 - Rango de temperaturas exteriores: -30°C ~70°C.
 - Rango de humedad: 10% ~ 99%.
 - Tolerancia de temperatura: +/- 1.1 °C.
 - Tolerancia de humedad: ±2% de 30% a 80%; ±3% por debajo del 30% y por encima del 80%.
 - Transmisión de la temperatura exterior por el transmisor: máximo 60 metros.
 - Cantidad máxima de sensores exteriores soportados: 3 (los 2 adicionales pueden adquirirse por separado).
 - El sensor externo con batería recargable soporta lluvia.
- Si la humedad es inferior al 30%: seco.
Si la humedad está entre 30 a 60% y temperatura entre 20° C y 26° C: confort. Si la humedad es superior al 60%: húmedo.

CONTENIDO DE LA CAJA

- 1 x Termómetro higrómetro digital TP-63B.
- 1 x Transmisor inalámbrico de exterior con batería recargable.
- 2 x Pilas AAA para el receptor.
- 1 x Cable USB para cargar la batería.
- 1 x Manual en inglés / francés.

NOTA: Para cargar la batería del transmisor externo puede utilizarse una fuente de pared USB (NO INCLUIDA).

- **ANEXO G 2 CONTROL AMBIENTAL DE HRA Y TEMPERATURA**

- **Termostato Controlador de Temperatura Mecánico**



Ilustración 64. Termostato Controlador de Temperatura Mecánico

Maneja dispositivos que operan con alimentación de 110V o 220 Vca. y 16 A.

Sensor de cobre IMIT TR2 9328 rango de 0 a 40 °C Ideal para uso en sistemas de ventilación, extracción de aire y climatización.

ESPECIFICACIONES:

- IMIT TR2 9328 0/40°C
- Rango de temperatura: 0 – 40 °C.
- Bulbo: de cobre diámetro Ø9 mm x 95 mm longitud.
- Capilar: gaseoso de cobre longitud 1 metro.
- Contactos: tipo pala macho (Fast on) NA/NC.
- Capacidad de contactos: 16(6)A @ 250V
- Normas: CE, UL, EAC y ENEC
- Made in Italy.

– Termostato Controlador de Temperatura Digital



Ilustración 65. Termostato Controlador de Temperatura Digital desde 110V hasta 220 V 10A

Termostato Regulador con Sensor rango de -50 ~ 110C

Funcionamiento

Programas el rango de temperatura que quieres utilizar digamos 22 a 25 grados si el sensor detecta que la temperatura supera los 25 grados, el relay entra en funcionamiento y enciende el aparato que tengas conectado digamos un aire acondicionado que se enciende y vuelve a enfriar el ambiente hasta el rango optimo de 22-25 grados y cuando esto pasa se apaga el aire acondicionado manteniendo la temperatura que tu deseas.

Características:

Controlador de temperatura con pantalla LED grande y clara para una mejor lectura.

Amplio rango de medición de temperaturas.

Control de calefacción y refrigeración.

Función de calibración de temperatura.

Función de protección de retardo.

Perfecto para acuarios, incubadoras, congeladores, tanques de agua, refrigeradores, calderas, tabacaleras, invernaderos, terrarios, equipos industriales y otros sistemas donde se requiere una temperatura específica o temperatura controlada.

especificaciones:

Voltaje de funcionamiento: Flexible 110V hasta 250V $\pm 10\%$, 50/60 HZ

Corriente nominal: 10A

Consumo de energía: 3 W

Rango de medición: -50 ~ 110 ° C

Precisión de la lectura: 0.1 ° C

Temperatura de trabajo: -20 ~ 70 ° C, humedad: 90% ninguna condensación de humedad

sensor de temperatura: NTC 25 C = 10 K B3435 (1 m, no positiva o negativa)

salida de carga: 10A normalmente abierto/AC 110 a 220 V

tamaño del artículo: 8.5*7.5*3.5 cm

peso del artículo: 93g

– **Controlador Ambiental de Temperatura y HRA**



Ilustración 66. Controlador Ambiental de Temperatura y HRA

Características principales

Marca	Cosmel
Modelo	CONT-AMB
Voltaje	220V

FUNCIONES

Control de temperatura y control de humedad

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El equipo sirve para manejar un calefactor en caso de que la temperatura ambiente sea muy baja, o manejar extractores de aire en caso de que ésta sea excesiva. También se lo puede configurar para manejar un humidificador en caso de que la humedad ambiente sea baja y se necesite elevar, o manejar un deshumidificador en caso de que ésta sea elevada y se necesite bajarla. Después de ser configurado, el equipo se encarga de mantener la temperatura y la humedad deseada en forma automática.

FUNCIONAMIENTO:

El controlador funciona muy simple, con 4 pulsadores que están al frente del equipo. Se entrega el manual de uso y configuración junto con el equipo.

Como ejemplo esclarecedor, si configuro la temperatura superior en 29 grados y la inferior en 24, el equipo lo que hará es cuando la temperatura interior llegue a 29 grados, accionara los extractores de aire y los detendrá cuando la temperatura baje a 24 grados.

Por el contrario, si se fija la temperatura inicial en 24 grados y la final en 29 se accionara un calefactor cuando la temperatura inicial baje de 24 grados y detendrá el calefactor cuando la temperatura llegue a 29 °C.

– Placa suelta controladora de temperatura y humedad



Ilustración 67. Marca Electrónica MTS modelo 452

El control de temperatura y el control de humedad pueden trabajar con salidas independientes p. ej.: temperatura asignado al relé 1 y humedad al relé 2. Así es30/06/2023

Características

Aplicación: CONTROL

Porcentaje mínimo / máximo de humedad: 0 % - 100 %

Precisión: 0.1 %

Alimentación: 12Vdc

Descripción

CONTROL DIGITAL

TERMOSTATO / HIGRÓMETRO

ALIMENTACIÓN: 12Vdc

RANGO TEMPERATURA: -20° a 60°C

RANGO HUMEDAD: 0 a 100%RH

PRECISIÓN DE DETECCIÓN: 0.1°C - 0.1%RH

CABLE SENSOR: 1M

SALIDA: 2 RELE HASTA 220V 10A

FUENTE DE ALIMENTACIÓN NO INCLUIDA

APLICACIONES:

Cultivo indoor, casas, alimentos, medicamentos, incubadoras, heladeras, cámaras frigoríficas

- **Sensor de Humedad Automático Hunter Riego SOIL CLIK 300 m**



Ilustración 68. Sensor de Humedad Automático Hunter Riego

SOIL-CLIK

SENSOR DE HUMEDAD PARA RIEGO RESIDENCIAL Y COMERCIAL

Corta el Riego cuando se Alcanza el Nivel de Humedad Deseado

Soil-Clik simplifica la detección de humedad del suelo. El sensor utiliza tecnología probada para medir la humedad en la zona radicular. Cuando la sonda detecta que el suelo ha alcanzado el nivel de humedad deseado, se cerrará el riego, evitando malgastar agua.

Soil-Clik tiene dos componentes: una sonda que se coloca en el suelo, y un módulo electrónico que se comunica con la sonda y el programador. La sonda es fácil de instalar - simplemente hay que colocarla a la profundidad adecuada de la raíz (variará según el material vegetal). Se puede ubicar hasta una distancia de 300 metros del programador. De fácil manejo, un pulsador permite ajustar el nivel de humedad a las necesidades reales.

El módulo se conecta a todos los programadores Hunter alimentados por CA y funcionará con la mayoría de programadores de CA, de otros fabricantes. Soil-Clik se puede programar para cerrar el riego cuando detecta la humedad adecuada.

Con garantía Hunter por 5 años, **Soil-Clik** es por sí solo un efectivo ahorrador de agua y si queremos mejorar la eficiencia medioambiental se puede instalar junto a Solar Sync®.

Características

- Con un vistazo conocemos el nivel de humedad del suelo
- Cierra el riego cuando alcanzan los niveles de humedad fijados
- Con un solo toque de botón podemos anular el sensor para situaciones especiales
- Armario de intemperie de bajo voltaje alimentado por el programador
- Instalación sencilla, la sonda puede estar hasta a 300 m del programador
- Conéctelo a la entrada de sensor de un programador Hunter, o úselo para cortar el cable común en prácticamente cualquier sistema de riego de 24 VCA
- Utilice las entradas de sensor Clik con X-Core®, Pro-C®, I-Core®, y ACC Clik entradas del sensor
- Complemento ideal con Solar Sync®




Especificaciones de Funcionamiento

- Máxima distancia del módulo de control a programador: 2 m
- Máxima distancia del módulo de control al sensor: 300 m
- Corriente de entrada: 24 VCA, 100mA máx.
- Salida: Normalmente cerrada
- Caja: NEMA 3R, interior/exterior

– **Controlador de Humedad CORNWALL**



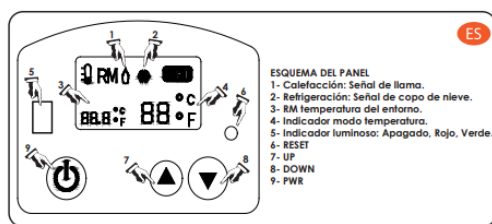
Ilustración 69. Controlador de Humedad

 RH   88.8% 88%	<p>ES Antes de usar el controlador, por favor lea cuidadosamente las instrucciones a continuación.</p> <p>Especificaciones Generales</p> <ol style="list-style-type: none">1. Voltaje de utilización: 230V AC/50HZ2. Carga (máx.) 16A 3680W – Carga de Resistencia 2A 460W – Carga inductiva;3. Temperatura de utilización: 5°C ~ 40°C. Temperatura de almacenaje: -10°C ~ 50°C4. Escala para el control de la humedad: 20% — 90%. Precisión ±5% Período de medida: 10 S.5. Escala de temperature en pantalla: 0°C (32°F) ~ 40°C (104°F)
--	--

– Controlador de Temperatura CORNWALL



Ilustración 70. Controlador de temperatura



ESTA UNIDAD ESTÁ DISEÑADA PARA CONTROLAR SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN/CALEFACCIÓN SEGÚN NECESIDADES.

• Antes de usar el controlador, por favor, leer cuidadosamente las siguientes instrucciones:

• Antes de programar el punto de consigna, deberá elegir función calefacción (representado por una llama en el display) o función refrigeración (representado por un copo de nieve en el display). En el primer caso la unidad conecta la corriente eléctrica cuando se detecte temperaturas inferiores al punto de consigna, en el segundo caso conecta la corriente eléctrica cuando se detecte temperaturas superiores al punto consignado. Para seleccionar entre calefacción o refrigeración, desde la posición de apagado "Standby" (indicador led apagado) presione ON/OFF y el botón de UP simultáneamente durante unos 3 segundos.

• Para escoger entre °C y °F presione los botones de UP y DOWN simultáneamente durante unos 3 segundos.

• Estados predeterminados: **Indicador modo de temperatura:** 20 **Estado del modo:** Refrigeración.

Programación:

• Presione el botón de encendido (PWR) para seleccionar el valor de la temperatura.

• **Refrigeración** (símbolo copo de nieve):

A. Presione "UP" o "DOWN" repetidamente, seleccione la temperatura "SET" por lo menos 2° más baja que la temperatura "RM". Después de 1-3 minutos, el LED se volverá verde, la salida se activará.

B. Cuando la temperatura "RM" alcance la temperatura "SET", el LED se volverá rojo y el copo de nieve desaparecerá, la salida se apagará.

C. Cuando la temperatura "SET" es superior a la temperatura "RM", el LED se volverá rojo y la salida se cerrará.

• **Calefacción** (Símbolo llama):

A. Presione "UP" o "DOWN" repetidamente; seleccione la temperatura "SET" por lo menos 2° más alta que la temperatura "RM". Después de 1-3 minutos, el LED se volverá verde, la salida se encenderá.

B. Cuando la temperatura "RM" alcance la temperatura "SET", el LED se volverá rojo y la llama desaparecerá, la salida se apagará.

C. Cuando el estado de temperatura "SET" es más bajo que la temperatura "RM", el LED será rojo y la salida se apagará.

Especificaciones Generales:

- Voltaje de utilización: 230V AC/50HZ
- Carga (máx.):
1.6A 3680W – Carga de Resistencia.
2A 460W – Carga inductiva.
- Temperatura de utilización: 0°C ~ 40°C.
- Temperatura de almacenaje: -10°C ~ 50°C
- Escala de control de la temperatura: 5°C [40°F] ~ 30°C[85°F]; Precisión:±1°C; Período de medida: 10 S.

- **ANEXO G 3 MEDICION PORTATIL DE LA HUMEDAD DEL SUSTRATO**

Medidor de humedad TDR-150

Medidor de humedad portátil para tierra y suelo, punto de marchitamiento, disponibilidad de agua, GPS y el Bluetooth opcional



Ilustración 71. Medidor de humedad TDR-150

El medidor de humedad de tierra TDR-150 es un aparato preciso y de manejo fácil para detectar la humedad de tierra. El medidor de humedad de tierra le muestra la humedad actual en porcentaje absoluto así como el punto de marchitamiento o el grado de saturación del suelo o tierra. ¿Por qué debería usar este medidor? Porque además de los componentes sólidos, también se encuentra aire en el suelo; el porcentaje varía según el tipo de suelo. Los suelos de textura gruesa contienen menos aire (aprox. 40 % vol.) que los suelos de textura fina (hasta un 60 % vol.). Si el porcentaje de aire es superior en el suelo, entonces la densidad del suelo es inferior y el aire puede ser sustituido por agua. Cuando el agua sustituye todo el aire en el suelo, entonces hablamos de un suelo saturado. Bajo condiciones normales la tierra no está en grado de retener toda el agua, ya que esta se filtra. La capacidad de campo (CC en % vol.) se define como la cantidad máxima de agua que determinado tipo de suelo es capaz de retener. Los suelos ligeros no consiguen fijar bien el agua y por ello, la capacidad de campo está muy por debajo de la saturación del suelo. Las plantas absorben agua a través de sus raíces en contra de las fuerzas de fijación de la tierra, lo que conlleva una reducción del agua disponible en el suelo conforme las plantas van consumiéndola. La tensión de absorción de las plantas es limitada y, por tanto, conforme va disminuyendo la cantidad de agua disponible llega un momento en que la

planta no está en grado de absorberla. El punto de marchitamiento (PMen % vol.) se alcanza cuando el nivel de agua que contiene el suelo es tan bajo que el agua que queda está retenida con una fuerza de succión mayor que las de absorción de las raíces de las plantas, por lo que no hay agua disponible para las plantas. Así, las plantas pueden usar solamente el agua entre los estados de punto de marchitamiento y capacidad de campo. Por favor, tenga en cuenta: El medidor de humedad de tierra trabaja solamente en combinación con la sonda de tierra, debiendo elegir la que más se ajuste. Le ofrecemos la sonda por separado en tres longitudes bajo "Accesorios opcionales disponibles". Es por ello imperativo agregar al pedido como mínimo una sonda (adecuada al uso que le vaya a dar)

Medidor de humedad de tierra TDR-150

- Mide y muestra los parámetros más importantes de la humedad del suelo
- Dispone de opción de agregar en un futuro Bluetooth y GPS comprando la actualización
- Se programa de modo específico para el operador a través de la software que se encuentra en el contenido del envío
- 3 tipos de tierra o suelo disponibles (estándar, arcilloso y arenoso)
- Disponibles 3 sensores de humedad (dependiendo del tipo de medición y la clase de suelo)
- Mide conductividad eléctrica, rango de 0 – 5 ms/cm
- Mide la temperatura superficial del suelo
- Manejo muy sencillo y carcasa robusta
- La pantalla grande, se usa desde hace muchos años en la agricultura, industria y conservación del paisaje
- Capacidad de memoria para 50.000 mediciones (se descarga la información vía USB pen drive)

VWC = Volumetric Water Content (agua en % volumen)

EC = Electrical conductivity (conductividad eléctrica)

FC = Field Capacity (capacidad de campo)

PWP = Wilting Point (punto de marchitamiento)

- **ANEXO G 4 ANEMOMETRO WIND CLIK**



Ilustración 72. ANEMOMETRO WIND CLIK

Sensor de Viento

Se activa cuando la velocidad del viento supera la velocidad seleccionada V_a y se desactiva cuando la velocidad del viento se reduce a un mínimo V_d

V_a se puede ajustar a velocidades desde 19,3 hasta 56,3 Km/h

V_d se puede ajustar a velocidades desde 12,8 hasta 36,6 Km/h

Maneja contactos de 24 Vca x 5 A

Carcasa de PVC resistente a la corrosión

Montaje sobre tubo de PVC de 2"

- **ANEXO G 5 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO**

El Tablero de Control posee las siguientes funciones:

- Proteger al personal que interviene en las tareas dentro del invernadero.
- Vigilar la calidad del suministro eléctrico.
- Supervisar el consumo eléctrico.
- Proteger al equipamiento instalado.
- Posibilitar el control manual de las operaciones de propagación y cultivo.
- Posibilitar el control remoto de las operaciones de propagación y cultivo.
- Temporizar las operaciones de propagación y cultivo.
- Proveer espacio de instalación para equipos electrónicos de supervisión y control.
- Proveer alimentación adecuada para los equipos electrónicos de supervisión y control que operan dentro y fuera del tablero.
- Proveer la interconexión de las señales de los controladores para el manejo adecuado de los dispositivos del invernáculo.

Para cumplir con este objetivo se hace uso de los siguientes módulos a instalarse dentro del tablero en un gabinete estanco.

Supervisores de calidad de suministro y Protectores

- **Descargador de sobretensiones**

1P. Uc: 275Vca Up: 1200V 20kA



Ilustración 73. SPD275/20

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

$I_s = 10 \text{ KA}$ (20 descargas 8/20 μ s), $I_s \text{ máx: } 20 \text{ KA}$. 1 módulo DIN. Indicador óptico de estado. Cartucho extraíble.

- **Voltímetro-Amperímetro-Frecuencímetro digital.**

4 módulos DIN.



Ilustración 74. D54V-A-HZ

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

TRUE RMS. Voltímetro: 0-600 Vca CI 0.5. Amperímetro p/TI In / 5A, relaciones de 1-900 (5-4500A). Clase 0.5. Frecuencia: 10-199 Hz. CI 0,2. U aux.: 220Vac. LED.

- **Interruptor diferencial**

2P In=25A I Δ n=10mA "AC" Inc=6kA.



Ilustración 75. ID225/010

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Con identificador de circuito, jaula de conexionado de seguridad y clip de 2 posiciones. IEC61008-1.

– **Interruptor termomagnético**

1P. 10A Icn= 3kA. Curva C



Ilustración 76. K31C10

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Interruptor automático termomagnético con señalización de estado de los contactos, identificador de circuito, jaula de conexionado de seguridad y clip de 2 posiciones. IEC 60898-1.

– **Interruptor termomagnético**

1P. 20A Icn= 3kA. Curva C



Ilustración 77. K31C20

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Interruptor automático termomagnético con señalización de estado de los contactos, identificador de circuito, jaula de conexionado de seguridad y clip de 2 posiciones. IEC 60898-1.

- **Interruptores Programables y Accesorios para Control**



Ilustración 78. Interruptor programable DT 1, 2 módulos DIN.

El programador DT1 nos permite programar diariamente, semanalmente y combinar programas. Por ejemplo, usted puede **programar** cuando quiere que se enciendan o apaguen las luces durante sus vacaciones. Además, dispone de numerosas funciones adicionales.

- **Interruptor programable inteligente WIFI, en un módulo DIN.**



Ilustración 79. TELE161M P

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Un: 48~240Vca. Contacto NO 220Vca-3600VA-16A.

WIFI 2,4Ghz 802.11b/g/s.

Control de iluminación y dispositivos eléctricos mediante teléfono inteligente o tableta, mediante APP "SMARTLIFE" para iOS y Android. Vinculación con Alexa o Google. Interruptor ON/OFF: Manual y horario. Temp. TELERRUPTOR.

- **Relé auxiliar para control** Un módulo DIN



Ilustración 80. RAM308BM7BD

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Bobina de accionamiento: 220Vca/24Vca/cc

3 contactos para comando O/C. Ith: 8A/220Vca

- ANEXO G 6 SENSOR WI FI DE AMBIENTE REMOTO

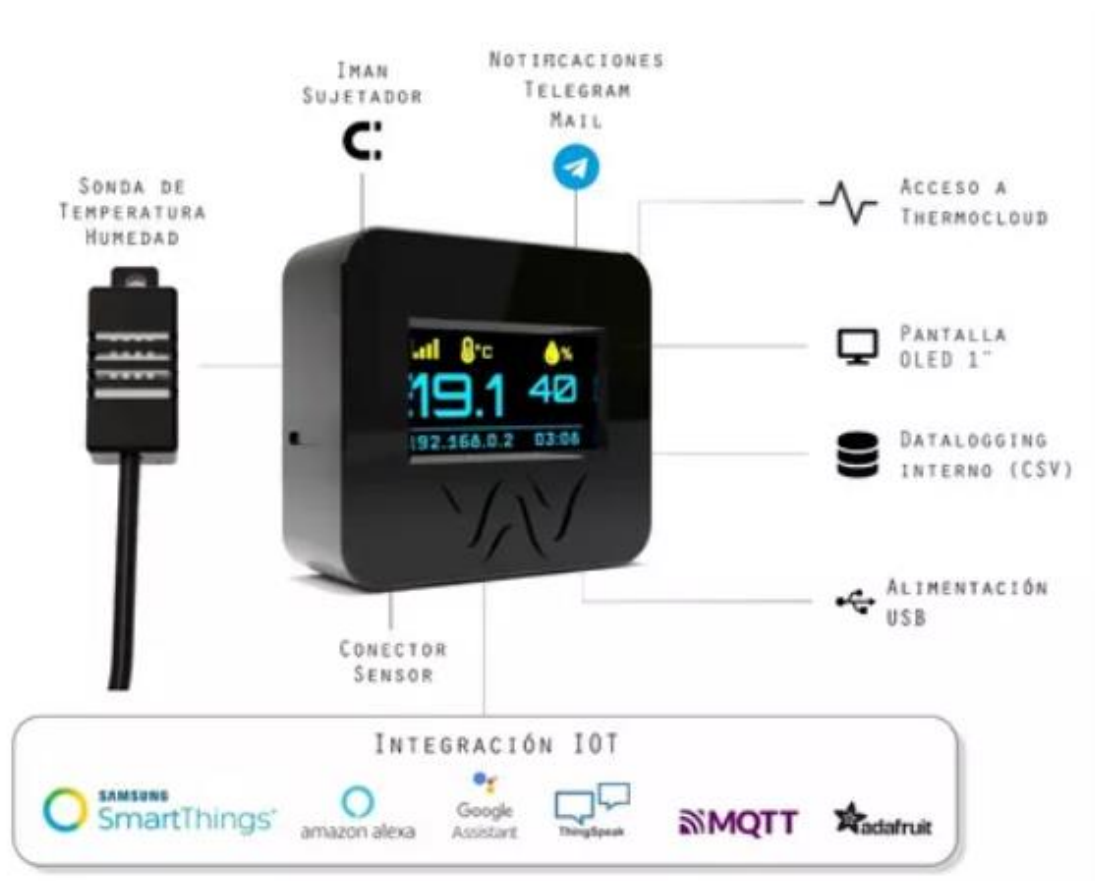


Ilustración 81. SENSOR WI FI DE AMBIENTE REMOTO

Marca	Wisee
Modelo	Pixie

Características principales

Aplicación: Termómetro/Higrómetro

Descripción

Este sensor IOT es la herramienta perfecta para el control preciso de la temperatura y humedad de tu ambiente, cultivos indoor, cadenas de frío, datacenters y mucho más.

Con su sonda externa de temperatura y humedad y conexión WiFi, el WiseePixi W22 está basado en el clásico DHT22 y ofrece un rango operativo de -10 °C a 55 °C, haciéndolo ideal para una amplia variedad de aplicaciones.

Conéctalo fácilmente a tu red WiFi y envía los datos a la nube a través de nuestra plataforma gratuita de monitoreo THERMO CLOUD y otras plataformas IOT como ThingSpeak, Samsung SmartThings y Sinric.Pro. Utiliza la integración SNMP para incluirlo en tu sistema actual de monitoreo y obtener una visualización completa y centralizada de tu infraestructura.

El WiseePixi W22 cuenta con un DATALOGGER interno que almacena los datos minuto a minuto en formato CSV, sin importar si está o no conectado a internet. Además, puedes establecer los límites de temperatura y humedad y recibir notificaciones cuando estos valores se sobrepasen, accediendo a gráficos históricos y en tiempo real.

Crea fácilmente escenas y automatizaciones con SmartThings y activa dispositivos automáticamente cuando los valores estén fuera de lo estipulado.

Con tu compra, recibirás el equipo Wisee PIXI W22, una sonda de 1.2 metros de temperatura y humedad (disponible en 3, 5 y 10 metros, consúltanos), acceso ilimitado a THERMO CLOUD®, un cable USB, una guía de usuario y garantía de 12 meses.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Longitud de sonda: 1,2 m (Disponible en 5 y 10 m)
Rango Temperatura: -10 a 55 °C
Rango Humedad: 0-100%
Precisión Humedad +-2%
Precisión Temperatura +- 0.2 °C
Resolución Humedad: 0.1%
Resolución Temperatura: 0.1 °C
Período de sensado: 5s.
Período de envío de datos a THERMO CLOUD®: 3 minutos
Período de envío de datos MQTT y otras plataformas: (Ajustable por el usuario)
Alimentación: 5v / 80 mA microUSB (no posee batería)
Wifi: 802.11 b/g/n
Protocolo: http / MQTT / SNMP (No soporta SSL/TLS)
Dimensiones: 44x40x20mm
(Sólo para uso interior)

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

-
- Integración: Plataforma THERMO CLOUD®; Samsung Smartthings; Thingspeak, protocolo MQTT, http o SNMP.
 - Alertas por Telegram y Mail
 - DATALOGGER interno (formato CSV)
 - Notificaciones Telegram o Email
 - Actualizaciones del firmware gratuitas automáticas (OTA).
 - Excelente soporte POST-VENTA

7 BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

01 INTA Díaz D, e. a. (2008). *La Huerta Orgánica*. Buenos Aires: INTA- MDS, Pro Huerta.

02 INTA Marochi J, e. a. (2010). *INTA PRO HUERTA, Producción de plantines de flores para productores de la economía social*. INTA.

05 INTA Huentú M, e. a. (2021). EL VIVERO FORESTAL DE LA ESTACIÓN BARILOCHE. *INTA Presencia N° 76* .

08Bonilla. (2019). Sistema de calefacción por suelo radiante. Ecuador: Polo de Conocimiento.

Al-Hadith. (2016). Desarrollo de un Sistema de Iluminación Artificial Inteligente para Cultivos Protegidos. (págs. 421-429). Madrid: Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 13,.

ALSE. (s.f.). BRAZO MOTOR CONEXIONADO DomoCentralQ35-220. BA: ALSE .

ALSE. (s.f.). BRAZO MOTOR ManualDomo220. BA: ALSE.

ALSE. (s.f.). CONTROL REMOTO Wi-Gate News2023. ALSE.

Autogrow. (s.f.). IntelliClimate Products. NZ.

Bonilla. (2019,). Sistema de calefacción por suelo radiante en procesos agrícolas en invernaderos. Ecuador: Polo de conocimiento.

Bonilla, O. (2019). Sistema de calefacción por suelo radiante. Ecuador: Polo de Conocimiento.

Bribiesca, 1. (2020). *Manejo del contenido de humedad en invernadero*. Aguascalientes Mejiro: Agrofacto.

CátedradeJardinería2. *Control Climático de Invernaderos*. San Martín de los Andes: Cátedra Jardinería.

CátedradeJardinería3. (s.f.). TIPOS DE SUSTRATOS. San Martín de los Andes.

CátedradeJrdinería1. *Conceptos Generales para el Control Climático*. San Martín de los Andes: Cétedra de Jardinería.

Company, N. I. (s.f.). MICROASPERORES NDJ_Micro_span_180214F. *NDJ_Micro span* . Israel.

ELECTRONICS, C. (s.f.). CONTROLADOR DE HUMEDAD Manual_Ctrl. UK: CORNWALL ELECTRONICS.

ELECTRONICS, C. (s.f.). CONTROLADOR DE TEMPERATURA Manual_ControlIT. UK: CORNWALL ELECTRONICS.

FAOCap3. (2002). Capítulo 3, Estructuras, Materiales y Equipos de Producción. *FAO 2002*. Roma: FAO.

FAOCap4. (2002). Capítulo 4, Control del Medio Ambiente. *FAO 2002*. Roma: FAO.

FLOWING. (s.f.). CALDERA LUXUS SOLO CALEFACCION. BA: GRUPO ACCURATIO S.A.

FLOWING. (s.f.). CALDERA manual-caldera-electrica-flowing-luxus. BA: GRUPO ACCURATIO S.A.

FLOWING, L. (s.f.). MANUAL DE INSTALACIÓN. BA.

Fonteno. *Sustratos, Tipos y Propiedades Físicas/Químicas*. Casilda: UNR, Escuela Agrotécnica.

HIDROENVIRONMENT, C. (s.f.). VENTILACIÓN EN UN INVERNADERO. https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=429 . MX: COMERCIALIZADORA HYDRO ENVIRONMENT S.A. DE C.V. Obtenido de INNOVACION AGRICOLA EN UN CLICK.

Iglesias. *Estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte*. INTA-MDS, Pro Huerta.

INTA GeaPaulo, 1. (3 de Diciembre de 2020). [youtube.com/watch?v=3dHtl3x4oohfg/RK=2/RS=pUBuU3Ajz_3LvmFEzjBFVwM85Vw-](https://www.youtube.com/watch?v=3dHtl3x4oohfg/RK=2/RS=pUBuU3Ajz_3LvmFEzjBFVwM85Vw-). (A. I. Huerta, Productor) Obtenido de [https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFGHGT_h9le4EN2Q9XNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzlEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1696624404/RO=10/RU=http%3a%2f%2fwww.STA CRUZ, INTA PROHUERTA](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFGHGT_h9le4EN2Q9XNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzlEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1696624404/RO=10/RU=http%3a%2f%2fwww.STA%20CRUZ,INTA%20PROHUERTA).

INTA, M. d. *Manual del Vivero 2° año*. Buenos Aires.

INTAIglesias. *Producción de hortalizas bajo cubierta, estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte*. INTA EEA Alto Valle Boletín de divulgación tca. N° 49.

IntelliClimate. (s.f.). IntelliClimate installation manual and user guide. NZ.

Iriarte, A. (2003.). Sim. de Flujos Energet. y Req. de Calef.Aux. en Invernad. Solares. (F. d.-U. INENCO, Ed.) *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, , Vol. 7.

LUXUS, C. S. (s.f.). MANUAL DE INSTALACION/OPERACION/MANTENIMIENTO.

Manual del Vivero, O. I. (2017). *MANUAL DEL VIVERO*. BA: INTA MINAGRO MIAGRO PBA.

Mascarini. *Producción de Plantas Herbácea Florales*. Buenos Aires: UBA, Facultad de Agronomía, Cátedra de Floricultura.

Pizzarro F, 1. (2 de Septiembre de 2021). <https://www.youtube.com/watch?v=2rfohSC4pFE>. Obtenido de Manejo Climático en Invernadero.

Plásticos, I. e. (s.f.). Policarbonatos y Cubiertas. DVP Chile.

Polymerland. (s.f.). Ficha Técnica Policarbonato_Alveolar_20171207. Polymerland Chile.

Pujante, 1. (2002). *Control Climático en Invernaderos*. Horticultura global ISSN2173-5042 N° 298 2011 Cap 4 pgs 44-46.

Tabla de déficit de presión de vapor óptima en función de la etapa fenológica del cultivo DVP. (s.f.).

Thecnoplastic. (s.f.). Ficha-Técnica-policarbonato-alveolar-. Chile: Thecnoplastic Cl.