

IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

La producción de hortalizas es importante a nivel nacional, por lo que su productividad es un tema relevante y de interés estratégico. Una de las formas de alcanzar los niveles deseados es produciendo bajo invernaderos, una tendencia que está en constante crecimiento.

JUAN PABLO MARTÍNEZ¹, FREDDY SEBASTIÁN MEDINA¹, RUBÉN RUIZ², ANA MARÍA MÉNDEZ³.
¹ INIA-LA CRUZ. ² INIA-QUILAMAPU. ³ INIA-REMEHUE.

¿Por qué la utilización de invernaderos en la producción de hortalizas? Unos de los principales factores limitantes para la producción hortícola son los parámetros climáticos, como temperatura (valores extremos cálidos y fríos), falta de luz, humedades relativas (muy altas o bajas), exceso de viento y el dióxido de carbono en el ambiente cercano a la planta. Uno de los aspectos importantes de la producción hortícola bajo invernadero, es controlar el clima al interior de este, con el objetivo de impedir variaciones climáticas ambientales que reduzcan la productividad, ya que pueden perjudicar el negocio (Figura 1). Las principales razones para la utilización de invernaderos es la obtención de condiciones ambientales adecuadas (temperatura, humedad relativa, luminosidad y ventilación), obteniendo un balance de energía para un adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo (Figura 2). Una de las mayores ventajas es la producción en contraestación o temprana o zonas donde las condiciones climáticas son restrictivas, logrando mejores precios al productor. Un adecuado manejo del clima dentro del invernadero se logra con un monitoreo sistemático de parámetros ambientales, para esto es necesario la utilización de diversos sensores de variables meteorológicas de temperatura, humedad relativa, radiación solar y temperatura del cultivo, entre otros.

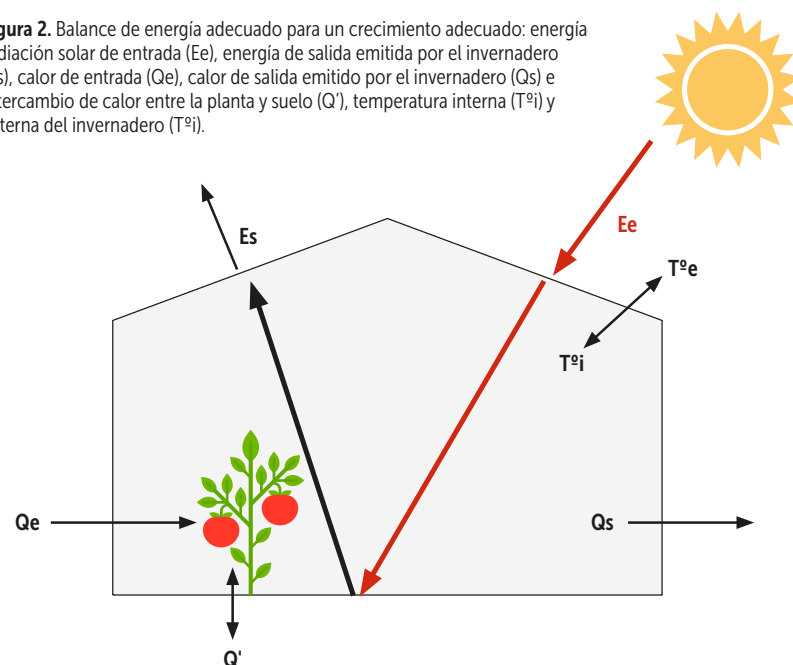
MANEJO DE TEMPERATURA

La temperatura afecta el metabolismo vegetal (crecimiento y desarrollo de la planta) y a las condiciones de humedad del aire en el ambiente. Ahora bien, cuando se utilizan invernaderos (estructura y manejo) se aprovecha el fenómeno 'efecto invernadero' en el balance de energía dentro del invernadero con respecto al exterior, modificando la temperatura dentro de la estructura. Así, cuando se tienen cultivos bajo invernaderos, se deben considerar los siguientes aspectos: la mantención de temperaturas superiores a las externas en periodos de frío, y la mantención de temperaturas frescas en horas de alta irradiación solar. El incremento promedio de las temperaturas al interior de un invernadero origina una mayor acumulación de unidades de calor, produciendo una mayor tasa de crecimiento del cultivo. Al incrementar la temperatura mínima en periodos fríos, se reduce el riesgo de heladas. Si lo que se quiere es subir la temperatura en invernaderos fríos, esto dependerá del tipo de cubierta que se esté utilizando. Entonces, si se está utilizando polietileno (PE) simple, este podría proteger en 1°C, mientras que si este es doble, con tratamiento térmico podría proteger hasta entre 3°C a 5°C. Por otra parte, para bajar temperaturas altas se pueden utilizar mallas sombreadoras, aspersores sobre la cumbre, y encalado sobre la cubierta para bajar la carga energética proveniente del sol.

Figura 1. Invernaderos fríos vista exterior en cordillera de Putre, Región de Arica y Parinacota, Chile.



Figura 2. Balance de energía adecuado para un crecimiento adecuado: energía radiación solar de entrada (Ee), energía de salida emitida por el invernadero (Es), calor de entrada (Qe), calor de salida emitido por el invernadero (Qs) e intercambio de calor entre la planta y suelo (Q'), temperatura interna (T^{°i}) y externa del invernadero (T^{°e}).



EL CONTROL DE RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es fundamental para el crecimiento de las plantas por su efecto biológico, el que se puede resumir fundamentalmente en fotosíntesis (suministro energético) y respuesta a lo largo de día (fitocromos participan en regulación biológica a partir de intensidad y calidad de luz).

La radiación solar también puede ser controlada con el uso de pantallas solares en la parte superior y/o lateral del invernadero. Dependiendo del material usado, estas pueden tener un gran impacto en las condiciones ambientales en el interior del invernadero, por ejemplo, pueden reducir la ventilación e impedir el ingreso de luz infrarroja, ayudando además a producir un ahorro en el consumo de energía. Actualmente, gracias al avance de los sistemas de control automáticos y de la investigación, el uso de las pantallas ha variado del simple uso de mallas bajo el techo al uso de sofisticados sistemas replegables y móviles con mínimas dimensiones.

Cerca del 70% de los invernaderos modernos vienen con el sistema de pantallas fijas o móviles para controlar las condiciones climáticas, ahorrar energía, dar sombra o provocar un oscurecimiento.

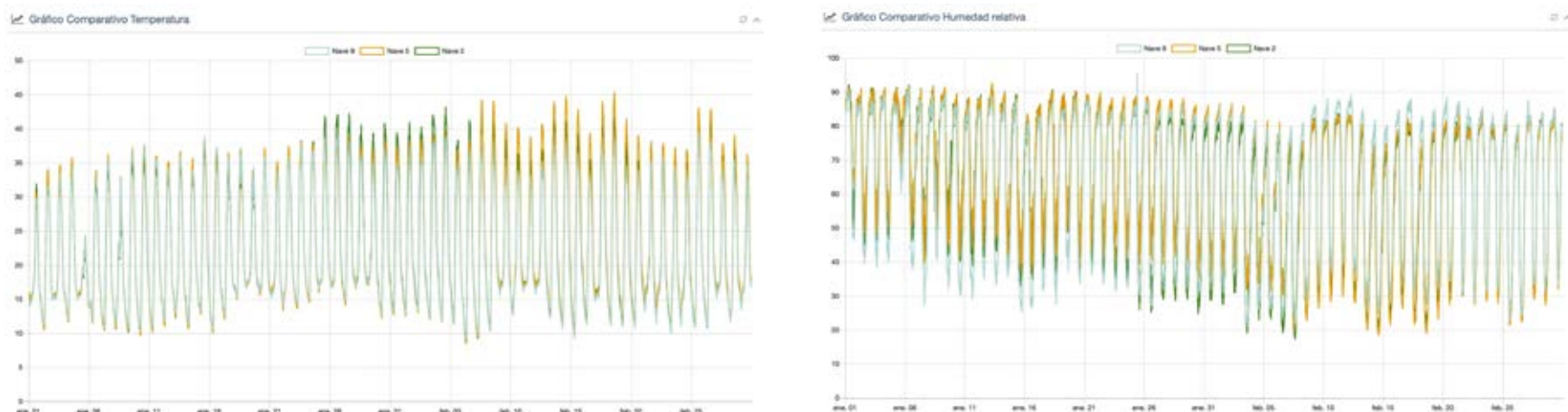
MODIFICAR LA HUMEDAD RELATIVA

La modificación de la humedad relativa se realiza en función de los requerimientos de cada uno de los cultivos. En algunos casos, se requieren humedades bajas para prevenir ciertas enfermedades fúngicas y bacterianas de los cultivos. Además, la humedad relativa del aire determina apertura estomática e intercambio de gases entre la planta y el ambiente, como también facilita el calentamiento



Figura 3. Dispositivo desarrollado por INIA (Tide-iot) monitoreando variables ambientales (radiación solar, temperatura y humedad relativa) en invernaderos en hortalizas (Región de Arica y Parinacota).

Figura 4. Monitoreo de temperatura (A) y humedad relativa (HR) ambiental en tiempo real en los meses de enero y febrero 2020 en tres naves invernaderos fríos del valle de Limache, Región de Valparaíso a través de la Red Electrónica Integrada de Monitoreo de Invernaderos (REIMI-INIA).



del invernadero. La condición de humedad del aire en el invernadero está directamente relacionada con la temperatura del aire.

VENTILACIÓN, CLAVE PARA RENOVAR MASAS DE AIRE AL INTERIOR

La ventilación es importante para la renovación de las masas de aire dentro del invernadero, lo cual permite regular la temperatura y humedad relativa. Para lograrlo, se requiere llevar un estricto control, ya que las temperaturas superiores a 30°C provocan problemas en la mayoría de los cultivos hortícolas. La humedad relativa alta tiene como resultado la condensación, mayor problema

de enfermedades y menor luminosidad. La ventilación puede ser pasiva por la velocidad del viento y la orientación del invernadero, además de la diferencia de temperatura interior y exterior. En casos de diferencias altas de temperatura entre el día y la noche, se pueden utilizar ventiladores para distribuir el aire a través del invernadero por mangas (90 cm de diámetro), las que tienen agujeros a lo largo y que permiten una distribución del aire en forma adecuada dentro del invernadero.

MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES

El INIA ha desarrollado un dispositivo electrónico que implementa aplicacio-

nes para el manejo climático en invernaderos, cuya característica principal es su bajo costo. Cada dispositivo está formado por un microcontrolador y un set de sensores ambientales. El microcontrolador captura la información de los sensores y la transmite a través de la red celular a una base de datos central (Figura 3), el usuario puede visualizar los datos de temperatura, humedad relativa, humedad de suelo y luminosidad en una página web en tiempo real, desde cualquier parte con acceso a internet. En la página web se pueden procesar los datos, generar gráficos y planillas, hacer vistas comparativas por parámetros, descargar información

histórica, entre otras opciones. La información histórica queda a disposición de los productores, asesores e investigadores para su análisis y estudio. Además, este sitio web permite la configuración de alertas mediante correos electrónicos. (Figura 4). Además, adicionalmente se desarrolló una aplicación para teléfonos celulares, donde el agricultor y extensionista pueden acceder a los datos climáticos de los invernaderos asociados a su cuenta. **Ra**

AGRADECIMIENTOS

Ministerio de Agricultura de Chile, proyectos N° 503144-70 y N° 220090-70.



¡GROSSOOOO!

+ Calibre + Producción + Rentabilidad



- Efecto elongación celular
- Incrementa peso y tamaño del fruto
- Mejora distribución de calibres (%)
- Mayor producción de fruta (ton/ha) fresca y deshidratada
- Mayor firmeza de frutos





www.sumitomochemical.com






SUMITOMO CHEMICAL