



CRAVO EQUIPMENT LTD.

Principios para Optimizar el Crecimiento y la Calidad en Invernaderos de Techo Retráctil

1. Los elementos necesarios para la fotosíntesis (luz, CO₂ y agua) impactan la **velocidad de crecimiento de las plantas**
2. El estrés de la planta **afecta el crecimiento** y generalmente está relacionado con la calidad de la planta.
3. El **desarrollo de las plantas** es afectado de manera primaria por la transpiración, el estrés hídrico y los cambios de temperatura en las hojas y el suelo.
4. La **tasa de transpiración** está determinada por la radiación solar, el viento, la humedad relativa y la temperatura del aire. En el invernadero no podemos medir fácilmente la transpiración, pero observando las plantas podemos determinar a que nivel de transpiración han estado sujetas.
5. Una tasa de transpiración insuficiente ocasiona que las plantas desarrollen hojas más grandes, cutículas más delgadas, internodos más largos, una menor relación tallo-raíz y crecimiento vegetativo entre otros. Una cutícula más delgada hace a la planta más susceptible al ataque de insectos y hongos. Una transpiración baja también reduce la tasa de nutrición y desarrollo.
6. Una tasa **transpiración optima** ocasiona que las plantas desarrollen hojas más pequeñas, cutículas más gruesas, internodos más cortos, un mejor balance tallo-raíz y crecimiento generativo. Una cutícula gruesa hace a las plantas más resistentes a las fungosis y a los insectos. Una tasa de transpiración alta incrementa la tasa de nutrición y la distribución de nutrientes.
7. Una tasa de **transpiración excesiva** ocasiona un estrés excesivo, lo que ocasiona que las plantas disminuyan sus mecanismos de defensa y se desarrollen de manera raquítica.
8. Las plantas que se desarrollan con tasas de transpiración bajas no pueden tolerar cambios rápidos en la tasa de transpiración. Las que crecen con una tasa de transpiración alta pueden tolerar cambios rápidos a tasas bajas de transpiración.
9. En un ambiente natural de cielo abierto, la **transpiración** es generalmente optima cuando las temperaturas son óptimas y excesiva cuando las temperaturas exteriores son excesivas. La transpiración es generalmente insuficiente bajo cubiertas protectoras.
10. La **radiación solar** directa ocasiona que el suelo y las frutas expuestas incrementen su temperatura y alcancen temperaturas mayores que la del aire. Se han medido temperaturas de suelo a cielo abierto de hasta 60°C en días soleados y cuando la temperatura del aire era de solo 33°C. Si hubiera nublados, entonces la temperatura del suelo no sería mayor de 33°C. La transpiración será mayor cuando las hojas se expongan a la radiación solar directa.
11. Las cubiertas de invernadero interceptan la radiación ocasionando una reducción en las temperaturas de las frutas y el suelo pero incrementan la temperatura del aire. Cuando la temperatura del aire es mayor que la temperatura de la hoja, la transpiración se reduce significativamente.
12. Cuando la temperatura a cielo abierto es mayor de 28°C y la radiación es alta, es mejor reducir la radiación minimizando la radiación fotoactiva. Una cubierta de plástico con 40% de sombreado interceptará más radiación, permitiendo más paso de luz que una mallasombra negra al 50%.
13. Una superficie negra a cielo abierto nos proporcionará la mejor medida de la temperatura de las plantas que la temperatura del aire ya que incorpora el espectro total de la radiación solar.



CRAVO EQUIPMENT LTD.

Ambientes de Producción Convencional

Cielo Abierto

Retos ambientales:

- Frío excesivo, calor excesivo, tasas de transpiración excesivas, lluvia, viento e insectos.

Estrategia Típica de Manejo de Cultivo

- Reaccionar ante los problemas ocasionados por las condiciones negativas del medio ambiente ya que no hay manera de proteger los cultivos proactivamente.

Mallasombra

Retos ambientales:

- Transpiración Insuficiente
- Humedad excesiva después de las lluvias
- Temperaturas insuficientes de suelos en el invierno

Estrategia Típica de Manejo de Cultivo

- Reaccionar ante los problemas ocasionados por condiciones ambientales negativas ya que no se tiene la capacidad de proteger los cultivos proactivamente.

Invernadero Convencional

Retos ambientales:

- Transpiración Insuficiente y estrés hídrico
- Temperaturas insuficientes de suelos en el invierno

Estrategia Típica de Manejo de Cultivo

- Tratar de crear el mejor ambiente posible dentro del invernadero aún cuando las condiciones a cielo abierto sean óptimas.

Invernadero de Techo Retráctil

Retos ambientales:

- Transpiración y estrés hídrico insuficiente cuando a cielo abierto hace frío y el techo está completamente cerrado.

Estrategia Típica de Manejo de Cultivo

- Usar el techo para tomar ventajas de los factores ambientales a cielo abierto positivos, del ambiente de una casombrilla y de un invernadero, evadiendo las condiciones ambientales negativas de cada uno de éstos.
- Balancear las necesidades de temperaturas óptimas de las plantas, necesarias para la transpiración.



CRAVO EQUIPMENT LTD.

Cómo los techos retráctiles pueden tomar ventaja de los ambientes convencionales de producción previniendo los retos de cada uno.

La estrategia para optimizar tanto la velocidad de crecimiento como la calidad de las plantas usando ambos, el ambiente de cielo abierto y el de un invernadero como sigue:

1. **Abajo de 16°C**, el techo debe estar cerrado para mantener un mínimo de temperatura en las plantas.
2. **arriba de 17°C** el techo se debe abrir para incrementar la luz, el CO₂, la transpiración y el estrés hídrico.
3. Arriba de 28°C el techo se debe cerrar 85% para reducir el impacto directo de la radiación a fin de reducir: las temperaturas de las hojas y frutos, la transpiración y el estrés hídrico
4. Cerrar el techo completamente cuando el viento es excesivo, para proteger las plantas.
5. Cerrar el techo completamente en condiciones de lluvia para proteger las plantas

Por qué se usa una cubierta blanca en los techos cuando se produce en climas templados.:

- Cuando las condiciones a cielo abierto son óptimas, el techo se retrae y las plantas reciben el espectro del sol completo sin que la cubierta blanca limite los niveles que impactan en las plantas.
- Cuando las temperaturas son excesivas y el techo se cierra 85%, la cubierta blanca bloquea parte de la radiación y permitiendo el paso de luz difusa, lo que permite la reducción de la temperatura de las hojas. (En México se midieron temperaturas del suelo de 71°C a cielo abierto, que bajaron a 43°C cuando el techo se cerró)
- Cuando las noches son frías y el techo se cierra, se reducen las pérdidas por radiación de calor al medio ambiente.

Cómo hacer más efectiva la comunicación acerca del manejo de cultivo

1. Hablar acerca de las plantas no del medio ambiente. Por ejemplo:
 - a. Decir “la transpiración es muy baja” en lugar de “la humedad es muy alta”; lo que Usted debe estar manejando realmente es la transpiración ya que la humedad es sólo uno de los factores que afectan la transpiración.
2. Mida las temperaturas del suelo
3. Mida las *temperaturas* de las hojas