



PREGUNTAS - 2° WEBINAR HORTALIZAS VIVEROS DE CHILE 14 agosto 2020

1. ¿Al incrementar la concentración de CO₂ se incrementa la producción de hortalizas?, de ser así, en que especies ocurre y cuál es la tasa de incremento de CO₂ y la tasa de incremento de la producción respectiva.

Respuesta: el 89% de las especies cultivadas estudiadas, de interés agronómico son C₃ como por ejemplo tomate, pimiento, lechuga, frejol, trigo, cebada, papa, arroz entre otras. Tasa máxima de crecimiento (5-20 g m⁻² d⁻¹). La exposición de estas plantas a ambientes con una elevada concentración de dióxido de carbono durante cortos períodos, generalmente estimula el crecimiento y la fijación fotosintética de carbono (BassiriRad et al., 1997).

Algunos productores enriquecen el aire en el invernadero a 1.000 ppm tanto en días soleados como nublados. Otros tratan de disminuir los costos debidos a este ítem, utilizando una dosis de 450 a 550 ppm en días nublados y 900 ppm en días soleados. En general, se recomienda reducir la concentración de enriquecimiento con CO₂ a 450-550 ppm cuando la intensidad luminosa supera 750 W. Éste es el punto de saturación luminosa en el cultivo de tomate.

Investigaciones han revelado que el enriquecimiento con CO₂ a niveles de 375, 450 y 525 ppm incrementa el rendimiento total en tomates y pepinos. En tres años de evaluación, el rendimiento de frutos de tomate comercializables se incrementó en 2,65 (+/-0,201) kg/m² por cada 100 ppm agregados al promedio de concentración de CO₂ sobre 340 ppm, que es la concentración que se produce en el aire de forma natural (a nivel de ambiente). Con respecto a los pepinos, la respuesta fue el doble que para el tomate, con 5,43 (+/-0,455) kg/m² por cada incremento de 100 ppm en la concentración promedio de CO₂.

En el cultivo del tomate, las cantidades óptimas de CO₂ se encuentran entre 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos, proporcionan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, entre otros

NOTA: Ver Anexo 1

2. ¿En cuanto al residuo de pesticidas, como reducir su aplicación para su consumo en fresco?

Respuesta: es recomendable aplicar pesticidas de bajo impacto medio ambiental, solamente realizar aplicaciones cuando producto del monitoreo se observe que se está

llegando a niveles que pueden provocar daño económico. Además se debe tener presente las concentraciones de los productos pesticidas a aplicar, dosificar adecuadamente y respetar las carencias.

3. ¿Respecto al manejo y control de plagas, qué opinas del uso de hongos entomopatógenos ? (HEP Bioinia)

Respuesta: Los hongos entomopatógenos (HEP), son microorganismos capaces de infectar y provocar enfermedades en insectos, causándoles la muerte. Esta característica los convierte en una herramienta con gran potencial como agentes de control biológico, denominados "bioinsecticidas", destacándose los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*.

Le sugiero revise la página web de INIA, "bioinia@inia.cl

4. ¿En que momento aplicar micorrizas o trichodermas?

Respuesta: Es conveniente aplicar las **micorrizas** alrededor de la zona radical una vez que ha terminado el período de enraizamiento, cuando la planta ya tiene las raíces suficientes como para que los hongos las colonicen. Estos hongos van a prosperar en el medio radical si en la zona se presentan las condiciones adecuadas.

Las **Trichodermas** corresponden a un producto fungicida biológico de amplio espectro, empleado para controlar hongos fitopatógenos del suelo y enfermedades fungosas asociadas con enfermedades como marchitamiento, pudrición de la raíz y/o del cuello de la planta, Mildiu, Mota blanca y Botrytis.

Le sugiero revise el artículo sobre Trichodermas en *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* (2019) 35(1):98-112.

5. ¿Que zonas de Chile usted considera como óptimas para producción de tomates, conforme a fecha de cultivo y cercanía con los centros de consumo?

Respuesta: las zonas óptimas para el cultivo de tomates considerando sus requerimientos medioambientales, especialmente la sensibilidad de la especie a bajas temperaturas, que producen daños tanto a la planta como a los frutos, como también cercanía a los centros de mayor consumo, corresponden a la VR, RM, VIR y también algunas localidades de la IVR.

6. ¿Se mencionó en un momento la importancia del diámetro del plantín a trasplante, se podría detallar esto?

Respuesta: en general, al momento del trasplante de los plantines, el diámetro del tallo bajo los cotiledones debe fluctuar entre 4 y 6 milímetros en promedio. Así, el tallo será firme, robusto y el plantín no caerá sobre el suelo, se mantendrá erguido, evitando con ello el riesgo de daño por deshidratación de las hojas, quemadura por golpe de sol, entre otros daños.

7. ¿Qué ocurre con las micorrizas y los suelos trumao que tienen poca disponibilidad de fósforo?

Respuesta: las micorrizas activas en suelos trumaos contribuyen a mejorar la disponibilidad de fósforo

El papel de los hongos micorrícicos en la absorción de fósforo del suelo puede resumirse de la siguiente manera: las plantas con micorrizas absorben y acumulan más fósforo que las plantas sin micorrizas especialmente si crecen en suelos de baja disponibilidad del nutriente.

Puesto que el fósforo es un nutriente de baja movilidad en el suelo la raíz debe interceptarlo para absorberlo. En raíces con micorrizas el incremento en la absorción de fósforo del suelo se debe a la mayor eficiencia en acceder a este nutriente y luego tomarlo. Esto se produce por un aumento en la superficie y el volumen de suelo que exploran las raíces logrado gracias a dos razones: a) raíces más sanas y b) las hifas del hongo actúan como una extensión de la raíz de la planta. La longitud absorbente de la raíz crece y por consiguiente la exploración de suelo también aumenta.

8. ¿Para el cultivo en invernadero cual es la mejor combinación portainjerto variedad desde el punto de vista del vigor de planta final?

Respuesta: en general, la mejor “combinación portainjerto-cultivar” es aquella que no presenta incompatibilidad, y por lo mismo, lograr el correcto desarrollo de la unión portainjerto – cultivar (variedad agronómica de interés comercial), obteniendo altas tasas de sobrevivencia en plantas. Es muy difícil recomendar la mejor combinación portainjerto-cultivar, ya que el comportamiento dependerá de la especie, cultivar, manejo, condiciones ambientales, entre otros aspectos. Es necesario realizar evaluaciones para la localidad y especie de interés. En Chile, aún existe escasa información validada al respecto.

9. ¿Cuál es la diferencia del sistema al aire libre e hidropónico en el cultivo de hortalizas?

Respuesta: la diferencia fundamental es la siguiente: en un cultivo hidropónico bien manejado se controlan todos los factores de producción (bióticos y abióticos), no así en un cultivo al aire libre.

10. ¿Hay alguna fuente de información fiable sobre calidad de agua por cauce, o la única opción es realizar un análisis de esta?

Respuesta: la única opción es realizar un análisis químico completo del agua de riego (macro y micro elementos) si se desea conocer para planificar el fertirriego; pH, C.E.; RAS. Debe tener presente que la calidad química del agua de riego es variable en función de las estaciones. Por otra parte, debiera considerar el análisis químico de metales pesados y también el análisis de contaminantes biológicos especialmente importante en la producción de hortalizas que se consumen en estado fresco.

11. ¿Cuáles son los criterios para realizar una óptima labor de deshoje en tomate?

Respuesta: nunca se debe deshojar la parte baja de la planta ya que en los estados iniciales de desarrollo, son las hojas responsables en gran medida del sano y vigoroso crecimiento radical. Una vez que la planta ya se encuentra en la etapa reproductiva, formación de racimos florales, formación de nuevas hojas, crecimiento del tallo principal, frutos en desarrollo y crecimiento, maduración de los frutos en sus distintos estados, se debe mantener una correcta “fuente-receptor”, o sea, relación de hojas fotosintéticamente activas por racimo floral-frutal, y receptores de los asimilados (flores-frutos). Por lo general dicha fuente-receptor, en plantas de hábito de crecimiento indeterminado, conducidas a 1 eje, la fuente son las 3 hojas cercanas al racimo (las 2 superiores y la inferior) y el receptor es el racimo. Debo hacer notar que esto puede variar entre cultivares. El ideal es no eliminar la “fuente” ya que se producirá un déficit de asimilados (hidratos de carbono) para el racimo cercano. Se puede ralea algunas hojas y/o deshojar algunas hojas cuando los frutos del racimo cercano ya se encuentran en estado verde-maduro.

12. ¿Cuáles son las principales características fenotípicas que busca un mejorador en tomate?

Respuesta: depende de los objetivos del genetista o del programa de mejoramiento genético en cuestión, no obstante lo anterior, podría mencionar las siguientes características fenotípicas relevantes: color de los frutos a madurez comercial, tamaño de los frutos, forma de los frutos (diámetro polar y ecuatorial), longitud del estilo en relación a los estambres, N° de frutos /racimo, precocidad a primer racimo y sucesivos, concentración de la cosecha y/o distribución de ella en el período útil, hábito de crecimiento de las plantas, área foliar, N° de hojas a primer racimo y N° de hojas entre racimos, Presencia de hojas “tipo papa” presencia de desórdenes fisiológicos y/o frecuencia de ellos, entre otros.

13. ¿Se trabaja en invernaderos con el rojo lejano?

Respuesta: Si, por la vía del empleo de mallas fotoselectivas, que emiten radiación de distintas longitudes de onda, entre ellas, longitud en el segmento rojo lejano (700 a 800 nm). Existen muchos trabajos científicos-técnicos al respecto.

14. ¿En invernaderos con riego de alta frecuencia ¿Hay horarios en los que se debe evitar regar? o ¿temperaturas?

Respuesta: siempre se debe evitar el stress por diferencia térmica entre la temperatura a nivel radical (suelo) y la temperatura del agua de regadío. Idealmente regar con agua de temperatura cercana a los 20°C a objeto que las raíces no sufran shock térmico. A temperatura del agua inferior a 15°C se inhibe la absorción de nutrientes. Es recomendable tener un estanque para el reservorio de agua al interior del invernadero, de modo tal, evitar lo antes indicado.

15. ¿En invernadero, para inyectar CO₂ por el fertirriego, que tipo de productos insumo se usan y cuáles son los periodos críticos de aplicación?

Respuesta: En determinadas horas del día la actividad fotosintética es mayor y, por tanto, el nivel de absorción de CO₂ por las plantas. En ese periodo es recomendable un aporte

complementario de CO₂ que optimice la actividad fotosintética. A ese aporte se le denomina “fertilización carbónica”.

El aporte complementario de CO₂ en el agua de riego se puede realizar empleando CO₂ puro (cilindros de CO₂), a esta metodología se conoce con el nombre de agua carbonatada. En Chile existen empresas proveedoras de gases y sus accesorios, por ejemplo INDURA, AGAS entre otros.

[Ver ANEXO 2. Concentración CO₂ en invernadero con y sin suplementación](#)

Ventajas del aporte de CO₂ en agua de riego

Se puede resumir en los siguientes aspectos, entre otras

- Incremento de la actividad metabólica de las plantas y desarrollo del cultivo
- Mayor floración y el número de frutos por planta
- Aumento de la calidad del producto final en los cultivos
- Más resistencia a enfermedades y disminución del ataque de plagas
- El **ácido carbónico (H₂CO₃)**, formado durante la carbonatación del agua de riego, reduce los depósitos de fertilizantes, que acostumbran a formarse en los goteros y microaspersores, aumentando la eficacia y la vida útil del sistema de riego
- Mejor solubilización y absorción de los nutrientes por la planta
- Posibilidad de neutralizar las aguas duras disponibles para los cultivos en determinadas regiones

Instalaciones

La composición del gas es dióxido de carbono 100% (con una pureza del 99,9%). Esto requiere una instalación sencilla, que consiste en un cilindro de gas con un regulador de presión, una válvula y la conexión al PC con una sonda para su activación automática. La distribución se lleva a cabo con un sistema de tuberías de riego convencional y cintas con goteros incorporados.

Fertirrigación carbónica (agua carbonatada para el riego)

El agua carbonatada se consigue mediante la inyección de CO₂ a presión en la tubería principal de manera que al disolverse en el agua de riego produce ácido carbónico que reduce el pH del agua y origina diversos bicarbonatos al reaccionar con carbonatos y otras sales presentes en el agua. El agua carbonatada recibe a continuación los fertilizantes habituales para el riego cuya solubilidad mejora en agua ligeramente ácida. Para aportar CO₂ al sistema de riego hay que tener en cuenta la presión de la línea de agua de riego, la distancia del punto de inyección de CO₂ al primer gotero, la temperatura del agua, el sistema de difusión del CO₂ en el agua y la cantidad de CO₂ por litro de agua.

La utilización del agua carbonatada en el cultivo de tomate es rentable y la dosis óptima es en torno a los 0,20 g de CO₂/litro, se ha estimado que a esa dosis el rendimiento a la cosecha es mayor y también se obtiene un mayor calibre promedio de los frutos.

16. ¿Hay una variedad de tomate específica para invernaderos?

Respuesta: hay muchos cultivares de tomates específicos para su uso en invernaderos, depende de la “ventana comercial” al decidir la elección. Generalmente se usan cultivares de hábito de crecimiento indeterminado.

17. En el occidente de Bolivia las condiciones climáticas son inestables, ¿Al generar un microclima por medio de un invernadero como controla la temperatura si dejas corrientes de ventilación con el ambiente son cambiantes y esto perjudicará al crecimiento de las hortalizas?

Respuesta: opino que en esas condiciones climáticas tan inestables, debiera analizar la posibilidad de contar con un invernadero climatizado, siempre y cuando fuera rentable.

18. ¿Cuál es el papel que juegan los portainjertos en evitar algunos de los problemas nutricionales que se evidencian en la parte aérea?

Respuesta: portainjertos provistos de sistemas radicales sanos, fibrosos, eficientes en explorar el perfil útil del suelo, eficientes en la absorción y transporte de nutrientes a la planta entera y naturalmente, compatibles con el o los cultivares de interés comercial.

19. ¿Existe alguna fórmula para calcular el volumen del invernadero, el tamaño de lucarna, asociándolo a un volumen esperado?

Respuesta: las lucarnas deben tener una amplitud “libre” para asegurar la salida de aire caliente y húmedo de al menos 80 cm de ancho y largo de todo el invernadero. Por otra parte, solamente 2/3 del volumen total del invernadero debe estar ocupado por la canopia de plantas altas como tomate, pepino, pimiento, melón o sandía conducidas verticalmente. El tercio restante del volumen total del invernadero debe estar libre de plantas para facilitar la circulación del aire.

20. En el caso de foto de Lampa, el agricultor (que plantará tomate de todos modos), ¿tiene disponible algún paliativo a implementar?

Respuesta: en cuanto a paliativos factibles de implementar se puede mencionar los siguientes

- Cultivares de mayor tolerancia a salinidad
- Plantines injertados sobre patrones tolerantes a salinidad
- Uso de materia orgánica como “abono verde”, rastrojos de cultivos o compost

21. ¿Con respecto al tomate, la densidad recomendable para tener una buena ventilación y calibre de fruto?

Respuesta: en invernaderos “fríos” o sea no climatizados, plantas conducidas a 1 eje con despunte o 1 eje modificado, la tendencia actual es usar bajas densidades poblacionales del orden de 12000 plantas /hectárea,

22. ¿En sus visitas cuales son las enfermedades más comunes encontradas en campos en Lechugas?

Respuesta: las enfermedades más frecuentes que he observado en terreno son las siguientes:

- a) Sclerotinia sclerotiorum
- b) Botrytis cinerea
- c) Downy mildew
- d) Big vein

23. ¿A las variedades de verano de lechugas las temperaturas altas le afectan?, es decir ¿Se suben igual pasando los 25 grados?

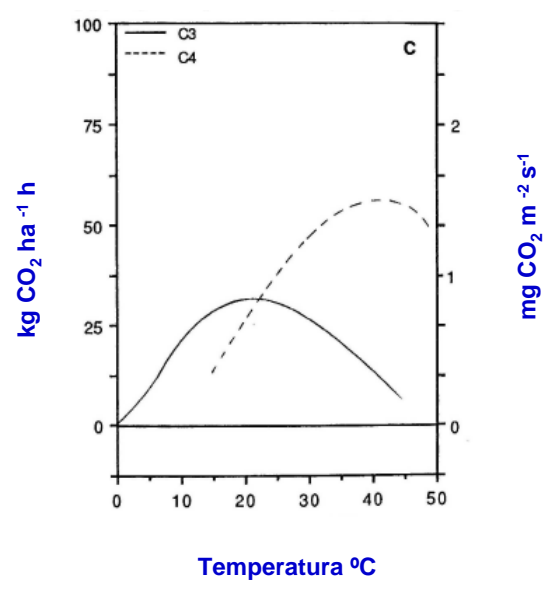
Respuesta: aunque sean cultivares aptos para verano, si las temperaturas son elevadas durante varios días las lechugas “se suben”

24. ¿Es necesario realizar polinización con abejas u otros insectos en invernaderos cerrados con malla antiafidos?:

Respuesta: es necesario utilizar *Bombus terrestris*.

ANEXO N°1

Efecto de la temperatura en la tasa de asimilación neta de especies C₃ y C₄



ANEXO N°2

Concentración de anhídrido carbónico (ppm) al interior de un invernadero durante el día (con o sin suplemento de CO₂)

