

Cultivar sin suelo y los factores climatológicos.

RAUL P. BRUYNEL

Especialista asesor en cultivos sin suelo.



Tomate en lana de roca en sistema de «líneas dobles» sin calefacción.

En los cultivos sin suelo es más factible regular el proceso de crecimiento de las plantas, en el que la medida de la temperatura radicular juega un importante papel: cuanto más adecuada sea la temperatura de las raíces, más productos de la fotosíntesis van a recibir éstas, y en un cultivo hidropónico el volumen radicular es menor y su control es más fácil que en el suelo.

Se puede hacer un cultivo de tomate de varias maneras. El cómo o la manera de llevar a cabo un cultivo de tomate en las distintas estaciones del año es otro tema. Ahí conviene ver más a fondo los procesos y factores determinantes para el desarrollo de una planta.

El control del crecimiento consiste en equilibrar el desarrollo vegetativo con el desarrollo generativo (floración) de la planta. Si se encuentra el balance entre estas dos fases del crecimiento de la planta se conseguirá una máxima producción.

Los factores que influyen en el desarrollo de la planta son:

- el clima en el invernadero: temperatura, humedad relativa y CO₂
- la luz (radiación)

- agua y abono (el equilibrio entre los nutrientes básicos).

En el invernadero conviene mantener un microclima para que el cultivo nos de el máximo resultado. El clima en el invernadero se puede regular hasta cierto punto con una ventilación lateral o cenital. Debemos aprovechar la luz que entra en el invernadero en invierno y regularla al máximo en verano.

¿Cómo se controlan estos factores?

1-. La temperatura: calentar o enfriar el aire en el invernadero intercambiando el aire dentro y fuera del mismo.

2-. La humedad relativa: calentar o enfriar el aire en el invernadero para la evaporación del cultivo, intercambiando el aire dentro y fuera del mismo.

3-. CO₂: renovación del aire interior del invernadero. Suministro de CO₂ puro o a través de la quema de un combustible.

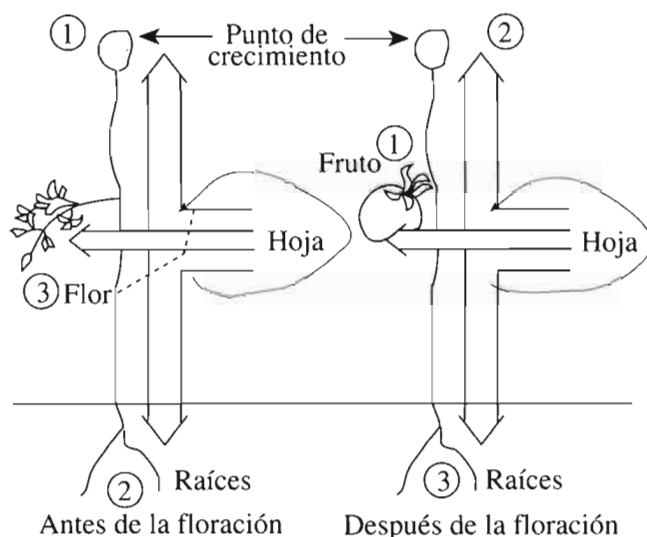
4-. La luz: la construcción y orientación del invernadero, el tipo de plástico, etc.

La luz que entra en el invernadero se convierte en parte en calor bajo la influencia de tres factores: el suelo, las plantas y la construcción del invernadero. Cuando más luz entre, más subirá la temperatura en el invernadero, razón por la cual es sumamente aconsejable ventilarlo convenientemente.

Con ello conseguiremos regular la temperatura del ambiente interior hasta cierto punto. La temperatura de la planta es difícil de regular.

Si las temperaturas de las plantas y

Figura 1:
Orden del paso de los productos de la fotosíntesis antes y después de la floración.



del fruto alcanzan niveles menores a las del ambiente puede manifestarse condensación.

Además pueden presentarse enfermedades que son transportadas por el aire (p. ej. *Botrytis*).

Si la temperatura de la planta es más elevada que la del ambiente, significa que el suministro de energía es mayor de lo que debería de ser. La toma del agua se verá dificultada, con lo cual puede producirse deshidratación (quemaduras en las hojas).

Una temperatura buena, en la parte radicular de la planta y en el ambiente, nos garantiza un desarrollo óptimo del cultivo.

El control del crecimiento consiste en equilibrar el desarrollo vegetativo con la floración de la planta. Si se encuentra el balance entre estas dos fases del crecimiento, se conseguirá una máxima producción.

 <h1>FERVOSA</h1> <p>FERTILIZACION ORGANICA</p>	<p>DAMOS UN SERVICIO PERSONALIZADO</p>	<p>SE BUSCA DISTRIBUIDOR DE ZONA</p>
<p>Materia orgánica, abono orgánico (humus) y el abono organo-mineral.</p> <p>Sustratos y recebos especiales para las hidrosiembras.</p> <p>Todo tipo de sustratos para la creación y mantenimiento de espacios verdes y jardinería.</p> <p>Turbas negras y turbas rubias (HAGGEBY) para campos de golf, campos de fútbol, obras públicas etc...</p>	<p>Deseo recibir más información del abono orgánico FERVOSA</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Dirección: _____</p> <p>C.P. _____ Población _____</p> <p>Tel.: _____ Fax: _____</p>	

En las plantaciones de I+D que Bruinsma-Asgrow tiene en Almería para conocer bien el potencial de sus variedades, en las condiciones del Mediterráneo sur, no han dudado en plantar «sin suelo» en los mejores sustratos a la vez que utilizan invernaderos bien diseñados (en este caso un modelo de Imcasa-Kayola) con ventilación automática.



El nivel de temperatura ambiental determina más el crecimiento de la planta que el nivel de calor en la parte radicular.

Productos de la fotosíntesis.

Los productos de la fotosíntesis se forman en las hojas. Las raíces necesitan dichos productos para crecer y para el buen funcionamiento de la asimilación del agua y los nutrientes.

Pero, ¿cómo influye la temperatura en este proceso?

En el desarrollo de la fotosíntesis la temperatura óptima se sitúa en torno a los 18 °C. Es decir, a temperaturas más elevadas la fotosíntesis

POLYANE® TRICOUCH®

CELLOFLEX® 4 SF

Evite deformaciones • Gane luminosidad
Ahorre energía • Plástico de larga duración



POLYANEX® 4

Especial para invernaderos
Doble pared • Excelente luminosidad



La mejor solución para la cubierta de su invernadero.



El Celloflex 4SF es un film coextrusado copolimero de etileno y EVA, esta estructura le confiere una excelente transparencia y opacidad frente a los infrarrojos de onda larga emitidos por el suelo durante la noche, la presencia del agente anti-UV asegura su durabilidad hasta 4 campañas.

TRES CAPAS - CUATRO EFECTOS:

- Evita que los poros se obturen de polvo.
- Buen efecto térmico • Anti-goteo.
- Gran difusión de la luz.

DIVISION DE PLASTICOS AGRICOLAS:

prosyn polyane

Z. I. Le Clos Marquet - B.P. 174 - 42403 ST-CHAMOND Cedex
Telf. 33 / 77 31 10 10 - Téléx 380 726 - Fax 77 31 10 29

DISTRIBUIDORES EN ESPAÑA: SAIGA APLICACIONES HIDRAULICAS, S.A. Ctra. Nacional nº 2, Km. 757,2 - 17600 FIGUERAS - (Gerona) - Tel.: (972) 67 19 99 - RIVIERA BLUMEN HISPANIA, S.A. Ctra. de Lorca, 136 - 30890 PUERTO LUMBRERAS (Murcia) - Tels.: (968) 40 22 26 - 40 23 50 - MASSAGUER DE PLANNELL, N.I.F. 40.239.460 V - Ctra. San Hilario - 17430 STA. COLOMA DE FARNERS (Gerona) - Tel.: (972) 84 08 21 - ELADIO LOPEZ GARCIA DE LAS MESTAS Virgen de la Antigua, 11 A - 8º B - 41011 SEVILLA - Tel.: (954) 45 05 95 - ANTONIO GONZALEZ: C/ San Antonio, 37 - 38001 SANTA CRUZ DE TENERIFE - Tel.: (922) 27 16 49.

La concentración de CO₂ depende de tres factores: toma y emisión de CO₂ del cultivo, intercambio de CO₂ por ventilación y el suministro de CO₂.

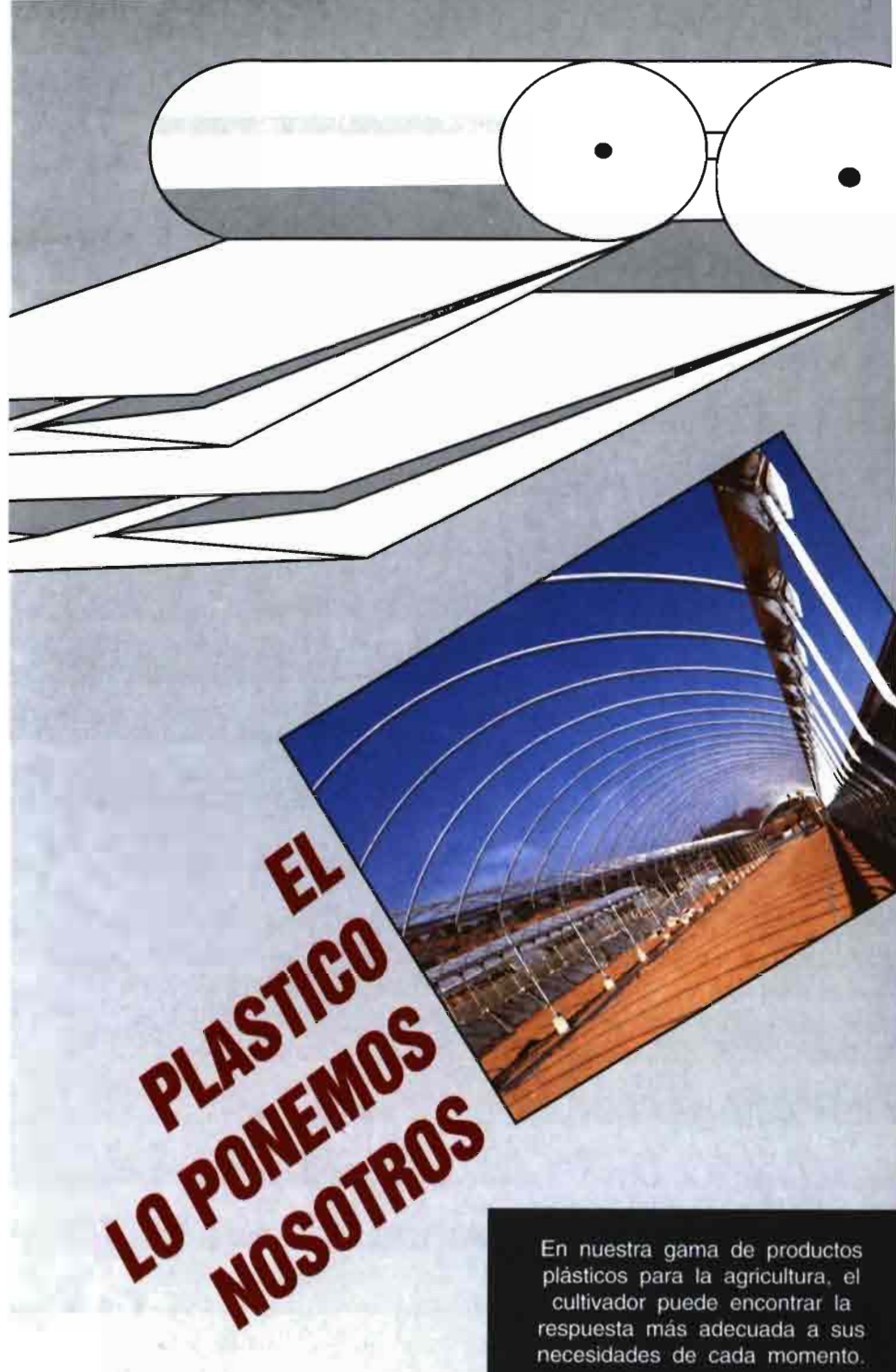
no producirá apenas más azúcares. Cosa que sí sucederá cuando haya más luz. Cuanto mayor cantidad de luz haya, más productos de la fotosíntesis se originarán en las hojas de la planta.

El proceso de distribución de los azúcares disponibles está ligado a la temperatura y al estado de desarrollo de la planta. Una planta recién plantada invierte todos los azúcares en el crecimiento de las hojas nuevas. La planta da prioridad al crecimiento de su porte sobre el crecimiento radicular y la floración. El orden de distribución cambia drásticamente después del cuaje; los frutos serán los primeros en recibir los azúcares, después las hojas y al final las raíces (figura 1).

Cuanto más adecuada sea la temperatura de las raíces, más productos de fotosíntesis recibirán éstas. Así se mantendrá y se renovará el sistema. Pero para ello es necesario regular la temperatura radicular. En el suelo ésto es casi imposible. En un cultivo hidróponico es más factible regular el proceso de crecimiento, porque el volumen es menor.

El nivel de temperatura ambiental determina más el crecimiento de la planta que el nivel de calor en la parte radicular. La temperatura óptima en el interior del invernadero ha de oscilar entre 14°C y 25°C. Aunque esto depende por supuesto de la variedad y del desarrollo de crecimiento de la planta. Temperaturas bajas (<14°C) desequilibran la formación de la flor, pudiendo ocasionar frutos deformados.

La temperatura influye sobre la velocidad de crecimiento y hace que se adelante tanto la formación de las hojas como la de los racimos. La subida de 1°C en la temperatura media durante veinticuatro horas aumenta



**EL
PLASTICO
LO PONEMOS
NOSOTROS**

En nuestra gama de productos plásticos para la agricultura, el cultivador puede encontrar la respuesta más adecuada a sus necesidades de cada momento.

- **Plásticos térmicos EVA**, para cultivos exigentes en temperatura.
- **Plásticos larga duración**, con la máxima transparencia. Dos y tres campañas y alta resistencia al envejecimiento.
- **Plásticos especiales** como el anti-vaho; todos los usos en la práctica de los acolchados y pequeños túneles; opacidad total para ensilados; embalses...



Polígono Industrial «La Redonda» - C.N. 340, km. 86
04710 SANTA MARIA DEL AGUILA - EL EJIDO (Almería)
Tels. (951) 48 10 50-48 10 54 - Fax (951) 48 43 27 - Telex: 78946 FIGA-E

El libro de cómo «cultivar sin suelo».



Tanto técnicos como agricultores que han vivido la experiencia de cultivar hortalizas y flores «sin suelo» (en hidropónico), afirman que resulta ser de una práctica sencilla. Puede afirmarse -dicen **Matías García** y **Evaristo Martínez**, autores del libro **Cultivo sin suelo: Hortalizas en clima mediterráneo** que resulta más fácil cultivar en sustratos que en el tradicional suelo de un invernadero.

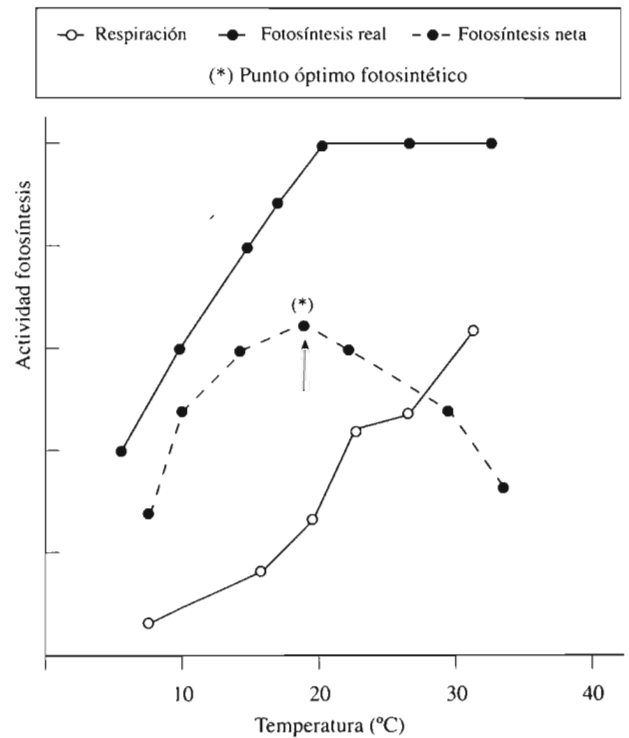
Comprar sustrato de lana de roca, perlita o bien de otro tipo; equiparse con una máquina de automatización de la fertirrigación y/o clima de invernadero; y empezar a cultivar fuera del suelo es solamente cuestión de atreverse.

El libro, que aparecerá en unas semanas, de los autores **Matías García** y **Evaristo Martínez** contará con el patrocinio de las empresas y de las instituciones que mayor interés tienen para que esta técnica se adapte a las condiciones de los cultivadores de nuestro país.

Cultivar sin suelo tiene tres ventajas: óptima relación aire-agua en el sustrato, ausencia de enfermedades de suelo y control perfecto de la nutrición. Con el libro que se anuncia, el lector aprenderá a utilizarlas.

Cultivo sin suelo, es un libro de Ediciones de Horticultura, S.L. que se edita bajo el patrocinio de la Caja Rural de Granada y otras importantes empresas e instituciones.

Figura 2:
Punto óptimo de la fotosíntesis neta.



la velocidad del crecimiento en un 10%. Cuando aumenta la velocidad de crecimiento los frutos suelen pesar menos que si hubiesen crecido a temperaturas más bajas durante el mismo espacio de tiempo: veinticuatro horas.

La temperatura influye sobre la velocidad de crecimiento y hace que se adelante tanto la formación de las hojas como la de los racimos. La subida de 1°C en la temperatura media durante veinticuatro horas aumenta la velocidad del crecimiento en un 10%. Cuando aumenta la velocidad de crecimiento los frutos suelen pesar menos que si hubiesen crecido a temperaturas más bajas durante el mismo espacio de tiempo: veinticuatro horas.

Si no queremos que disminuya el crecimiento de la planta, la temperatura de las raíces ha de estar a un mínimo de 15 °C, aproximadamente.

La posibilidad de regular la temperatura radicular resulta muy efectiva en algunas fases. Por ejemplo, cuando la planta está cargada con fruto; un momento clave en el desarrollo del cultivo, ya que hay un mayor suministro en productos de la fotosíntesis. Con ello se mantendrá un cre-

Cuanto más alta sea la temperatura más vapor podrá contener el aire.

En este caso

la humedad relativa será más baja. Cuando baja la humedad relativa y sube la temperatura de la planta, la transpiración aumenta. Transpiración significa enfriamiento y para enfriar hace falta energía. Esto significa que las plantas convierten gran parte de la energía obtenida por radiación en transpiración.

cimiento radicular adecuado y se evitará un envejecimiento rápido (figura 3).

En primavera, cuando el tiempo cambia de un momento a otro, la posibilidad de regular la temperatura es importante. Cuando el sol sale de repente, la superficie foliar se calienta más rápido que la parte radicular. Si hay más de 10 °C de diferencia entre la temperatura de las hojas y de las raíces, la toma del agua puede ser dificultada. En momentos extremos las plantas se marchitan.

La humedad relativa.

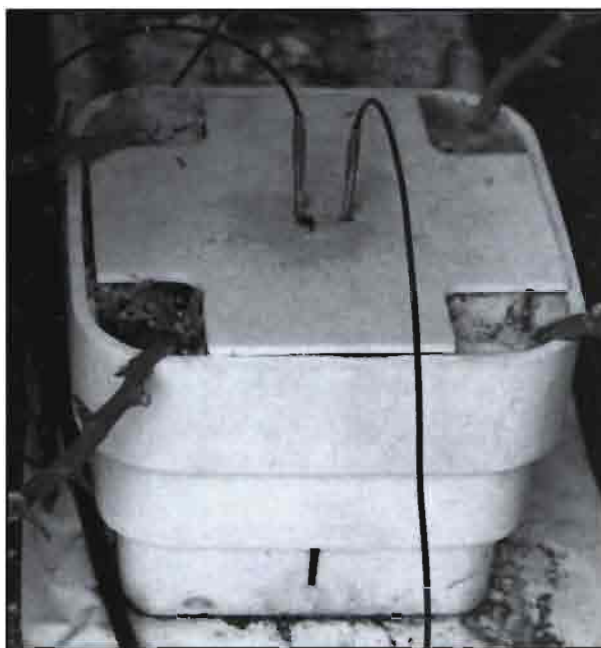
Es fácil percibir que cuanto más luz entra en un invernadero, mayor es el nivel de temperatura ambiente, ello es debido a la transformación de la energía (radiación) en calor por medio de las plantas, de la construcción y del suelo.

La humedad relativa depende de la temperatura interior del invernadero. El aire por m³ o Kg puede contener una cierta cantidad de vapor. Cuanto más baja sea la temperatura del aire menos cantidad de vapor podrá contener. El aire puede contener una cantidad limitada de vapor. El punto máximo se llama punto de rocío. Cada temperatura tiene su punto de rocío. Cuanto más alta sea la temperatura más vapor podrá contener el aire por m³ o Kg. En este caso la humedad relativa será más baja.

Cuando baja la humedad relativa y sube la temperatura de la planta, la transpiración aumenta. Transpiración significa enfriamiento y para enfriar hace falta energía (calor). Esto quiere decir que las plantas convierten gran parte de la energía obtenida por radiación (o calefacción) en transpiración. Si esto no sucediera, toda la energía habría sido gastada sólo en subir la temperatura interior del invernadero. El aumento de temperatura se hace muy evidente en un invernadero vacío.

No se pone calefacción sólo para mantener cierto nivel de temperatura en el cultivo, sino también para regular el clima en el invernadero. Es decir, que el calor (energía) adicional estimula la transpiración del cultivo. Si hiciese demasiado calor en el invernadero habría que ventilarlo.

La ventilación es la disipación de aire saturado con vapor, aire «gasta-



El cultivo sin suelo a través de las distintas técnicas de la hidroponía está implantándose entre los cultivos bajo invernadero de toda España. La buena estructura del invernadero, tipo de cubierta utilizada y las prestaciones como calefacción, optimización del riego, suministro de CO₂, ventilación, etc... contribuyen directamente en el control de los factores del clima; pero a nivel de la planta la utilización de cultivos hidropónicos conduce a controlar más estrictamente estos factores climáticos como puede ser la temperatura radicular entre otros.

do» y calor.

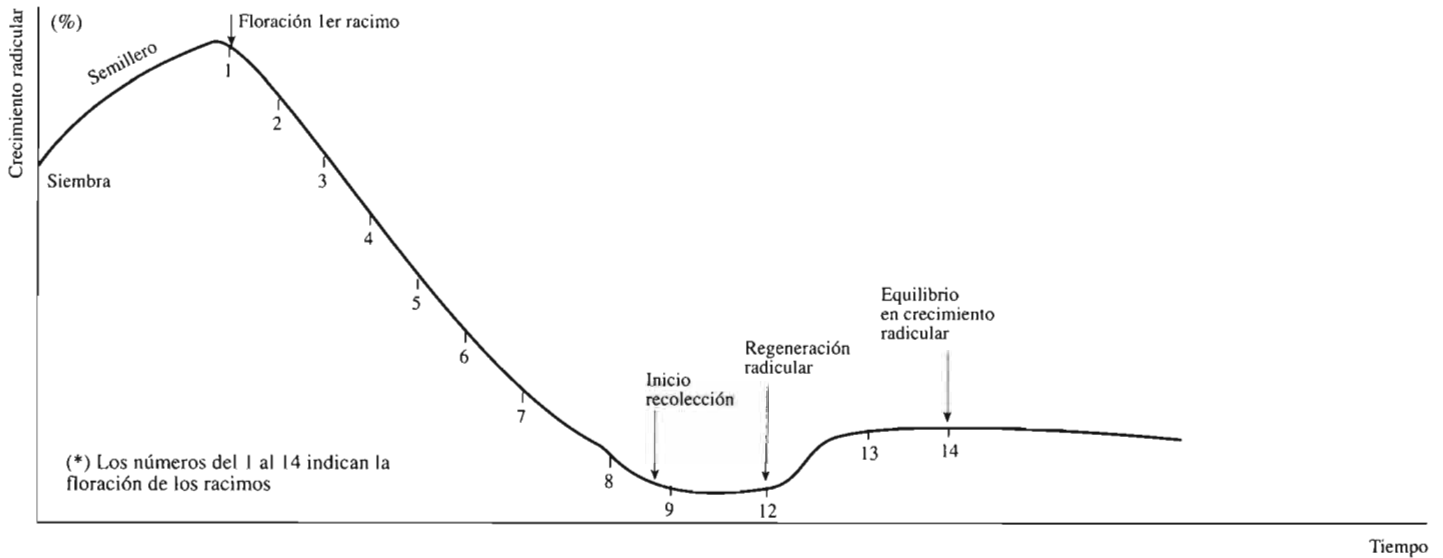
La ventilación es un control para regular el clima en el invernadero. Es necesario que la construcción y las dimensiones del invernadero permitan hacer ese control.

El gas carbónico es un componente necesario de la fotosíntesis y sabemos que el aire lo contiene aproximadamente en una concentración de 340 ppm. El CO₂ acelera el desarrollo del crecimiento de la planta; especialmente el de las plantas jóvenes.

El contenido de CO₂ en el interior del invernadero influye en la cantidad de azúcares que pueden ser producidos bajo una cierta cantidad de

La subida de 1°C en la temperatura media durante veinticuatro horas aumenta la velocidad de crecimiento, los frutos suelen pesar menos que si hubiesen crecido a temperaturas más bajas durante el mismo espacio de tiempo.

Figura 3:
Crecimiento y muerte de la raíz en tomate.



Cuadro 1
Factores que regulan la planta en su desarrollo generativo y su desarrollo vegetativo.

Generativo	Vegetativo
Humedad relativa más baja	Humedad relativa más elevada
Más luz	Menos luz
Temp. radicular más baja	Temp. moderada (= 15°C)
Temp. ambiental más alta	Temp. ambiental más baja
CE más alta	CE más baja
Menos riego	Más riego
Siembra más tardía	Siembra más temprana
Menos plantas/m ²	Más plantas/m ²
Variedad menos vigorosa	Variedad más vigorosa
Temp. día temp. noche	Temp. día temp. noche

La luz.

La luz es la parte de la radiación que podemos ver y que es necesaria para el crecimiento (la fotosíntesis) del cultivo.

La cantidad de radiación que puede entrar en el invernadero depende de la transmisión de la luz. El tipo de plástico, la estructura del invernadero (parral, capilla o asimétrico), la reflexión de la luz por el plástico y la posición de la cobertura, según la estación en que estemos, son factores que pueden influir en la cantidad de luz que entra en el invernadero.

Aquí hemos tratado y explicado brevemente los factores climáticos que regulan en gran medida el desarrollo de la planta.

Otros factores como el suministro de agua y abono, la variedad, la densidad, la fecha de siembra, etc. se deciden según los criterios por los que optemos. Los factores que regulan la planta en su desarrollo generativo y su desarrollo vegetativo quedan resumidos en el cuadro 1.



El tipo de plástico, la estructura del invernadero, la reflexión de la luz por el plástico y la posición de la cobertura, son factores que influyen en la cantidad de luz que entra en el invernadero.

luz.

La concentración de CO₂ depende de 3 factores: la toma y la emisión de CO₂ del cultivo, el intercambio de CO₂ por ventilación y el suministro de gas CO₂.

Los factores no son independientes el uno del otro. Un suministro de CO₂ mayor de 340 ppm no tiene sentido cuando el invernadero está bien ventilado. Si el invernadero no está bien ventilado, la toma de CO₂ por el cultivo baja rápidamente. Si falta CO₂, la fotosíntesis disminuye precipitadamente. Para la toma de CO₂ deben estar abiertos los estomas debajo de la hoja.

RAUL P. BRUYNEL

es Asesor Técnico
de Rockwool/Grodan Ibérica, S.A.