

ENSAYO DE TOMATE EN «CULTIVO SIN SUELO». DERIO 1993

H. MACÍA
M. MANCHO
V. TERÉS
A. ETXEANDIA
M. DOMINGO

Sección de Hortofloricultura del S.I.M.A.
EUSKADI

RESUMEN

El tomate es otro cultivo de gran tradición en el País Vasco. La intensificación de este cultivo en suelo de invernadero ha dado lugar a numerosos problemas parasitarios de suelo (Corky-root, nematodos, etc.). La adaptación de este cultivo a la técnica de cultivo «sin suelo» en nuestro ámbito ha sido una línea de trabajo importante en el S.I.M.A., debido a la importancia económica de este cultivo en la Comunidad Autónoma Vasca. Uno de los problemas que se presentan debido sobre todo a su trascendencia económica, es la elección del *sustrato*. En este sentido hemos pretendido impulsar sustratos autóctonos, como la *corteza de pino*, que presenta una gran potencialidad para su empleo en cultivo «sin suelo», debido a sus favorables características físicas y bajo coste. Como contraste se introdujo en el ensayo «*la perlita*», sustrato que está adquiriendo gran auge y que es el mayoritariamente empleado hoy día por nuestros agricultores. Los resultados no han presentado diferencias significativas entre ambos sustratos, lo que confirma nuestras expectativas respecto a la *corteza de pino*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo en sustrato en la C.A.V. posee un interés creciente entre los agricultores, lo cual hace que aumente la demanda de respuestas ante las múltiples cuestiones que se plantean (manejo de cultivos, marcos de plantación, especies a cultivar, etc.). Tengamos en cuenta, que nuestras condiciones ambientales poseen unas características muy diferentes

a las de otras zonas donde se ha desarrollado este tipo de cultivo (Almería, Murcia, Holanda, etc.), que son entre otras:

- escasa luminosidad
- posibilidad de cultivar en verano
- poseer en general aguas de muy buena calidad y baja carga de sales
- suelo caro y con abundantes pendientes
- fuertes problemas fitosanitarios en suelo

Desde el S.I.M.A. de Derio hemos pretendido ir dando una respuesta satisfactoria a estas cuestiones, habiéndose iniciado los trabajos en 1986 con cultivos en lana de roca como sustrato. Paralelamente se ensayó la corteza de pino para ver su respuesta en este tipo de cultivo, dando excelentes resultados, pudiéndose comparar a las producciones obtenidas con lana de roca (ver informe técnico nº 36 «Cultivo fuera de suelo en horticultura»).

En 1993 se planteó la introducción de un sustrato (la perlita), que estaba cogiendo un fuerte desarrollo en el sureste español y que se estaba introduciendo en nuestros invernaderos. Debido a la complejidad de manejar más de dos sustratos a la vez, se planteó introducir la perlita este año y continuar con la corteza de pino.

El tomate es una especie que se adapta muy bien a este tipo de cultivo, siendo una de las especies hortícolas más ensayadas para cultivo en sustrato. Como continuación de los ensayos realizados en el S.I.M.A. con este cultivo, se planeó para este año la realización de un ensayo de tomate con dos sustratos (corteza de pino y perlita), con riego independiente para cada sustrato.

MATERIALES Y MÉTODOS

Instalaciones

A) Invernaderos

Los ensayos se realizaron en un invernadero tritúnel de placa rígida de P.V.C. de 22.8 m × 26 m (600 m²), con ventilación cenital con apertura automática por termostato. Calefacción por generador de aire caliente a gasoil, con temperatura mínima de 8 °C. Hay que hacer notar que este tipo de invernadero presentaba problemas de ventilación (su escasa altura a la canal; 2 m), y de iluminación, por la antigüedad de la placa (más de 10 años).

B) Semilleros

Se realiza en un invernadero túnel con cubierta de plástico EVA, con calefacción de apoyo de gasoil (generador de aire caliente con intercambiador). Temperatura mínima del aire de 10 °C.

La siembra se lleva a cabo en mesa de germinación con resistencia eléctrica y termostato a 25 °C.

El «repicado» se realiza cuando las plántulas tienen los cotiledones desplegados y comienzan a formarse las hojas verdaderas. Las plántulas se colocan sobre bandejas, en mesas de cultivo, en el mismo invernadero.

Sustratos

Corteza de pino

La corteza de pino (de la firma I.M.C.), una vez compostada y molida adecuadamente, se ensaca en sacos de cultivo de 30 litros de 90 cm × 30 cm × 10 cm aprox. Se colocaron tres plantas por saco de cultivo, lo que da un volumen de 10 l de sustrato por planta. Densidad de plantación que habitualmente se emplea con este sustrato en tomate (2,6 plantas/m²).

Perlita

Se utilizaron para el ensayo sacos de cultivo «Agroperl», de 40 litros de volumen de sustrato y dimensiones de 120 cm y 22 cm de diámetro. Perlita del tipo B-12. Se pusieron 6 plantas por saco de cultivo, lo que da un volumen de 6,67 litros de sustrato por planta. Densidad de plantación recomendada para tomate en perlita (2 plantas/m²).

Riegos (cabezal y red de distribución)

Cabezal

Para la preparación de las soluciones nutritivas se dispusieron 3 depósitos de 1.000 litros cada uno, para cada sustrato. Estos depósitos se hallaban conectados entre sí, pero a la vez se podían independizar si se estimaba necesario. Este sistema nos permitía cambiar la solución nutritiva rápidamente en caso oportuno. A continuación de los depósitos se disponía el filtro de malla, el contador, el manómetro y la electroválvula correspondiente.

Red de distribución

La red de distribución se diseñó con tubo de P.E. de 4 atm de presión. La tubería principal que partía de cada uno de los dos grupos de depósitos era de 40 mm de diámetro. Las ramificaciones, que llevaban la solución nutritiva a los sacos de cultivo, eran de 20 mm de diámetro. Sobre ellos se disponían los goteros.

Los goteros eran de tipo «autocompensante» (entre 2 y 4 atm de presión) con un caudal de 2 l/h. Se dispusieron 3 goteros por saco de cultivo, ya fuera perlita o corteza de pino.

Diseño experimental

Las características del ensayo fueron las siguientes:

- *cultivo*: tomate cultivar «Mereto» (Tezier)
- *sustratos*:
 - corteza de pino: 2,6 plantas/m²
 - perlita: 2 plantas/m²
- *parcela elemental*: 21 m²
- *nº de plantas por parcela elemental*:
 - corteza de pino: 54 plantas/parcela
 - perlita: 42 plantas/parcela

Se realizó un ensayo con planteamiento estadístico «en bloques al azar» con cuatro repeticiones por sustrato.

Desarrollo del cultivo

Semillero: Se realizó en taco de lana de roca de 25 × 25 × 40 (mm) para el cultivo en perlita y en turba para el cultivo en sustrato de corteza de pino. Se mantuvo a 25 °C en esta fase. Esta operación se llevó a cabo el 19 de enero.

Repicado: Se realizó en taco de lana de roca de 7,5 × 7,5 × 6,5 (cm) para el cultivo en perlita, y entaco de turba de 8 × 8 × 6 cm para cultivo en corteza de pino. Se llevó a cabo el 2 de febrero.

Transplante: Se llevó a cabo el 15 de marzo. Las plantas se tuvieron que retener varios días por no disponer del sustrato hasta esta fecha.

Manejo del cultivo

Conducción del cultivo

El cultivo se llevó a un solo tallo, realizando podas frecuentes para eliminar los brotes axilares cuando estos tienen poco desarrollo.

Cada planta se entutora individualmente mediante cordel de fibra plástica, quedando fijado en la parte inferior por debajo del taco de plantación y en la superior a un alambre donde se encuentra enrollado parte del cordel, para ir soltándolo a medida que crece el tallo. Este alambre va enganchado a unos alambres soportados a su vez por la estructura del invernadero. A su vez el cordel se va enganchando a la planta mediante unos clips que abrazan al tallo a la vez que pinzan el cordel.

Por otro lado, dada la limitación de altura del invernadero y el excesivo elongamiento que alcanzan los tallos al final de cultivo (más de 5 m), se hace necesario llevarlos paralelos al suelo a medida que se van descargando de frutos. Por ello es preciso preveer un sistema que impida que los tallos toquen el suelo. En este sentido se dispuso un sistema de alambres soportados por unos marcos de madera transversales al suelo, de forma que

los tallos se iban apoyando sobre estos alambres. Es preciso además proveer un espacio suficiente al principio del invernadero (3 m) para dar cabida al avance de las plantas a medida que se desarrolla el cultivo.

Hormonado

Las deficientes condiciones ambientales para el cuajado del tomate en las primeras fases de cultivo (plantación el 15 de marzo) hacen que se vea disminuida la producción. El uso de la calefacción, necesario en estas fechas permite situar a la plantación en mejores condiciones (t° mínima de 10°) aunque no las óptimas, dado el elevado coste que supondría un mayor aumento de la temperatura. Por ello se hace necesario favorecer de alguna manera el cuajado del tomate, en nuestro caso mediante la realización de un hormonado en los dos primeros racimos con *Trylone* (2 hidroximetil 4 cloro fenoxiacetato sódico) a razón de 5 cc/l.

Control fitosanitario

Hasta el momento de la primera recolección, se realizaron tratamientos preventivos cada diez días con ZINEB y CUPROSAN (Oxicloruro de cobre + Maneb + Zineb), para proveer atques de *Cladosporium*, entre otros hongos.

El control fue muy bueno hasta finales de agosto, donde se detectó un ataque de *Cladosporium*, que se controló bien mediante una aplicación de *FUNGINEX* (Triforina) y un adecuado manejo de la ventilación del invernadero. A final del cultivo se detectó *botrytis*, aunque no se realizó tratamiento alguno, sino que se intentó controlar mediante una buena ventilación del invernadero.

Se detectó por otro lado algún ataque de mosca blanca, que se solucionó mediante el empleo de *CONFIDOR* (Imidacloprid 20 LS).

Nutrición del cultivo

En principio se empleó la misma solución nutritiva para ambos sustratos. El manejo del riego fue independiente para cada uno de los mismos, con dosis más bajas y frecuentes para la «corteza de pino». La programación de los riegos se realizó «por tiempos», con control mediante autómata programable del tipo OMRON C-200H.

Progresivamente fue aumentando el nº de riegos hasta llegar a agosto, época de máxima demanda de agua, llegándose a dar hasta 15 riegos, con una demanda máxima de 4,5 litros/m². Los riegos se programaban de manera que se distanciaban a primeras y a últimas horas del día, disminuyendo el intervalo entre riegos de las horas de máxima demanda de agua, hasta 20 minutos de separación entre riegos (duración de 10 minutos en perlita y 6 min. en corteza de pino, con un gotero de 2 l/h).

La duración de los riegos se estableció en función de las características de cada sustrato (nº de litros de sustrato por planta y características físicas del sustrato).

Composición de la solución nutritiva y fertilizantes empleados

Cuadro 1

FERTILIZANTES EMPLEADOS Y RIQUEZA EN PORCENTAJE

FERTILIZANTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Ca
Nitrato potásico	13		46		
Nitrato cálcico	15.5				19
Sulfato potásico			50		
Sulfato magnésico				16	
Fos. monoamónico	12	61			
Cloruro potásico			60		
Ácido nítrico	47				
Ácido fosfórico		54			

Se utilizaron diversas soluciones nutritivas en función del cultivo y del estado de las plantas:

Cuadro 2

FÓRMULAS DE DISOLUCIONES NUTRITIVAS EN meq/l

	NO ₃	PO ₄ H ₂	Cl	SO ₄	NH ₄	K	Ca	Mg	pH	C.E.
Sol. inicial ..	13,75	1,50	–	7,60	–	6,00	10,5	6,00	5,80	2,28
Solución 1ª ..	12,00	1,50	–	7,00	1,00	7,00	9,0	4,00	5,80	2,00
Solución 2ª ..	12,00	1,50	1,60	7,00	–	7,00	9,50	4,00	5,80	2,20

pH de la disolución nutritiva

Asegurar un buen control del pH, ayuda a que todos los elementos puestos a disposición de la planta puedan ser absorbidos adecuadamente. Se admite que para las «plantas neutrófilas», el óptimo fisiológico se sitúa entre 5,5 y 6.

Las aguas que manejamos habitualmente en nuestro entorno, suelen estar cargadas de iones bicarbonato en mayor o menor cantidad, poseyendo una fuerte reacción alcalina. Se hace preciso entonces proceder a su acidificación mediante la incorporación de la cantidad de ácido adecuada para situar el pH a nivel adecuado. Normalmente se aportan los ácidos nítrico y/o fosfórico pues al mismo tiempo que acidifican la solución constituyen en sí mismos elementos nutritivos útiles para la planta, por lo cual deberán ser tenidos en cuenta a la hora de realizar el cálculo de las cantidades de fertilizantes a añadir.

Manejo de la conductividad eléctrica

Durante el semillero se utilizó 1/2 de la concentración para inicio de cultivo (ver apéndices). Al final del período de semillero se retuvo la planta varios días por no dis-

ponerse de los sacos de cultivo en la época prevista. Esto provocó un fuerte ahilamiento en la planta.

La solución nutritiva fue la misma para ambos sustratos. Únicamente se varió la concentración de micronutrientes en la corteza de pino empleándose 25 g de *NUTREL* por 1.000 litros en vez de los 15 g por 1.000 litros que se suministraban al sustrato de perlita.

Una vez realizado el trasplante se manejó el cultivo con conductividad un poco elevada y poco drenaje (10% aprox.), para ir aumentándolo progresivamente hasta un 20% como cifra óptima, si bien en los días muy nublados y en fines de semana este porcentaje fue superior, prefiriéndose regar algo en exceso a que se elevase excesivamente la C.E. (conductividad eléctrica) por drenajes bajos en porcentaje.

Hacia el cuajado del 6º racimo se cambió la solución nutritiva, sobre todo variando la relación NO_3/K de 2,3/1 a 1,7/1. Durante el verano se mantuvieron unas conductividades entre 2,5-3 mS6cm a la salida del drenaje. Hacia el final del cultivo se intentó elevar la C.E. y se añadió ClK a la solución nutritiva para aumentar la C.E. así como para mejorar el sabor del tomate.

En cuanto al manejo del cultivo en relación al sustrato fue el principal factor de variación.

Controles y análisis realizados durante el cultivo

Se realizaron controles diarios de pH y C.E. tanto en gotero como en drenaje. Para ello se dispuso un recipiente para cada sustrato (corteza de pino y perlita) y para cada cultivo (tomate y pimiento), tanto en goteros de referencia como en drenaje.

Cada quince días se realizaba además un análisis de la solución de drenaje, tanto en macro como en micronutrientes para ambos cultivos.

Todos los meses se llevaba muestra de hojas del cultivo de tomate, tanto del sustrato de corteza de pino como de perlita, para proceder a su análisis foliar.

Incidencias durante el cultivo

Podemos citar en primer lugar que, aunque el tratamiento en cuanto a soluciones nutritivas fue igual para ambos sustratos, se observó una mayor carencia de Mn en la corteza de pino, por lo que hubo de incrementarse la dosis del complejo de micronutrientes.

El cultivo estuvo bien protegido bajo el aspecto fitosanitario, hasta finales de agosto, donde se detectó el ataque de *Cladosporium*. A partir de septiembre la *Botrytis* fue el principal problema de tipo fitosanitario, como es normal en esas épocas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis estadístico en cuanto a producciones aparecen recogidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 3

PRODUCCIÓN COMERCIAL EN kg/m²

VARIEDAD	Nº RECOL.	TOTAL		REPETICIÓN			
		MEDIA	C.V.	I	II	III	IV
Corteza pino	57	22.24	8.30	21.75	23.29	19.88	24.05
Perlita	57	20.88	11.85	21.80	21.90	17.21	22.61
TOTAL	57	21.56	9.96	21.77	22.59	18.54	23.33

C.V.: 3,65 M.D.S.: 1,77 kg

El análisis de calibres viene recogido a continuación en otro cuadro:

Cuadro 4

EVOLUCIÓN DE CALIBRES (mm)

VARIEDAD	Nº RECOL.	MEDIA	> 87	87-77	77-67	67-57	< 57	TOTAL
Corteza pino	8	68.88	2.28	8.46	36.85	40.71	11.70	100
Perlita	8	70.02	1.98	11.09	44.90	32.37	9.66	100
TOTAL	8	69.45	2.13	9.83	41.03	36.38	10.64	100

No existen diferencias significativas en el análisis estadístico (considerando alfa = 0,05).

CONCLUSIONES

- El objetivo principal del ensayo no ha sido tanto una comparación de sustratos, como el haber profundizado en la práctica de esta técnica de cultivo. Así, aparte de evaluar el comportamiento de la «perlita» como sustrato para cultivo «fuera de suelo», se introdujeron «abejorros» para mejorar la polinización, se manejó un nuevo tipo de cabezal, se ensayaron diversas fórmulas de disoluciones nutritivas, etc. Los datos obtenidos nos permiten obtener algunas conclusiones que habrá que confirmar en posteriores ensayos.
- En primer lugar, y analizando solamente el parámetro «producción» la corteza de pino aventaja ligeramente a la perlita (1,36 kg/m² más). Aunque estas diferencias, al igual que en el pimiento, parecen ser debidas más al marco de plantación (2,6 plantas/m² en corteza de pino frente 2 plantas/m² en perlita) que a la influencia del sustrato.
- Estos resultados confirman la validez de la *corteza de pino* como sustrato, con similares producciones frente a sustratos tecnológicamente más desarrollados como la lana de roca (ver informe técnico del Gobierno vasco nº 36 «Cultivo fuera de suelo en horticultura») o la perlita en este ensayo. Creemos que puede ser un sustrato de cultivo muy adecuado, no sólo como *iniciación* en esta técnica de cultivo sino como sustrato a tener en cuenta.

- La *perlita* aparece como un sustrato con unas buenas características físicas para su empleo con esta técnica de cultivo. Posee una elevada capacidad de retención de agua, a la vez que mantiene una buena capacidad de aireación a bajas tensiones. Por otro lado, su estructura facilita la distribución de la solución nutritiva por todo el sustrato, lo cual favorece el sistema de «riego a la demanda» con sensor de nivel.
- Como próximos objetivos, no descartamos continuar los ensayos de sustratos. El elevado coste que supone esta partida justifica estos trabajos. Sin embargo el sector demanda respuestas a las múltiples cuestiones que se plantean en relación con esta técnica de cultivo como son:
 - manejo de este tipo de cultivo en nuestras condiciones climáticas (solución nutritiva, marcos de plantación, etc.)
 - automatización del riego (comparación de diferentes sondas de riego en sustrato).
 - ensayo de nuevos cultivos.
- En cuanto al *cultivo de tomate* y en relación a los marcos de plantación, pensamos que se puede incrementar los marcos de plantación a principio del cultivo, teniendo en cuenta la situación en la que se desarrolla el cultivo de tomate en la C.A.V. El *tomate*, al igual que el «*pimiento de Gernika*», alcanza los mayores precios cuanto más anticipemos la siembra. De otro modo, el cultivo no se rentabiliza, ya que a partir de agosto caen los precios. No interesan tanto los kg producidos, sino cuántos y cuándo se han producido. Habrá que buscar por otro lado un equilibrio entre el coste que puede suponer la calefacción de semillero y cultivo, frente al mayor precio obtenido con una cosecha más precoz.

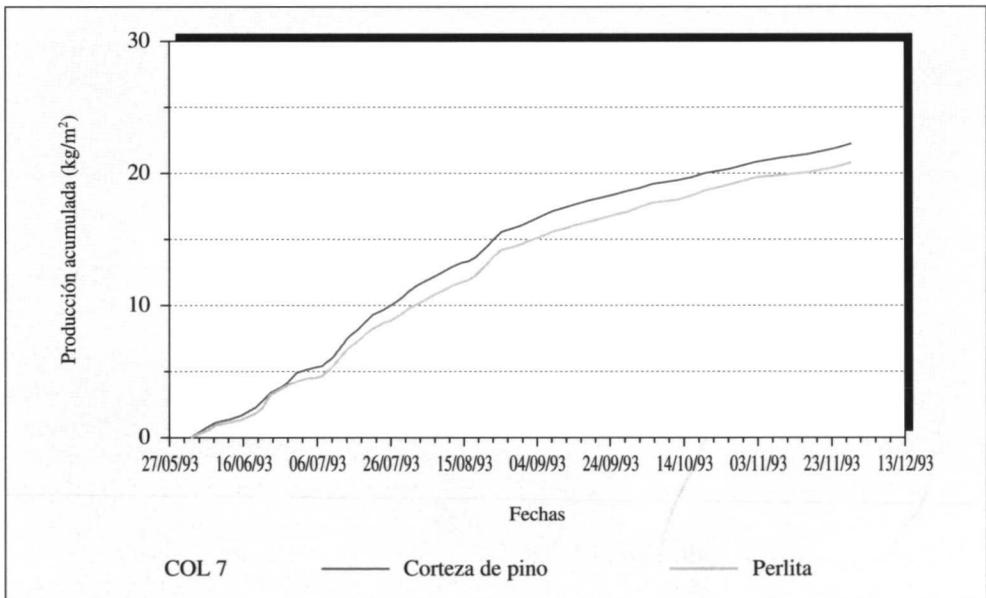


Figura n.º 1

PRODUCCIÓN ACUMULADA EN SUSTRATOS DE PERLITA
Y CORTEZA DE PINO