

ENSAYO DE RECIRCULACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN «CULTIVO SIN SUELO» EN TOMATE. DERIO 1995

H. MACÍA
M. INSAUSTI
A. ETXEANDÍA
M. DOMINGO

Sección Hortofloricultura S.I.M.A. EUSKADI

R. AMENABAR

Sección Hortofruticultura D.F. BIKAIA

RESUMEN

La recirculación de las soluciones nutritivas (s.s.n.n.) es un nuevo reto para los horticultores que trabajan con la «técnica de cultivo sin suelo». La *elevada presión legislativa en materia medioambiental*, así como la creencia de que la recirculación de las s.s.n.n. puede reducir los costos del cultivo (lo cual puede no ser cierto), ya que se produce un ahorro de agua y fertilizantes, han llevado a plantear este tema en la Mesa Sectorial de Horticultura por parte de las Asociaciones de Productores como una línea de trabajo prioritaria en el campo de los «cultivos sin suelo».

Comenzamos este trabajo con tomate, por ser una especie muy bien adaptada a la técnica de cultivo «sin suelo» y en la cual ya hay trabajos desarrollados en el campo de la recirculación de forma (Holanda, Francia, etc.), siendo un cultivo con una importante trascendencia en el «agro» vasco.

Los resultados no muestran diferencias significativas en producción entre los tratamientos con y sin recirculación, ni tampoco se han observado diferencias a nivel cualitativo en la producción.

Como próximos objetivos nos planteamos diversas líneas de trabajo, como la introducción de nuevos cultivos («pimiento de Gernika» fundamentalmente), trabajar con otros sustratos diferentes a la lana de roca (perlita, corteza de pino, etc.) y poner a punto la tecnología para desinfección de la solución nutritiva en el drenaje.

INTRODUCCIÓN

La técnica de cultivo en sustrato abarca hoy de la totalidad de la superficie de cultivo sin suelo en la C.A.P.V. (excluyendo el cultivo de planta ornamental en maceta), con cerca de 10 ha. A su vez y debido a su mayor simplicidad técnica, los cultivos se manejan a solocución perdida, vertiendo el drenaje en su mayoría a los acuíferos, sin contemplar otras posibilidades de reutilización.

Actualmente la legislación no establece ninguna medida en contra del vertido de este excedente de solución nutritiva a los acuíferos, no obstante existe cada vez una mayor presión legislativa de cara a la realización de prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente. No se descarta la posibilidad de que algún día, tal y como ha ocurrido en otros países (Holanda) se dicten leyes en contra de estos vertidos incontrolados al medio. Se hace por ello necesario poner a punto una tecnología para la reutilización de estos excedentes de abono y agua que de otra forma se ven desaprovechados a parte de su faceta de contaminación medioambiental. Por otro lado la técnica de cultivo sin suelo es una alternativa consolidada en nuestros invernaderos y con una expansión lenta pero continua. Hoy día, cerca del 10% de las explotaciones de horticultores profesionales en la C.A.P.V. han incorporado esta técnica.

Existen diferentes alternativas en cuanto a la reutilización de estos residuos, dependiendo de la ubicación y de las características de la explotación. Por ejemplo, se pueden emplear para su aplicación a otros cultivos y/o praderas cercanas. Otra posibilidad es su reincorporación al cultivo tratando y recomponiendo la solución nutritiva del drenaje adecuadamente. El objetivo del ensayo del presente año es tratar de poner a punto esta técnica comparando dos tratamientos, con y sin recirculación de la solución nutritiva y viendo su repuesta en producción precoz, comercial, total aspectos fitosanitarios, manejo, etc. No obstante hay que destacar que la puesta a punto de la técnica puede llevar varios años.

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 «controlador de clima», dotado de medidas de t^º, humedad relativa, radiación global, etc. Calefacción por generador de aire caliente a gasoil, con temperatura mínima de 15 °C.

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 16 °C.

La siembra se lleva a cabo en taco de lana de roca de 25 × 25 × 40 mm, 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, en taco de lana de roca de 75 × 75 × 65 mm. Las plántulas se colocan sobre bandejas, en mesas de cultivo, en el mismo invernadero.

Sustratos

Se empleó como sustrato la lana de roca por ser un material que se adapta muy bien a esta técnica, ya que se puede producir una variación de la composición de la solución nutritiva de forma relativamente rápida. Se emplearon tablas de lana de roca GRODAN expert de 100 × 15 × 7,5 cm y se dispusieron 4 pl. por tabla. Así mismo, el semillero se realizó en tacos de lana de roca.

Riegos (cabezal y red de distribución)

Cabezal

Se trata de un cabezal con depósito de mezcla para control automático de pH y C.E. y cinco depósitos para fertilización. Debido al bajo volumen requerido en cada riego (alrededor de 24 l por tratamiento) y al elevado número de sectores, se decidió disponer depósitos de 1.000 l para preparar solución hija para varios días. Los depósitos estaban conectados a un motor y a una electroválvula, colocados en serie y controlados por el ordenador de la unidad de fertilización.

Red de distribución

La tubería principal que partía de cada uno de los dos grupos de depósitos era de 32 mm de diámetro. Las ramificaciones, que llevaban la solución nutritiva a los sacos de cultivo, eran de 16 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 dispuso un gotero por planta.

Sistema de recogida y tratamiento de drenaje

Para la recogida del drenaje en el tratamiento con recirculación se dispuso un canal de recogida de aguas, perforado en la parte superior donde desembocaban las líneas de cultivo con recuperación de la solución nutritiva. Estos lixiviados iban a parar a través del canalón a un tanque de recogida con una capacidad de 100 L. Este tanque llevaba un sistema de sondas de forma que cuando llegaba al máximo se ponía en funcionamiento el sistema de desinfección de la solución nutritiva mediante rayos UV.

Se eligió el sistema de desinfección del drenaje mediante rayos UV por su eficacia y menor coste en relación a otros sistemas. El sistema consta de un tubo de acero inox. que lleva en su interior una lámpara que emite en UV de baja presión en una longitud de onda de 253,7 nm, que se ha mostrado muy eficaz contra todo tipo de fitopatógenos y esporas de hongos en función de la intensidad de exposición. Previamente el equipo

lleva dispuesto una batería de filtros de malla y de carbón activado, para eliminación de impurezas tanto de origen físico (filtro de anillas) como biológico (exudados de las raíces). El sistema lleva un motor incorporado que se activa cuando la solución nutritiva llega al máximo de la sonda.

Este motor impulsa la solución que una vez desinfectada va a parar a un depósito de mayor capacidad (200 l), que dispone a su vez de un sistema de sondas. La solución nutritiva de drenaje viene a suponer del orden del 30% del volumen de entrada, por lo que habrá que mezclarlo con un 70% de agua más las sales necesarias para tener una solución nutritiva lo más equilibrada posible. Esta mezcla se realiza en el cabezal de riego, ya que permite ajustar de forma automática pH y C.E. La solución nutritiva ya preparada se almacena en un tanque de 1.000 l a partir del cual se riega el cultivo.

Automatización de la distribución

Se dispuso un sistema de **riego a la demanda** con bandeja de drenaje y sensor de nivel incorporado. Aunque posteriormente se regó mediante solarímetro y riegos a horas fijas (dos riegos antes de la salida del sol), ambos sistemas conectados al cabezal de riego.

Diseño experimental

Se realizó un ensayo en bloques al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones. Cada parcela elemental constaba de 4 tablas de lana de roca con 4 plantas por tabla, es decir, 16 plantas por tratamiento. A continuación exponemos un esquema del diseño de la plantación.

Desarrollo del cultivo

ÉPOCA	FECHA
Siembra	01-07-95
Repicado	11-07-95
Plantación	11-08-95

Manejo del cultivo

Conducción del cultivo

El cultivo se llevó a un tallo, despuntándose al 10° ramillete.

Control fitosanitario

Se realizaron tratamientos preventivos con compuestos a base de cobre. Hubo un ataque de trips en planta pequeña, que se resolvió mediante el empleo de DICARZOS y en pleno desarrollo del cultivo hubo que tratar contra mosca blanca (APPLAUD Y CONFIDOR).

Nutrición del cultivo

Ambos cultivos se manejaron con la misma solución nutritiva en las primeras fases del cultivo (hasta aparición del 4º ramillete). A partir de ahí se manejó de forma diferente el cultivo a solución perdida y con recirculación. Las soluciones nutritivas empleadas en el cultivo (en gotero) en las diferentes épocas y para cada tratamiento en cuanto a *macronutrientes* se recogen a continuación:

S.N.	TRA	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NH ₄ ⁻
1	I a F ₃	13	1,5	5	0,5	7,5	10	3	0,5
2-	F ₃ a F ₅ ⁻	13	1,5	6	0,5	8	9	2,5	0,5
2+	F ₃ a F ₅ ⁺	11	1,5	6,4	0,5	8,6	9	3	1,0
3-	F ₅ a F ₁₀ ⁻	12	1,5	6	0,6	8,6	9	3	0,5
3+	F ₅ a F ₁₀ ⁺	14,4	1,5	9,8	0,7	8,0	9,2	2,4	0,5

NOTA: Los signos se refieren a los tratamientos sin recirculación (-) o con recirculación (+).

Inicialmente se aplicó la misma solución nutritiva hasta la 3ª flor, ya que el cultivo hasta entonces no requiere excesivos nutrientes. De la floración del tercer ramillete al quinto (F₃-F₅) se comenzó a diferenciar la composición de la solución nutritiva, ya que se veía en el drenaje una acumulación de NITRATO. Por otro lado, y según se refleja en la bibliografía el consumo de POTASIO es mayor en soluciones recirculadas, por lo que se incrementó alrededor de medio punto el contenido de POTASIO. El CALCIO y el MAGNESIO, tendían en esta fase a aumentar ligeramente o a mantenerse, dado que es una fase todavía de crecimiento, si bien ya comienza a ejercerse una mayor pujanza de asimilados por parte los frutos recién cuajados. Por último, de F₅-F₁₀, se observa una excesiva acumulación de sales en el drenaje, sobre todo de NITRATOS y SULFATOS, sin embargo los valores no resultan exagerados y se mantiene hasta el final del cultivo; aprovechándose al 100% la solución del drenaje.

El disparo del riego se efectuó mediante «bandeja» con sensor de nivel.

Controles y análisis realizados durante el cultivo

Se controlaron diariamente pH y C.E. de ambos tratamientos. Semanalmente se realizaba un análisis de drenaje para ver la evolución en la composición de la s.n. Quincenalmente se realizó un análisis foliar de cada uno de los tratamientos.

En cuanto a producción se evaluó producción precoz y total comerciales, así como calibrados.

Incidencias durante el cultivo

No se observaron grandes problemas durante el manejo del cultivo, a excepción de un brote de trips cuando la planta era pequeña y mosca blanca en pleno desarrollo del cultivo, que se solventaron con tratamientos adecuados según se recoge en el apdo. 3.6.2. Control fitosanitario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ensayo en cuanto a producción se recogen en la siguiente tabla:

TRA	Nº RECOL.	REPETICIÓN				MEDIA	C.V.
		1	2	3	4		
L.R.-	15	7,09	8,38	7,71	7,29	7,62	7,52
L.R.+	15	7,80	6,92	7,75	7,48	7,48	5,35

L.R.: tratamiento en Lana de Roca sin recirculación (-) y con recirculación (+).

- El análisis estadístico no revela diferencias significativas entre ambos tratamientos. Estos resultados confirman los obtenidos en otros centros de investigación (INRA), donde si bien hay una ligera diferencia a favor del tratamiento sin recirculación, ésta no es significativa.
- En general, la ligera disminución de producción en el tratamiento con recirculación, puede ser explicada por aumentos puntuales de la concentración salina de la disolución, si bien en nuestro caso el motivo parece ser debido a una acusada diferencia de producción en la repetición nº 2, ya que en el resto de las repeticiones es el tratamiento con recirculación el que presenta ligeros pero mayores rendimientos.
- En cuanto a la calidad de la producción no se han observado diferencias, si bien sería conveniente realizar paneles de cata de cara a ver diferencias organolépticas entre uno y otro tratamiento.

CONCLUSIONES

El resultado del ensayo ha sido positivo y confirma las expectativas en cuanto a producción en el tratamiento con recirculación (L.R.+), en cuanto a que no presenta diferencias significativas con el tratamiento con drenaje libre. Esto es posible siempre y cuando se parta de agua de buena calidad, es decir, < 0,5-0,7 mS/cm. Cuanto mejor es la calidad del agua más se facilita este proceso. Con aguas de mayor salinidad, es factible la recirculación, pero se complica más el manejo de las soluciones a aplicar durante

el cultivo, y puede ser preciso en un momento dado (generalmente coincidente con la época estival) verter la solución que se está recirculando y añadir solución nutritiva completamente nueva, ya que puede existir una acumulación excesiva de determinadas iones en la solución recirculada.

En cuanto al aspecto de desinfección de la solución nutritiva, se ha puesto a punto un sistema para desinfección de la solución nutritiva mediante rayos U.V., a la salida del drenaje, que permite higienizarla antes de reincorporarla al cultivo. No se han observado problemas de falta de clorosis en el cultivo, si bien fue un ciclo de cultivo de otoño, por otro lado no excesivamente largo.

Como próximos objetivos nos planteamos la realización del mismo ensayo pero en cultivo de «pimiento de Gernika». Este cultivo es hoy por hoy el que más superficie posee en cultivo «sin suelo» (alrededor de 5 ha) en la C.A.P.V. por lo que tras una toma de contacto en el manejo de soluciones nutritivas en recirculación con el tomate y dado que la metodología de trabajo es la misma, consideramos conveniente iniciar los trabajos en «pimiento de Gernika». En próximos trabajos se retomará la experimentación en cultivo de tomate. El objetivo final de los mismos es poner a punto la tecnología para recirculación en cuanto a soluciones nutritivas, teniendo en cuenta el aspecto sanitario en el reciclaje. En este aspecto nos encontramos con dos cultivos claramente diferentes. Por un lado *el tomate*, que es uno de los cultivos más avanzados (híbridos) en cuanto a incorporación de resistencias. De otra parte el «pimiento de Gernika» se revela como una especie muy sensible a determinadas fitopatologías (ej: *Phytophthora* sp.). Esto puede condicionar diferente gestión y tratamiento de los cultivos a la hora de la desinfección de la solución nutritiva.