

ESTUDIO COMPARATIVO DEL CULTIVO HIDRO-  
PONICO DE TOMATES SOBRE CUATRO SUBSTRA-  
TOS DIFERENTES EN RELACION CON EL NUMERO  
DE RIEGOS

por

G. PEREZ MELIAN, A. LUQUE ESCALONA y O. CARPENA ARTES



PUBLICADO EN  
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA  
TOMO XXXVI, Núms. 5-6 — MADRID, 1977

# ESTUDIO COMPARATIVO DEL CULTIVO HIDROPONICO DE TOMATES SOBRE CUATRO SUBSTRATOS DIFERENTES EN RELACION CON EL NUMERO DE RIEGOS

por

G. PEREZ MELIAN, A. JUQUE ESCALONA y O. CARPENA ARTES

## SUMMARY

FOUR SUBSTRATES ON HYDROPONIC CULTURE OF TOMATOES IN RELATION WITH NUMBER OF IRRIGATIONS, A COMPARATIVE STUDY

In this paper the tomatoes cultivation in hydroponics is studied on four different substrates, one porous and three compact, with the same nutritive solution, in glasshouse with controlled humidity and temperature. These substrates are studied in relation with the number of irrigations, with the result that treatments with four irrigations have the highest production. The best substrate seems to be the porous one.

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que más afecta a los cultivos hidropónicos es el sustrato sobre el cual se desarrollan las raíces, ya que dependiendo de su diámetro particular y de su capacidad de retención de agua van a ser las necesidades de riego. La planta absorbe el agua y los nutrientes que quedan retenidos en el sustrato después de un riego y la frecuencia de éstos vendrá determinada por la necesidad de agua, el desequilibrio iónico o la falta de oxígeno en la solución nutritiva (10).

Penningsfeld (7) expone que un sustrato se puede considerar como óptimo cuando la porosidad total es de un 70 por 100 del volumen total y éste se encuentra repartido en partes aproximadamente iguales entre microporos y macroporos.

En Canarias existen varios sustratos naturales, siendo los más abundantes las cenizas volcánicas (lapilli), de los que existen dos tipos principales: Fonolitas (jables) y Basaltos (picones). De estos dos tipos, las fonolitas no son aconsejables para su utilización en hidroponía, por ser muy frágiles y tener actividad química sobre la solución nutritiva.

va (1 y 2). Los basaltos presentan buenas propiedades, pero su uso continuado va produciendo una disgregación que puede inducir una asfixia radical, siendo aconsejable su cambio en períodos de diez a doce años (4, 5 y 6).

Por esto decidimos estudiar estos basaltos porosos (picón) en comparación con otros tres sustratos no porosos y de mayor consistencia.

La utilización de sustratos no porosos implica un mayor régimen de riegos (8), por lo que decidimos estudiar estos sustratos en interacción con el número de riegos diarios.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### II.1. *Cultivo*

La variedad de tomate utilizada en la experiencia ha sido la «Marglobe».

La planta se siembra en semillero donde está aproximadamente veinte días, y cuando tiene alrededor de los 12 cm. de alto es trasplantada a las camas. El marco de plantación es de 50 cm. entre plantas y 70 cm. entre hileras, con 10 plantas por tanqueta; esto hace una densidad de 3,5 plantas por m<sup>2</sup> de cultivo efectivo.

La producción comienza a los ochenta días de haber realizado el trasplante y dura ochenta días. El 27 de julio fue arrancado el cultivo.

El invernadero está dotado de un sistema de humectación por microaspersión alta y se mantiene la humedad relativa por encima del 60 por 100. La temperatura también está controlada, manteniéndose durante el día en  $25 \pm 3^\circ \text{C}$  y durante la noche por encima de los  $18^\circ \text{C}$ .

Durante todo el cultivo no se presentan plagas ni enfermedades importantes, dándose los tratamientos fitopatológicos aconsejados, ya sean preventivos o curativos.

### II.2. *Solución nutritiva*

La solución nutritiva utilizada ha sido la misma en todos los tratamientos la «universal» de Steiner (11), con una presión osmótica de 0,7 ats. (que corresponde a 30 iones-mg. l<sup>-1</sup>), manteniéndose un pH de  $6,5 \pm 0,3$  unidades.

La composición de la solución nutritiva es la siguiente:

	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
me. l <sup>-1</sup> .....	12	1	8	7	9	4
% Aniones .....	60	5	35			
% Cationes .....				35	45	20

Los microelementos se añaden una sola vez al principio del cultivo en las siguientes concentraciones: Fe = 2 ppm; Mn = 0,7 ppm; B = 0,5 ppm; Zn = 0,09 ppm; Mo = 0,04 ppm y Cu = 0,02 ppm.

La solución nutritiva se analiza todas las semanas y se reponen el agua y los nutrientes que han consumido. En la solución se determinan pH y conductividad y se analizan los siguientes iones:

*Nitratos*: Test del ac. difenilsulfónico.

*Fosfatos*: Test del molibdo vanadato amónico.

*Sodio y potasio*: Espectrofotometría de emisión.

*Calcio y magnesio*: Espectrofotometría de absorción atómica.

Las técnicas utilizadas son las seguidas en nuestro Centro y están ampliamente descritas en (3).

Una vez analizada la solución nutritiva las reposiciones de agua y nutrientes se realizan siguiendo el método de Steiner (9).

### II.3. *Substratos*

Se han utilizado cuatro substratos diferentes, uno poroso y los otros tres compactos.

#### 1. *Lapilli*

Es el substrato poroso. Presenta una granulometría de 2 a 15 mm. de diámetro. Se encuentra abundantemente repartido por todas las islas y es el que se ha usado en hidroponía en Canarias hasta la actualidad. Son materiales basálticos y se conocen localmente con el nombre de «pición» o «arena».

#### 2. *Grava 1.<sup>a</sup>*

Es un substrato compacto, utilizado normalmente en la fabricación de carreteras. Su granulometría va de 2 a 10 mm. de diámetro, con forma completamente irregular. Es muy abundante y procede de traquitas trituradas.

#### 3. *Grava 2.<sup>a</sup>*

Es un substrato compacto. Tiene un diámetro de 2 a 10 mm. con formas redondeadas suaves. Está constituida por diferentes tipos de rocas transportadas por la erosión al fondo de los barrancos. Se le conoce localmente como «grava de barranco».

## 4. Grava 3.ª

Es también un sustrato compacto. Tiene una granulometría de 2 a 8 mm. de diámetro. Es también de formas suaves y redondeadas e igualmente está constituido por diferentes tipos de rocas transportadas por la erosión. Se encuentra muy abundantemente en la isla de Fuerteventura y se le conoce como «grava de Fuerteventura».

## II.4. Diseño experimental

El diseño experimental empleado es el de cuadrado latino, que permite estudiar conjuntamente las interacciones entre tres variables. En este caso sólo hemos estudiado dos variables, el sustrato y el número de riegos. En el cuadro 1 exponemos el diseño del cuadrado y la situación en él de los sustratos y los riegos.

Cada cama de las presentadas en el cuadro 1 tiene una superficie de 2,88 m<sup>2</sup> (2,40 × 1,20 m.) y se alimenta de un tanque de solución nutritiva del 1 m<sup>3</sup> de capacidad independiente para cada cama y con su correspondiente bomba. El conjunto de las 16 camas forman un bloque homogéneo.

CUADRO 1

Diseño experimental del cuadrado

A Grava 1.ª 1 Riego	D Lapilli 2 Riegos	B Grava 2.ª 3 Riegos	C Grava 3.ª 4 Riegos
B Grava 2.ª 1 Riego	C Grava 3.ª 2 Riegos	A Grava 1.ª 3 Riegos	D 4 Riegos Lapilli
C Grava 3.ª 1 Riego	B Grava 2.ª 2 Riegos	D Lapilli 3 Riegos	A Grava 1.ª 4 Riegos
D Lapilli 1 Riego	A Grava 1.ª 2 Riegos	C Grava 3.ª 3 Riegos	B Grava 2.ª 4 Riegos

## III. RESULTADOS

III.1. *Propiedades físicas de los sustratos*

En la tabla I exponemos las propiedades físicas de los sustratos; podemos observar cómo varía la cantidad de agua retenida del sustrato poroso a los tres tipos de grava. La grava 1.<sup>a</sup> es la que retiene mayor cantidad de agua de las tres (10 por 100), probablemente debido a su forma irregular que da mayores posibilidades de microporosidad. Entre las otras gravas, prácticamente no hay diferencias.

TABLA I

*Propiedades de los cuatro sustratos*

	Capacidad hídrica máxima		Capacidad de retención de agua	
	Peso %	Volumen %	Peso %	Volumen %
Lapilli.....	76	60	22	17
Grava 1. <sup>a</sup> .....	25	35	7.2	10
Grava 2. <sup>a</sup> .....	32	42	5.4	7
Grava 3. <sup>a</sup> .....	40	52	6.2	8

III.2. *Análisis del cuadrado latino*

En el cuadro 2 damos los resultados del cuadrado latino; se da en primer lugar la producción en kg. por planta, después el número de frutos producidos por planta y el peso medio por fruto. El valor designado en el cuadro 2 por E se refiere al tanto por ciento de frutos afectados de «podredumbre del extremo floral» (Blossom-end-rot), que tienen en este caso un interés especial por ser una enfermedad fisiológica, producida por la deficiencia de calcio, que a su vez puede ser inducida por una falta de agua o un exceso de salinidad.

En la tabla II exponemos el resumen del análisis de la varianza del diseño experimental.

Aunque las dos fuentes de variación son el sustrato y el número de riegos, el análisis lo hacemos respecto a las tres variables posibles, ya que al ser los tanques de solución nutritiva independientes, siempre existe la posibilidad de que la solución indujera alguna variación sobre los resultados.

## Resultados de la experiencia

<p>Grava 1.<sup>a</sup> Pr. = 4,9 kg/planta n.º = 36,7 E = 5,4 % P. medio = 133 g.</p>	<p>Lapilli Pr. = 6,5 kg/planta n.º = 47,9 E = 0,0 % P. medio = 136 g.</p>	<p>Grava 2.<sup>a</sup> Pr. = 5,3 kg/planta n.º = 37,0 E = 0,3 % P. medio = 143 g.</p>	<p>Grava 3.<sup>a</sup> Pr. = 6,6 kg/planta n.º = 44,5 E = 0,2 % P. medio = 147 g.</p>
<p>Grava 2.<sup>a</sup> Pr. = 4,4 kg/planta n.º = 36,1 E = 5,3 % P. medio = 122 g.</p>	<p>Grava 3.<sup>a</sup> Pr. = 6,1 kg/planta n.º = 44,1 E = 0,5 % P. medio = 137 g.</p>	<p>Grava 1.<sup>a</sup> Pr. = 5,5 kg/planta n.º = 37,7 E = 0,6 % P. medio = 145 g.</p>	<p>Lapilli Pr. = 7,0 kg/planta n.º = 50,6 E = 0,2 % P. medio = 138 g.</p>
<p>Grava 3.<sup>a</sup> Pr. = 4,7 kg/planta n.º = 36,5 E = 5,2 % P. medio = 128 g.</p>	<p>Grava 2.<sup>a</sup> Pr. = 5,9 kg/planta n.º = 38,0 E = 1,1 % P. medio = 154 g.</p>	<p>Lapilli Pr. = 5,2 kg/planta n.º = 33,3 E = 1,5 % P. medio = 157 g.</p>	<p>Grava 1.<sup>a</sup> Pr. = 6,6 kg/planta n.º = 48,3 E = 0,0 % P. medio = 137 g.</p>
<p>Lapilli Pr. = 5,8 kg/planta n.º = 35,5 E = 0,3 % P. medio = 149 g.</p>	<p>Grava 1.<sup>a</sup> Pr. = 6,0 kg/planta n.º = 39,6 E = 0,8 % P. medio = 150 g.</p>	<p>Grava 3.<sup>a</sup> Pr. = 5,5 kg/planta n.º = 39,7 E = 0,0 % P. medio = 137 g.</p>	<p>Grava 2.<sup>a</sup> Pr. = 5,6 kg/planta n.º = 38,2 E = 0,3 % P. medio = 147 g.</p>

TABLE II  
Análisis de la varianza

	G. L.	SS	S	F
Solución nutritiva.....	3	0.15	0.05	0.50
Número de riegos.....	3	6.45	2.15	21.50
Substratos.....	3	1.01	0.33	3.30
Error.....	6	0.62	0.10	

$F(0,05) = 4,76$  y  $F(0,01) = 9,72$ .

Vemos como no ha sido así y los resultados respecto a esta tercera posibilidad no ofrecen prácticamente variación alguna ( $F = 0,5$ ). Las diferencias encontradas son altamente significativas en cuanto a número de riego, dando las máximas producciones con cuatro riegos diarios y poco significativas en cuanto a los substratos.

#### IV. DISCUSIÓN

La tabla de propiedades físicas nos indica como la porosidad del sustrato influye sobre la retención de agua; esto debe tener influencia en cuanto al número de riegos, siendo necesarios más riegos en los tres sustratos compactos que en el poroso. Por otro lado los sustratos compactos serán más estables que el poroso, ya que lógicamente tienen menos posibilidad de fraccionamiento.

El análisis de la varianza nos indica que el número de riegos diarios tiene gran incidencia sobre la producción en todos los sustratos de un riego (producción más baja) a cuatro riegos (producción más alta) hay un incremento en el rendimiento del 33,7 por 100 que es una diferencia notable. Esto nos indica que aunque la planta no presente con un solo riego ningún síntoma de déficit de agua, éste existe, lo que nos indica que la solución nutritiva que queda retenida en el sustrato es insuficiente para satisfacer las necesidades de la planta durante todo un día, incluso en el sustrato poroso.

También existen otros dos factores que señala Steiner (10) y que pueden incidir sobre la solución nutritiva retenida:

- 1.º El desequilibrio de los iones.
- 2.º La falta de oxígeno.

El desequilibrio de los iones se produce por la absorción diferencial de la planta sobre la solución nutritiva.

comparándolos con los de Rivoira (8), tanto para la hidroponía como para tierra.

## V. CONCLUSIONES

1.ª El número de riegos diarios tiene una incidencia directa sobre la producción.

2.ª La falta de riegos se manifiesta por una producción menor y mayor porcentaje de frutos afectados de podredumbre del extremo floral.

3.ª El sustrato que aparece como más aconsejable es el poroso, aunque será necesario el estudio de otros cultivos para poder generalizar esta conclusión.

## Agradecimiento

Agradecemos a D. Rafael Rodríguez Rodríguez su asesoramiento y ayuda en la realización del presente trabajo.

## RESUMEN

Se estudia el cultivo de tomates sobre cuatro sustratos diferentes, uno poroso y tres compactos, en hidroponía, con la misma solución nutritiva, en invernadero con humedad y temperatura controlada. Se estudian estos sustratos en relación con el número de riegos, encontrándose que los tratamientos con cuatro riegos son los que dan la mayor producción. El sustrato poroso aparece como el más aconsejable.

*Centro Internacional para la Hidroponía. Las Palmas  
Departamento de Biología. Colegio Universitario de Las Palmas  
Departamento de Química Agrícola. Universidad Autónoma de Madrid*

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Blesa, C. y Luque, A. (1972). Contribución al estudio de los materiales volcánicos de las Islas Canarias para su utilización en cultivos hidropónicos. I. Estudio de las propiedades físicas y químicas. *Ann. Edaf. y Agrobiol.*, 7-8, 583-599.
- (2) Blesa, C. y Luque, A. (1976). Contribución al estudio de los materiales volcánicos de las Islas Canarias para su utilización en cultivos hidropónicos. II. Tratamiento con soluciones nutritivas. *Ann. Edaf. y Agrobiol.*, 11-12, 1079-1091.
- (3) Jiménez, F., Luque, A. y Pérez Melián, G. (1975). Técnicas seguidas en el análisis de soluciones nutritivas y plantas. *Ann. del Centro Asociado de la U. N. E. D. en Las Palmas*, 1, 227-285.
- (4) Luque, A. (1973). Tesis doctoral. Sección de Biológicas. Facultad de Ciencias. Universidad de La Laguna. España.

- (5) LUQUE, A. y PÉREZ MELIÁN, G. (1976). Substrates in Hydroponics. IV Congreso Internacional de Hidroponía, Las Palmas (España).
- (6) LUQUE, A. y PÉREZ MELIÁN, G. (1975). Alteración de las propiedades de los materiales volcánicos por los años de utilización en hidroponía. Ann. del Centro Internacional para la hidroponía, 2, 19-34.
- (7) PENNINGSFELD, F. y KURZMANN, P. (1966). Culture sans sol on hydroponiques et sur tourbe. La Maison Rustique, Paris.
- (8) RIVOIRA, G. (1966). Il pomodoro in coltura idroponica. L'Italia Agricola, 103, 1055-1079.
- (9) STEINER, A. A. (1961). An universal method for preparing nutrient solutions of a certain composition. Plant and Soil, 15, 134-154, Holanda.
- (10) STEINER, A. A. (1968). Soilless Culture. Procc. 6th Colloquium of the International Potash Institute. 324-342, Florence, Italia.
- (11) STEINER, A. A. (1969). Principales diferencias entre cultivos con o sin tierra. Procc. International Congress on Hydroponics, 81-86, Las Palmas, España.
- (12) VARIOS (1970). Tomato diseases and their control. Agricultural Handbook núm. 203, USDA.

Recibido para publicación: 9-III-76