



**Caja Insular de Ahorros de Gran Canaria**

**CULTIVO HIDROPONICO  
DE TOMATES**

**II.- ESTUDIO DE CUATRO  
SUBSTRATOS DIFERENTES  
EN RELACION CON  
EL NUMERO DE RIEGOS**

**Por  
Gonzalo Pérez Melián  
Angel Luque Escalona**

**SERVICIO AGRICOLA  
CENTRO INTERNACIONAL  
PARA LA HIDROPONIA  
LOS MORISCOS - 1976**

CULTIVO HIDROPONICO  
DE TOMATES

II.- ESTUDIO DE CUATRO  
SUBSTRATOS DIFERENTES  
EN RELACION CON  
EL NUMERO DE RIEGOS

Gonzalo Pérez Melián  
Angel Luque Escalona  
SERVICIO AGRICOLA  
CENTRO INTERNACIONAL  
PARA LA HIDROPONIA.  
LOS MORISCOS. 1976.

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.*

INTRODUCCION

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 estos 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% del volumen total y este 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 (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 periodos de 10 a 12 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 po-

rosos implica un mayor régimen de riego (8) por lo que decidimos estudiar estos substratos de interacción con el nº de riegos diarios.

## II. MATERIAL Y METODOS

### II. 1. CULTIVO

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

La planta se siembra en semillero donde está aproximadamente 20 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 80 días de haber realizado el trasplante y dura 80 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%. La temperatura también está controlada manteniéndose durante el día en 25± 3°C y durante la noche por encima de los 18°C.

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

### II. 2. SOLUCION NUTRITIVA

La solución nutritiva utilizada, ha sido la misma en todos los tratamientos la "Standard" de Steiner (11) con una presión osmótica de 0.7 at.<sub>s</sub> (que corresponde a 30 iones-mg.l<sup>-1</sup>) manteniéndose un pH de 6.5±0.3 unidades.

La composición de la solución nutritiva es la siguiente:

|                    | NO <sub>3</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   | 7                            | 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 reposa 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. fenoldisulfónico.

Fosfatos: Test del molibdobanadato 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 "picón" o "arena".

2.- Grava 1ª: Es un substrato compacto, utilizando 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 2ª: 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 les conoce localmente como "grava de barranco".

4.- Grava 3ª: Es también un substrato 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 solo hemos estudiado dos variables, el

substrato y el número de riegos. En el cuadro 1 exponemos el diseño del cuadrado y la situación en él de los substratos y los riegos.

Cada cama de las representadas en el cuadro 1 tiene una superficie de 2.88 m<sup>2</sup> (2.40 x 1.20 m) y se alimenta de un tanque de solución nutritiva de 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<br>GRAVA 1ª<br>1 Riego | D<br>LAPILLI<br>2 Riegos  | B<br>GRAVA 2ª<br>3 Riegos | C<br>GRAVA 3ª<br>4 Riegos |
| H<br>GRAVA 2ª<br>1 Riego | C<br>GRAVA 3ª<br>2 Riegos | A<br>GRAVA 1ª<br>3 Riegos | D<br>LAPILLI<br>4 Riegos  |
| C<br>GRAVA 3ª<br>1 Riego | B<br>GRAVA 2ª<br>2 Riegos | D<br>LAPILLI<br>3 Riegos  | A<br>GRAVA 1ª<br>4 Riegos |
| D<br>LAPILLI<br>1 Riego  | A<br>GRAVA 1ª<br>2 Riegos | C<br>GRAVA 3ª<br>3 Riegos | B<br>GRAVA 2ª<br>4 Riegos |

## III. RESULTADOS

### III. 1. PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUBSTRATOS

En la tabla 1 exponemos las propiedades físicas de los substratos, podemos observar como varía la cantidad de agua retenida del substrato poroso a los tres

tipos de grava. La grava 1ª es la que retiene mayor cantidad de agua de las tres (10%) probablemente debido a su forma irregular que da mayores posibilidades de microporosidad. Entre las otras gravas, practicamente no hay diferencias.

T A B L A 1

Propiedades de los cuatro substratos

Capacidad hídrica                      Capacidad de retención  
máxima                                      de agua

|          | % peso | % volumen | % peso | % Volumen |
|----------|--------|-----------|--------|-----------|
| Lapilli  | 76     | 60        | 22     | 17        |
| Grava 1ª | 25     | 35        | 7.2    | 10        |
| Grava 2ª | 32     | 42        | 5.4    | 7         |
| Grava 3ª | 40     | 52        | 6.2    | 8         |

## III.2. ANALISIS DEL CUADRO LATINO

En el cuadro 2 damos los resultados del cuadro 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 "pudredumbre del extremo floral" (Blossom-end-rot) que tienen en este caso un interés especial por ser una enfermedad fisiológica, producida por la diferencia de calcio, que a su vez puede ser inducida por una falta de agua o un exceso de salinidad.

CUADRO 2

Resultados de la experiencia

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| GRAVA 1ª<br>Pr. = 4.9 Kg/planta<br>nº = 36.7 E = 5.4%<br>P. medio = 133 g | LAPILLI<br>Pr. = 6.5 Kg/planta<br>nº = 47.9 E = 0.0%<br>P. medio = 136 g  | GRAVA 2ª<br>Pr. = 5.3 Kg/planta<br>nº = 37.0 E = 0.3%<br>P. medio = 143 g  | GRAVA 3ª<br>Pr. = 6.6 Kg/planta<br>nº = 44.5 E = 0.2%<br>P. medio = 147 g |
| GRAVA 2ª<br>Pr. = 4.4 Kg/planta<br>nº = 36.1 E = 5.3%<br>P. medio = 122 g | GRAVA 3ª<br>Pr. = 6.1 Kg/planta<br>nº = 44.1 E = 0.5%<br>P. medio = 137g  | GRAVA 1ª<br>Pr. = 5.5 Kg/planta<br>nº = 37.7 E = 0.6 %<br>P. medio = 145 g | LAPILLI<br>Pr. = 7.0 Kg/planta<br>nº = 50.6 E = 0.2 %<br>P. medio = 138 g |
| GRAVA 3ª<br>Pr. = 4.7 Kg/planta<br>nº = 36.5 E = 5.2%<br>P. medio = 128 g | GRAVA 2ª<br>Pr. = 5.9 Kg/planta<br>nº = 38.0 E = 1.1%<br>P. medio = 154 g | LAPILLI<br>Pr. = 5.2 Kg/planta<br>nº = 33.3 E = 1.5%<br>P. medio = 157 g   | GRAVA 1ª<br>Pr. = 6.6 Kg/planta<br>nº = 48.3 E = 0.0%<br>P. medio = 137 g |
| LAPILLI<br>Pr. = 5.3 Kg/planta<br>nº = 35.5 E = 0.3%<br>P. medio = 149 g  | GRAVA 1ª<br>Pr. = 6.0 Kg/planta<br>nº = 39.6 E = 0.8%<br>P. medio = 150 g | GRAVA 3ª<br>Pr. = 5.5 Kg/planta<br>nº = 39.7 E = 0.0%<br>P. medio = 137 g  | GRAVA 2ª<br>Pr. = 5.6 Kg/planta<br>nº = 38.2 E = 0.3%<br>P. medio = 147 g |

En la tabla 2 exponemos el resumen del análisis de la varianza del diseño experimental.

T A B L A 2

Análisis de la Varianza

|                | G.L. | SS   | S    | F     |
|----------------|------|------|------|-------|
| Sol. nutritiva | 3    | 0.15 | 0.05 | 0.50  |
| Nº 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  $F (0,01) = 9,72$

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

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 nº de riego, dando las máximas producciones con cuatro riegos diarios y poco significativas en cuanto a los substratos.

IV. DISCUSION

La tabla de propiedades físicas nos indica como la porosidad del substrato influye sobre la retención del agua, esto debe tener influencia en cuanto al nº de riegos, siendo necesarios más riegos en los tres substratos compactos que en el poroso. Por otro lado los substratos compactos seran mas esta-

bles que el poroso ya que lógicamente tienen menos posibilidad de fraccionamiento.

El análisis de la varianza nos indica que el nº de riegos diarios tiene gran incidencia sobre la producción en todos los substratos, de un riego (producción más baja) a cuatro riegos (producción más alta) hay un incremento en el rendimiento del 33.7% que es una diferencia notable. Esto nos indica, que aunque la planta no presente con un solo riego ningún síntoma de deficit de agua, este existe, lo que nos indica que la solución nutritiva que queda retenida en el substrato es insuficiente para satisfacer la necesidades de la planta durante todo un día, incluso en el substrato poroso.

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

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

El desequilibrio de los iones se produce por la absorción diferencial de

la planta sobre la solución nutritiva.

La falta de oxígeno es debida a que la planta consume con mayor rapidez que el oxígeno difundido en la solución nutritiva retenida por lo que se hace necesario un nuevo riego con solución aireada.

De los tres factores expuestos creemos que el principal causante de la baja producción con un riego es la falta de agua ya que el Blossom-end-rot se produce principalmente en las gravas y en mucha menor proporción en el lapilli, que es el que mayor cantidad de agua retiene.

En cuanto a los substratos las diferencias que muestra el análisis de la varianza no son significativas, contra lo que esperábamos, ya que el lapilli retiene casi un 80% más de agua que las gravas. Esto podría ser debido a los factores ambientales, ya que la humedad relativa se mantiene siempre por encima del 60% con un sistema de microaspersión alta, que en algunos casos moja la superficie de las camas y lógicamente penetrará más en los substratos com-

pactos. Esto influye sobre el desarrollo de la planta mitigando el déficit de humedad que podría producirse en los substratos. También la humedad relativa alta reduce la transpiración y por lo tanto las necesidades de agua de la planta. No obstante los datos de "pudredumbre del ápice floral" nos apuntan al lapilli como más resistente a los pocos riegos que las gravas.

Las producciones obtenidas son ligeramente más elevadas que las obtenidas por Rivoira (8) en cuanto a Kg/m<sup>2</sup> esto es debido a que se utiliza una variedad diferente una densidad menor, lo que aumenta la producción por planta y el diámetro y peso de los frutos. No encuentra tampoco diferencias significativas entre los substratos pero a medida que crece la planta va aumentando el nº de riegos hasta llegar a 10-12 inundaciones diarias, con lo cual el tipo de sustrato no tiene prácticamente efecto. En la tabla 3 damos nuestros resultados medios comparándolos con los de Rivoira (8) tanto para la hidroponía como para tierra.

T A B L A 3

Comparación de datos

| Datos                          | Hidroponia |             | Tierra      |
|--------------------------------|------------|-------------|-------------|
|                                | Propios    | Rivoira (8) | Rivoira (8) |
| Kg/planta                      | 5.75       | 1.68        | 1.60        |
| Densidad planta/m <sup>2</sup> | 3.47       | 10.33       | 5.00        |
| Kg/m <sup>2</sup>              | 20.00      | 17.32       | 8.02        |
| Frutos/planta                  | 40.23      | 26.05       | 24.11       |
| Peso medio del fruto           | 141.25     | 58.92       | 61.59       |

## V. CONCLUSIONES

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

2º La falta de riegos se manifiesta por una producción menor y mayor porcentaje de frutos afectados de pudredumbre del ápice floral.

3º El sustrato que aparece como

más aconsejable es el poroso.

4º Las producciones obtenidas son mayores que en tierra.

## AGRADECIMIENTO

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

## **BIBLIOGRAFIA**

1. BLESÁ, C. y LUQUE, A. (1972) Contribución al estudio de los materiales volcánicos de las Islas Canarias para su utilización en cultivos hidroponicos. I. Estudio de las propiedades físicas y químicas. *Ann. Edaf. y Agrobiol.* 7-8, 583-599.
2. BLESÁ, C. y LUQUE, A. (1975) 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.* (en prensa).
3. JIMENEZ, F., LUQUE, A. y PEREZ MELIAN, 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.* (en prensa).
4. LUQUE, A. (1973) Tesis Doctoral. Sección de Biológicas. Facultad de Ciencias. Universidad de La Laguna. España.
5. LUQUE, A. y PEREZ MELIAN, G. (1975) Properties and treatment with nutrient solutions of the volcanic materials as substrate on hydroponics. *Plant and Soil* (en prensa).
6. LUQUE, A. y PEREZ MELIAN, G. (1975) Alteración de las propiedades de los materiales volcánicos por los años de utilización en hidroponía. *Ann. del Centro Internacional para la hidroponía* (en prensa).
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* nº 203. USDA.