

INTERNATIONAL WORKING GROUP ON SOILLESS CULTURE

ESTUDIO DE CUARTO SUSTRATOS DIFERENTES EN RELACION CON
EL NUMERO DE RIEGOS CON TOMATES EN HIDROPONIA

G. Pérez Melián, España

Reprint from

PROCEEDINGS

FOURTH INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE

Las Palmas, 1976

pp 277 - 284



SECRETARIAT: P.O. BOX 52, WAGENINGEN, THE NETHERLANDS

ESTUDIO DE CUATRO SUSTRATOS DIFERENTES EN RELACION CON EL NUMERO DE RIEGOS CON TOMATES EN HIDROPONIA

G. Pérez Melián, España

INTRODUCCION

Uno de los factores que más afecta al cultivo hidropónico es el sustrato sobre el cual se desarrollan las raíces, ya que dependiendo de su diametro 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 ó falta de oxígeno en la solución nutritiva.

En Canarias existen varios sustratos naturales. siendo los más abundantes, las cenizas volcánicas (lapilli) y de las que las de lipo basáltico (picones) son los más aconsejables para hidroponía por sus propiedades físicas. Este sustrato se ya disgregando con el tiempo, siendo aconsejable su cambio después de 10 ó 12 años, por lo que decidimos comparar este basalto poroso con otros sustratos no porosos y de mayor consistencia.

La utilización de sustratos porosos implica un mayor regimen le riego y por esta razón decidimos estudiar estos sustratos y su interacción con el número de riegos diarios.

PARTE EXPERIMENTAL

Diseño experimental

El diseño experimental empleado es el cuadrado latino (4 x 4 x 4); utilizandose en este caso solamente dos variables: el número de riegos y el sustrato. Es decir, cuatro sustratos, cuatro riegos diferentes y una solución nutritiva. Las 16 camas hidropónicas utilizadas en el ensayo tienen una superficie de 2,88 m² (2,4 x 1,2 m) y una profundidad de 20 cm. Se alimenta cada cama de su propio estanque de solución nutritiva de 1 m³ de capacidad con su correspondiente bomba. El conjunto de las 16 camas forma un bloque homogéneo, representado en la Tabla 1.

Sustratos

Se han utilizado cuatro sustratos diferentes, un poroso y tres compactos.

- a. Lapilli. Es el sustrato 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 "picon" ó "arena".

Tabla 1 Diseño experimental del cuadrado latino

A		D		B		C	
grava	1a	lapilli		grava	2a	grava	3a
riego	1	riegos	2	riegos	3	riegos	4
B		C		A		D	
grava	2a	grava	3a	grava	1a	lapilli	
riego	1	riegos	2	riegos	3	riegos	4
C		B		D		A	
grava	3a	grava	2a	lapilli		grava	1a
riego	1	riegos	2	riegos	3	riegos	4
D		A		C		B	
lapilli		grava	1a	grava	3a	grava	2a
riego	1	riegos	2	riegos	3	riegos	4

- b. Grava 1a. Es un sustrato compacto utilizado normalmente en la construcción de carreteras. Su granulometría va de 2 a 10 mm de diámetro, con forma completamente irregular. Es muy abundante y procede de traquitas triburadas.
- c. Grava 2a. Es un sustrato compacto, que tiene un diámetro de 2 a 10 mm con formas redondeadas suaves. Está constituido por diferentes tipos de rocas transportadas por la erosión al fondo de los barrancos. Se le conoce localmente como "grava de barranco".
- d. Grava 3a. Es también un sustrato compacto. Tiene un 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".

Las propiedades físicas de estos sustratos son mencionadas en Tabla 2.

Solución nutritiva

La solución nutritiva utilizada ha sido la misma en todos los tratamientos, fué la solución nutritiva standard dado por Steiner, aquí con una presión osmótica de 0,7 atm, manteniéndose el pH a $6,5 \pm 0,3$. La composición de la solución es mencionada en Tabla 3.

Los microelementos se añadieron al comienzo del cultivo en las siguiente 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 analizó todas las semanas y se reponían el

agua y nutrientes consumidos manteniéndose por lo tanto casi constante durante el cultivo.

Tabla 2 Las propiedades físicas de los sustratos, expresadas en tantos por ciento en peso y en volumen

	Capacidad hídrica máxima		Capacidad de retención de agua	
	% peso	% volume	% peso	% volume
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

Tabla 3 La composición de la solución nutritiva

me por litro	NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^{--}	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
% aniones	60	5	35			
% cationes				35	45	20

Cultivo

La variedad de tomate utilizada fué 'Marglobe', sembrándose el semillero en cama de "picon" fino, en la que permaneció durante 20 días. Se transplantó a las camas utilizando el marco de plantación de 50 cm entre plantas y 70 cm entre hileras, con 10 plantas por cama. Esto hace una densidad de plantación de 3,5 plantas por metro cuadrado le cultivo efectivo

La producción comenzó a los 80 días de haber realizado el transplante y duró otros 80 días.

El invernadero está dotado de un sistema de humectación por microaspersión alta, manteniéndose la humedad relativa alrededor del 60 %. La temperatura también se controló oscilando entre 25 ± 3 °C por el día y 18 °C durante la noche.

Durante el cultivo no se presentó ninguna plaga ni enfermedad importantes, dándose los tratamientos fitopatológicos aconsejados.

RESULTADOS

En la Tabla 4 damos los resultados de la experiencia.

Tabla 4 Resultados de la experiencia

A	D	B	C
4,9 kg/planta	6,5 kg/planta	5,3 kg/planta	6,6 kg/planta
36,7 frutos	47,9 frutos	37,0 frutos	44,5 frutos
133 g/fruto	136 g/fruto	143 g/fruto	147 g/fruto
5,4 % enfermo	0,0 % enfermo	0,3 % enfermo	0,2 % enfermo
B	C	A	D
4,4 kg/planta	6,1 kg/planta	5,5 kg/planta	7,0 kg/planta
36,1 frutos	44,1 frutos	37,7 frutos	50,6 frutos
122 g/fruto	137 g/fruto	145 g/fruto	138 g/fruto
5,3 % enfermo	0,5 % enfermo	0,6 % enfermo	0,2 % enfermo
C	B	D	A
4,7 kg/planta	5,9 kg/planta	5,2 kg/planta	6,6 kg/planta
36,5 frutos	38,0 frutos	33,3 frutos	48,3 frutos
128 g/fruto	154 g/fruto	157 g/fruto	137 g/fruto
5,2 % enfermo	1,1 % enfermo	1,5 % enfermo	0,0 % enfermo
D	A	C	B
5,3 kg/planta	6,0 kg/planta	5,5 kg/planta	5,6 kg/planta
35,5 frutos	39,6 frutos	39,7 frutos	38,2 frutos
149 g/fruto	150 g/fruto	137 g/fruto	147 g/fruto
0,3 % enfermo	0,8 % enfermo	0,0 % enfermo	0,3 % enfermo

En primer lugar las cifras de producción en kg por planta; en segundo lugar el número de frutos producidos por planta; después el peso medio del fruto y finalmente el porcentaje de frutos afectados de "pudredumbre del extremo floral" (Blossom end rot), de especial interés, ya que esta enfermedad fisiológica producida por un déficit de calcio, pudo ser inducida por una falta de agua de riego.

En la Tabla 5 exponemos el análisis estadístico del cuadrado latino así como el análisis de la varianza del diseño experimental. El análisis se efectúa respecto a las variables posibles: el sustrato, el número de riegos y la solución nutritiva, ya que aunque esta última no sufrió ninguna alteración, es decir, se mantuvo constante, siempre existía la posibilidad de que al ser los estanques distintos, indujera alguna variación sobre los resultados.

Vemos como no ha sido así y los resultados respecto a la solución nutritiva no ofrecen variación alguna. Las diferencias por el contrario son altamente significantivas respecto a los sustratos.

Tabla 5 Análisis estadístico del cuadrado latino

Kilogramos por planta					
A = 4,9	D = 6,5	B = 5,3	C = 6,6	23,3	137,91
B = 4,4	C = 6,1	A = 5,5	D = 7,6	23,0	135,82
C = 4,7	B = 5,9	D = 5,2	A = 6,6	22,4	127,50
D = 5,3	A = 6,0	C = 5,5	B = 5,6	22,4	125,70
19,3	24,5	21,5	25,8	91,1	
93,55	150,27	115,63	167,48		526,93
	A	B	C	D	
Totales	23,0	21,2	22,9	24,0	
Análisis de la varianza	Fuente	DF	SS	MS	F
	Solución	3	0,15	0,05	0,50
	Nº riegos	3	6,45	2,15	21,50
	Sustrato	3	1,01	0,33	3,30
	Error	6	0,62	0,10	
	Totales	15	8,23		
K ₁ = 3; K ₂ = 6; F _{0,05} = 4,76; F _{0,01} = 9,72					

Tabla 6 Análisis estadístico del cuadrado latino

Porcentaje de "pudredumbre del extremo floral"					
A = 5,4	D = 0,0	B = 0,3	C = 0,2	5,9	29,29
B = 5,3	C = 0,5	A = 0,6	D = 0,2	6,6	28,74
C = 5,2	B = 1,1	D = 1,5	A = 0,0	7,8	30,50
D = 0,3	A = 0,8	C = 0,0	B = 0,3	1,4	0,82
16,2	2,4	2,4	0,7	21,7	
64,38	2,10	2,70	0,17		89,35
	A	B	C	D	
Totales	6,8	7,0	5,9	2,0	
Análisis de la varianza	Fuente	DF	SS	MS	F
	Solución	3	5,86	1,95	1,08
	Nº riegos	3	39,18	13,06	7,25
	Sustrato	3	4,08	1,36	0,75
	Error	6	10,80	1,80	
	Totales	15	59,92		
K ₁ = 3; K ₂ = 6; F _{0,05} = 4,76; F _{0,01} = 9,72					

Tabla 7 Análisis de la significancia del número de riegos por el Test de Duncan multiple range

Número de riegos y producción					
Riego 1	4,9	4,4	4,7	5,3	Media = 4,82
Riego 2	6,5	6,1	5,9	6,0	Media = 6,12
Riego 3	5,3	5,5	5,2	5,5	Media = 5,33
Riego 4	6,6	7,0	6,6	5,6	Media = 6,45
MS _{error} = 0,10; DF _{error} = 6; $S_x = \sqrt{\frac{0,10}{6}} = 0,13$					
Nivel 5 %	p = 2	rp = 3,461	Rp = 3,461	x 0,13 = 0,45	
	p = 3	rp = 3,587	Rp = 3,587	x 0,13 = 0,46	
	p = 4	rp = 3,649	Rp = 3,649	x 0,13 = 0,47	
Riego 1	} s. } s. } n.s. } s.				
Riego 2					
Riego 3					
Riego 4					
Nivel 1 %	p = 2	rp = 5,243	Rp = 5,243	x 0,13 = 0,68	
	p = 3	rp = 5,439	Rp = 5,439	x 0,13 = 0,70	
	p = 4	rp = 5,549	Rp = 5,549	x 0,13 = 0,72	
Riego 1	} s. } n.s. } n.s. } s.				
Riego 2					
Riego 3					
Riego 4					

En la Tabla 7 exponemos el análisis de la significancia del número de riegos respecto a la producción por el Test de Duncan.

Finalmente, en la Tabla 6 se expone el análisis estadístico del cuadrado latino, así como el análisis de la varianza del porcentaje de "pudredumbre del extremo floral" respecto a las tres variables del experimento. Los resultados muestran en este caso que existe una marcada influencia del número de riegos, es decir, que a menor número de riegos mucho más porcentaje de pudredumbre, como ya anunciábamos al comienzo de este apartado.

DISCUSION

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 cremento en el rendimiento del 33,7 % que es una diferencia notable. Una explicación a este fenómeno, puede ser, el que la soluci-

ón nutritiva que pueda retenida en el sustrato es insuficiente para satisfacer las necesidades de la planta durante todo el día, incluso en el sustrato poroso.

Por otra parte, existen otros factores, ya señalados por Steiner, que pueden incidir sobre la solución nutritiva retenida, que son el desequilibrio de los iones y la falta de oxígeno.

El desequilibrio de los iones se produce por la absorción diferencial de la planta sobre la solución nutritiva y la falta de oxígeno se debe a que la planta consume con mayor rapidez a la difusión del oxígeno en la solución nutritiva por lo que es necesario la aportación de solución nutritiva fresca y por lo tanto 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 sustrato que mayor cantidad de agua retiene.

Es de notar, que en el análisis de la significancia por el Test de Duncan (Tabla 7) no existe significancia entre el riego 2 y el riego 4, lo cual parece como si a partir de un cierto número de riegos (dos) la planta cubre sus necesidades hídricas y además que la selección horaria de los riegos no es la adecuada, pudiendo en algún momento producir un efecto negativo sobre la producción (riego 3).

Tabla 8 El regimen horario de los riegos

Riego 1	8,00			
Riego 2	8,00		16,00	
Riego 3	8,00	12,00	16,00	
Riego 4	8,00	12,00	16,00	20,00

Basado en el regimen horario, creemos que el riego de las 12,00 horas es negativo y por lo tanto indicir para que exista significancia entre los riegos 3 y 4.

En cuanto a los sustratos las diferencias que muestra el análisis de la varianza, no son significantivas, contra de lo que esperabamos, ya que el lapilli retiene casi un 80 % de agua que las gravas. Esto podría ser debido a los factores ambientales, ya que la humedad relativa se mantuvo siempre por encima de un 60 % con un sistema de microaspersión alta, que en algunos casos moja la superficie de las camas y por lo tanto penetra en los sustratos compactos.

Las producciones obtenidas son ligeramente más elevadas que las obtenidas por Rivoira en cuanto a kg por m², debido a que se utiliza una variedad diferente y una densidad menor, lo que aumenta la producción por planta.

La comparación de los datos obtenidos es dada en la Tabla 9.

Tabla 9 Comparación de los datos obtenidos con los datos de Rivoira

	Rivoira	Propios
kg por planta	1,68	5,75
plantas por m ²	10,33	3,47
kg por m ²	17,32	20,00
frutos por planta	26,05	40,23
g por fruto (medio)	58,92	141,25

CONCLUSIONES

1. El número de riegos diarios tiene una incidencia directa sobre la producción.
2. La falta de riegos se manifiesta en una producción menor y un mayor porcentaje de frutos afectados de "pudredumbre del apice floral" (blossom end rot).
3. El sustrato que aparece como más aconsejables es el poroso.

THE STUDY OF FOUR DIFFERENT SUBSTRATES IN CONNECTION WITH THE FREQUENCY OF IRRIGATION WITH TOMATOES IN HYDROPONICS

SUMMARY

The study concerns the culture of tomatoes in hydroponics with four different substrates (one porous, four non-porous), using the same nutrient solution. The study concerns the influence of the substrate in connection with the frequency of irrigation. Four irrigations showed the best production and the porous substrate seems to be the most recommendable.