

CENTRO INTERNACIONAL PARA LA HIDROPONIA DE LAS PALMAS
Y DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA DE LA UNIVERSIDAD
AUTONOMA DE MADRID

**Estudio de la solución nutritiva, variedades y
densidades utilizadas en el cultivo hidropónico
de pepinos (*Cucumis sativus*)**

G. Pérez Meilán, A. Luque y O. Carpena

Separata de la
REVISTA DE AGROQUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Jaime Roig 11, Valencia-10. España

Estudio de la solución nutritiva, variedades y densidades utilizadas en el cultivo hidropónico de pepinos (*Cucumis sativus*)

G. Pérez Melián, A. Luque y O. Carpena

Centro Internacional para la Hidroponía de Las Palmas y Departamento de Química Agrícola de la Universidad Autónoma de Madrid

RESUMEN

Se estudia el efecto, sobre la producción de pepinos en cultivo hidropónico, de los siguientes factores: composición de la solución nutritiva, variedad y densidad de siembra. Tres de las cuatro soluciones ensayadas tienen la misma composición relativa y diferente concentración total; la cuarta contiene mayor proporción de N. Las variedades utilizadas son Sporu y Bit Spot. Las densidades de siembra 1'9 y 2'9 plantas/m². Se utiliza el diseño experimental de cuadrado latino que permite el estudio simultáneo de tres variables.

Los resultados indican que no hay diferencias significativas en la producción por planta, respecto a solución nutritiva y variedad, pero sí respecto a la densidad de siembra. La densidad más baja da lugar a una mayor producción por planta, con la misma producción por unidad de superficie y menor consumo de agua y de nutrientes.

ABSTRACT

Influence of nutritive solution, variety, and planting density on production of cucumbers (*Cucumis sativus* L.) in hydroponic

Effect of three factors –nutritive solution composition, cucumber variety, and planting density– on production of cucumbers in hydroponic is studied. Four solutions are used: three have the same relative composition at different total concentration, the fourth one is richer in N. Varieties are Sporu and Bit Spot. Densities: 1.9 and 2.9 plants per square meter. A latin square experimental design is used.

Results show that there is no significant effect of variables: nutrient composition and variety. Effect of planting density is significant. Lower density gives higher production per plant with the same production per area and lower consumption of water and nutrients.

INTRODUCCION

Desde hace varios años, en la isla de Gran Canaria, se han venido cultivando durante el invierno pepinos (*Cucumis sativus*) en hidroponía para la exportación. La solución nutritiva empleada ha sido la dada por Steiner (1969) como solución "universal" para el cultivo de plantas hortícolas. La densidad de plantación ha sido de unas 19.000 plantas por hectárea, bastante superior a la del cultivo tradicional en tierra (Arteaga y Albertos), puesto que en hidroponía no existe la competencia radical como factor limitante (Steiner, 1968).

El hecho de que han sido propuestas soluciones nutritivas diferentes (Milletti, 1969), tanto en lo que se refiere a su concentración total de iones, es decir, a la presión osmótica, como a la relación entre los mismos, sugirió la realización de este trabajo, pues la planta de pepino está calificada como poco resistente a la salinidad (Blesa y Luque, 1976) y además responde bien a concentraciones más elevadas de nitrógeno.

Por éstas razones planteamos este trabajo, donde se estudia el efecto de la solución nutritiva, con especial atención a su concentración total y a la relación de la concentración de nitratos con respecto a los demás nutrientes de la solución.

Conjuntamente con la solución, se estudiaron dos marcos de plantación diferentes y las dos variedades de pepinos más usadas en hidroponía y en tierra, en Canarias.

MATERIAL Y METODOS

Utilizamos para esta experiencia 16 camas hidropónicas dispuestas y conectadas en cuadrado latino (4 × 4). Estas camas tienen una

superficie de 6'20 m² (6'20 × 1'00 m) y una profundidad de 20 cm. Las 16 unidades del cuadrado latino se encuentran rodeadas por 10 camas, también hidropónicas, que tienen como misión evitar el efecto de borde, manteniendo toda la experiencia en condiciones homogéneas.

El sustrato utilizado fue el lapilli (picón) de 5 a 10 mm de diámetro, poroso y prácticamente libre de impurezas térreas (Blesa y Luque, 1972 y 1976; Luque y Pérez Meilan, 1975). El sistema de riego fue por subirrigación, con uno o dos riegos diarios.

Las soluciones nutritivas utilizadas se exponen en la tabla I, en donde la solución A es la descrita por Steiner (1969), las soluciones B y C son variantes de la anterior, con igual proporción de iones pero distinta concentración total, y la solución D es una solución que contiene el 80 % de nitratos, siendo la concentración total la misma que la solución A.

Los micronutrientes se añadieron al principio del cultivo, en la concentración expuesta al pie de la tabla I. El Fe se suministró en forma de quelato, añadiendo cada quince días 2 ppm de Fe. El pH de la solución se mantuvo en 6'5 ± 0'4 durante todo el cultivo. Estas soluciones permanecieron constantes, analizadas semanalmente y reponiendo el agua y los nutrientes consumidos.

Las determinaciones realizadas fueron: pH, conductividad, nitratos, fosfatos, potasio, calcio, magnesio, sodio y ocasionalmente los micronutrientes. Se utilizaron los siguientes métodos:

Nitratos: Test de ácido difenilsulfónico.

Fosfatos: Test del molibdo vanadato amónico.

Sodio y potasio: Espectrofotometría de llama.

Calcio y magnesio: Espectrofotometría de absorción atómica.

Las técnicas seguidas están ampliamente

Tabla I

COMPOSICIÓN DE LAS SOLUCIONES NUTRITIVAS

		NO ₃ ⁻	PO ₄ H ₂ ⁻	SO ₄ ⁼	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Presión osmótica (at.)
Solución A	meq/l	12'0	1'0	7'0	7'0	9'0	4'0	0'70
	% aniones	60'0	5'0	35'0	—	—	—	
	% cationes	—	—	—	35'0	45'0	20'0	
Solución B	meq/l	18'0	1'5	10'5	10'5	13'5	6'0	1'05
	% aniones	60'0	5'0	35'0	—	—	—	
	% cationes	—	—	—	35'0	45'0	20'0	
Solución C	meq/l	6'0	0'5	3'5	3'5	4'5	2'0	0'35
	% aniones	60'0	5'0	35'0	—	—	—	
	% cationes	—	—	—	35'0	45'0	20'0	
Solución D	meq/l	16'0	0'6	3'4	7'0	9'0	4'0	0'70
	% aniones	80'0	3'0	17'0	—	—	—	
	% cationes	—	—	—	35'0	45'0	20'0	

Micronutrientes (ppm): Mn, 0'7; B, 0'5; Zn, 0'09; Mo, 0'04; Cu, 0'02.

descritas en un trabajo anterior (Pérez Melián *et al.*, 1975).

El primer marco de plantación fue de 1'9 plantas/m² de cultivo real (12 plantas/cama), casi equivalente al utilizado en el cultivo tradicional de pepinos en tierra (Arteaga y Albertos). El segundo marco de plantación fue de 2'0 plantas/m² de cultivo real (18 plantas/cama). Es el que se utiliza corrientemente en hidroponía.

Las variedades de pepinos utilizadas fueron la Sporu y la Bit Spot. Estas dos variedades son las normalmente utilizadas en el cultivo de tierra e hidropónico.

El diseño experimental en cuadrado latino con las cuatro soluciones nutritivas, las dos densidades de plantación y las dos variedades, está expuesto en la tabla II. Se puede observar cómo los tratamientos con solución nutritiva diferente (A, B, C y D) están repartidos al azar, sin repetirse ni entre filas ni entre columnas. Las dos variedades ocupan las filas (Bit Spot, 1.^a y 2.^a, y Sporu 3.^a y 4.^a). Las densidades ocupan las columnas (Dens. 1, 1.^a y 2.^a, y dens. 2, 3.^a y 4.^a).

La plantación se realizó el 9-9-74, utilizando la semilla previamente germinada en turba húmeda.

Durante diez días se regaron con agua solamente y después se añadieron los nutrientes necesarios a cada solución.

La recolección de frutos comenzó el 4-11, es decir, a los 56 días de la plantación.

Durante el cultivo se realizaron los tratamientos contra plagas y enfermedades de carácter preferentemente preventivo (*Oidium* sp, Thrips, mosca blanca y pulgón).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla II exponemos el diseño experimental y las producciones obtenidas en Kg/m² y en Kg/planta. Respecto al tratamiento de los resultados hemos realizado el análisis de la varianza sobre varios parámetros de los que exponemos únicamente dos. La tabla III muestra el análisis de la varianza de las producciones en Kg/m². La tabla IV estudia las producciones en Kg/planta. Se estudiaron también las producciones totales en sus diferentes calidades comerciales (1.^a, 2.^a, 3.^a y tara) y las producciones parciales

Tabla II

PRODUCCIONES EN KG/PLANTA Y EN KG/m²

Variedad	Densidad 1. ^a	Densidad 1. ^a	Densidad 2. ^a	Densidad 2. ^a
Bit Spot	Sol. D 12'2 Kg/pl. 23'7 Kg/m ²	Sol. A 10'9 Kg/pl. 21'2 Kg/m ²	Sol. C 7'8 Kg/pl. 22'5 Kg/m ²	Sol. B 8'8 Kg/pl. 25'6 Kg/m ²
Bit Spot	Sol. C 13'4 Kg/pl. 25'9 Kg/m ²	Sol. B 12'6 Kg/pl. 24'5 Kg/m ²	Sol. D 7'4 Kg/pl. 21'3 Kg/m ²	Sol. A 7'7 Kg/pl. 22'2 Kg/m ²
Sporu	Sol. B 11'3 Kg/pl. 21'8 Kg/m ²	Sol. C 10'0 Kg/pl. 19'3 Kg/m ²	Sol. A 7'0 Kg/pl. 20'2 Kg/m ²	Sol. D 8'0 Kg/pl. 23'2 Kg/m ²
Sporu	Sol. A 12'0 Kg/pl. 23'1 Kg/m ²	Sol. D 13'9 Kg/pl. 26'9 Kg/m ²	Sol. B 9'0 Kg/pl. 26'2 Kg/m ²	Sol. C 9'7 Kg/pl. 28'3 Kg/m ²

Tabla III

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LAS PRODUCCIONES EN KG/m²

Fuente	DF	SS	MS	F
Variedad	3	50'91	16'97	6'15
Densidad	3	11'61	3'87	1'40
Solución	3	19'04	6'35	2'30
Error	6	16'58	2'76	
Totales	15	98'14		

F (0'05) = 4'76; F (0'01) = 9'72.

Tabla IV

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LAS PRODUCCIONES EN KG/PLANTA

Fuente	DF	SS	MS	F
Variedad	3	9'07	3'02	4'14
Densidad	3	60'63	20'21	27'68
Solución	3	2'82	0'94	1'29
Error	6	4'38	0'73	
Totales	15	76'90		

F (0'05) = 4'76; F (0'01) = 9'72.

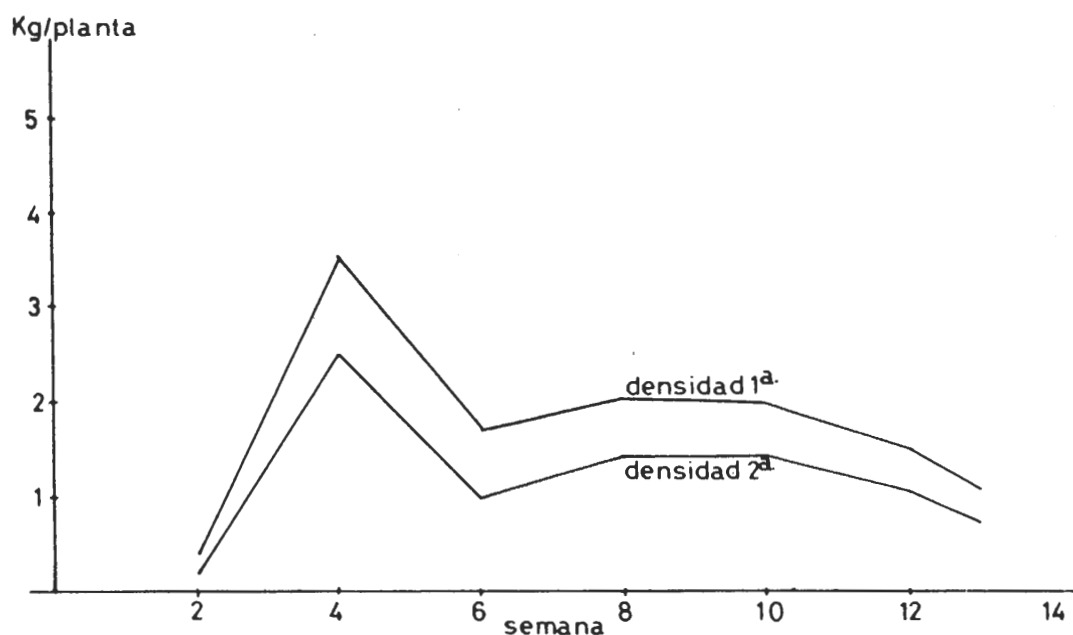


Fig. 1.--Producciones parciales en Kg/planta a lo largo del cultivo en dos densidades de siembra (1.^a, 1'9 plantas/m²; 2.^a, 2'9 plantas/m²). Valores medios de las dos variedades y de las cuatro soluciones ensayadas.

Tabla V

PRODUCCIONES Y DISTRIBUCIÓN POR CALIDADES

Variedad	Densidad (plantas/m ²)	Producción			Distribución porcentual por calidades			
		Kg/pl.	Kg/m ²	Tm/Ha ^a	1. ^a	2. ^a	3. ^a	Tara
Sporu	1'9	11'8	22'8	136'6	44'5	42'6	9'8	3'2
Sporu	2'9	8'4	24'5	146'8	46'6	42'5	9'4	1'5
Bit Spot	1'9	12'3	23'8	142'8	37'6	44'4	14'4	3'6
Bit Spot	2'9	7'8	22'9	137'5	41'7	43'7	11'9	2'6

^a Considerando que el cultivo ocupa un 60 % de la superficie.

cada 2 semanas, tanto en cantidad total como en calidades comerciales. No incluimos los resultados de este estudio pero sí queremos indicar que en ningún caso se han encontrado diferencias significativas.

La figura 1 muestra las producciones parciales en ambas densidades; no hacemos diferencias entre las dos variedades, puesto que prácticamente no existen.

En la tabla V mostramos las pro-

ducciones totales por variedad y densidad, así como la distribución en porcentajes de las calidades comerciales.

El estudio de la tabla III, donde se analizan los resultados de las producciones por unidad de superficie, nos indica que no existen diferencias significativas ni entre las cuatro soluciones empleadas ni entre las dos densidades. En cuanto a la variedad, muestra diferencias significativas al nivel del 0'05, pero no al 0'01. No consideramos estas diferencias como tales, ya que el valor

de F(6'15) es bajo y próximo al límite; además, tenemos en cuenta, en el diseño de cuadrado latino, que el número de grados de libertad es bastante bajo, lo que exige mayor significación.

El estudio de la tabla IV, donde se analizan los valores obtenidos en Kg/planta, nos indica marcada diferencia de producción con respecto a la densidad, en este caso altamente significativa. Esto es debido a que la planta de pepino responde favorablemente a mejores condiciones de luminosidad y nos indica que la densidad que se venía utilizando en hidroponía era demasiado elevada y ponía límites al desarrollo de la planta, obteniéndose las mismas producciones por m² con una densidad menor.

Dentro de los márgenes estudiados, la composición de la solución nutritiva no tiene ningún efecto sobre la producción de pepinos. Un resultado similar había encontrado Steiner (1966) para las soluciones utilizadas en tomates en hidroponía. Hemos utilizado concentraciones totales que van de 1'05 at. de presión osmótica (solución B) hasta 0'35 at. (solución C), manteniendo idénticas las relaciones entre las concentraciones parciales de los nutrientes. El tratamiento D, en el que se aumentan la concentración de nitratos (80 %) tampoco muestra ninguna diferencia con los demás.

En la figura 1, donde se expone el ritmo de producción de la planta, en relación con las dos densidades, se puede observar cómo existe un máximo de producción al principio del cultivo y después se estabiliza, permaneciendo en valores constantes. También podemos apreciar que la densidad no altera en ninguna forma el ritmo de producción, o sea que con una densidad

más baja, la planta produce más y se desarrolla mejor, pero el ritmo es el mismo que si se desarrolla con una densidad mayor. A partir de la 10^a semana de producción se aprecia una disminución, aunque ligera.

CONCLUSIONES

—La solución nutritiva en el cultivo de pepinos en hidroponía puede variar dentro de amplios límites sin afectar a la planta. Esto permite la utilización de soluciones más o menos concentradas, de acuerdo con las condiciones de luz y temperatura de la zona donde se implante el cultivo.

—No existen diferencias de producción entre las dos variedades estudiadas y las producciones obtenidas, tanto por planta como por m², son considerablemente elevadas.

—La densidad incide directamente sobre la producción por planta, pero no al considerarla por unidad de superficie. Esto hace que consideremos óptima la densidad más baja, ya que a igualdad de producción presenta un mejor desarrollo de la planta, menor consumo de agua y abonos y menores necesidades de mano de obra.

—El cultivo en hidroponía rinde, además de unas producciones elevadas, un porcentaje de calidad considerable, permitiendo un mayor rendimiento económico.

BIBLIOGRAFIA

- ARTEAGA, F. y ALBERTOS, R. *Cultivo del pepino bajo plástico. Temas sobre la huerta II*. 153-180. Ministerio de Agricultura.
- BLESA, C. y LUQUE, A. (1972). *Ann. Edaf. y Agrobiol.*, 7-8, 583-599.
- BLESA, C. y LUQUE, A. (1976). *Ann. Edaf. y Agrobiol.* (en prensa).

BERG, C. VAN DEN, (1950). "The influence of salt in the soil of agricultural crops". En *Diagnosis and improvement of saline and alkali soil*. Handbook no. 60. USDA.

LUQUE, A., PÉREZ MELIÁN, G. (1975). *Alteración de las propiedades de los materiales volcánicos por los años de utilización en hidroponía*. Publ. del Serv. Agric. de la Caja Insular de Ahorros, (2), 19-34.

MILLETTI, G. (1969). "Observations on the absorption of *Cucumis sativus* L. in soilless culture under glass". En *Proc. Congreso Internacional de Hidroponía*, 119-131. Las Palmas, España.

PÉREZ MELIÁN, G., JIMÉNEZ, F. y LUQUE, A. (1975). "Técnicas seguidas en el análisis de soluciones nutritivas y plantas". *Ann del Centro Asociado de la U.N.E.D. de Las Palmas*, (1), 227-285.

STEINER, A. A. (1966). *Plant and Soil*, 24, 454-466.

STEINER, A. A. (1968). "Soilless Culture". En *Proc. 6th Colloquium of the International Potash Institute*, 324-341. Florence, Italia.

STEINER, A. A. (1969). "Principales diferencias entre cultivos con y sin tierra". En *Proc. International Congress on Hydroponic*, 81-86. Las Palmas, España.