

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

Absorción de agua e iones en el cultivo de pepinos. I. Consumos totales

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

Separata de la
REVISTA DE AGROQUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
Jaime Roig 11, Valencia-10. España

Absorción de agua e iones en el cultivo de pepinos. I. Consumos totales

O. Carpena (I), G. Pérez Melián (II) y A. Luque (III)

Departamento de Química Agrícola de la Universidad Autónoma de Madrid (I), Centro Internacional para la Hidroponía de Las Palmas (II), Colegio Universitario de Las Palmas (III)

RESUMEN

Se estudia la absorción de agua, nitrato, fosfato, potasio, calcio y magnesio por plantas de pepinos cultivadas en hidroponía. Se utilizan dos densidades de cultivo diferentes: 3'26 plantas/m² (I), y 2'43 plantas/m² (II). La densidad I presenta un consumo mayor de agua y menor de nutrientes que la II. La expresión de los resultados por unidad de superficie no da diferencias significativas ni en absorción ni en producción. La comparación de los resultados con los presentados por otros autores indica que el método seguido permite establecer resultados comparativos.

ABSTRACT

Water and ions absorption by cucumber plant in hydroponics. I. Total uptake

The absorption of water, nitrate, phosphate, potassium, calcium and magnesium by cucumber plant are studied. Two densities, 3.26 plant/m² (I) and 2.43 plants/m² (II), are considered. Plants in I density have higher water uptake and lower nutrients uptake than plants in II density. But there are not significant differences when results are expressed in surface unity. The comparison of results with another authors points out what the method used gives comparative results.

INTRODUCCION

El consumo de nutrientes en el cultivo de pepinos ha sido estudiado por diferentes autores, tanto en tierra (Anstett, 1967; Coic, 1967; Geissler, 1967), como en hidroponía (Milletti, 1969), dándose valores de consumo de agua y nutrientes poco homogéneos, debido a la utilización de diferentes métodos para el cálculo de los mismos.

Normalmente, el cálculo de los nutrientes extraídos del suelo por un cultivo se hace por medio del análisis total de la planta, lo cual presenta inconvenientes como: necesidad de tomar un gran número de muestras, imposibilidad de obtención del sistema radical completo, variabilidad de la concentración de nutrientes en la solución del suelo, etcétera. El cultivo en hidroponía y el cálculo de consumos por

medio del análisis periódico de las soluciones nutritivas elimina gran parte de estos problemas, puesto que se pueden obtener los valores de absorción por análisis directo de la solución nutritiva utilizada.

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la absorción de agua y nutrientes por plantas de pepinos cultivadas en hidroponía, utilizando dos densidades de cultivo diferentes, ya que la luz es el factor limitante en hidroponía, al ser eliminada la competencia radical. Asimismo, los datos presentados podrían servir de base para el establecimiento de sistemas de abonado en el cultivo tradicional en tierra.

MATERIAL Y METODOS

Invernadero

El invernadero utilizado en las experiencias tiene una superficie de 5.000 m². Está dividido en 96 camas de cultivo, cada una de las cuales tiene 24 m de largo y 1'20 m de ancho, lo que hace una superficie de 28'8 m² por cama. La superficie útil de cultivo es de 2.746 m², o sea, un 55'2 % de la extensión total del invernadero.

Se encuentra dividido en cuatro zonas, cada una de las cuales tiene 24 camas de cultivo, que se abastecen de solución nutritiva por medio de un estanque, independiente para cada zona, de 70 m³ de capacidad.

El sistema de riego es por subirrigación, pasando la solución a las camas, por medio de un tubo perforado situado en la parte inferior del sustrato.

El sustrato utilizado es el lapilli (picón), que previamente había sido estudiado en el sentido de conocer su posible actividad sobre la solución nutritiva (Luque y Pérez Melián, 1975).

Solución nutritiva

La solución nutritiva empleada es la so-

lución "universal" de Steiner (1968), y tiene la siguiente composición:

meq/l: NO₃⁻, 12; PO₄H₂⁻, 1; SO₄²⁻, 7; K⁺, 7; Ca²⁺, 9; Mg²⁺, 4.

Aniones (%): NO₃⁻, 60; PO₄H₂⁻, 5; SO₄²⁻, 35.

Cationes (%): K⁺, 35; Ca²⁺, 45; Mg²⁺, 20.

Esta solución se completa con los micronutrientes en las siguientes concentraciones, en ppm: Fe, 2; Mn, 0'7; B, 0'5; Zn, 0'09; Mo, 0'04; Cu, 0'02.

La solución se mantiene a un pH de 6'8±0'3, y tiene una presión osmótica de 0'7 ats.

Las reposiciones de agua y abonos se hacen semanalmente y de acuerdo con los datos suministrados por el análisis, siguiendo el método de Steiner (1961).

El agua añadida no era agua destilada, por lo que a efectos de este trabajo tenemos que considerar las cantidades de nutrientes que son aportadas en cada adición de agua. A partir de los diversos análisis del agua utilizada en la renovación de la solución, hemos considerado como fijas las siguientes concentraciones: Mg, 3'5 meq/l y Ca, 2 meq/l. La concentración de K era muy baja en el agua y la hemos considerado nula.

En cada análisis de solución se han hecho las siguientes determinaciones: pH, conductividad, nitratos, fosfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio, siguiendo las siguientes técnicas:

Nitratos: test del ácido difenilsulfónico.

Fosfatos: test del molibdovanadato amónico.

Sodio y potasio: espectrofotometría de emisión.

Calcio y magnesio: Espectrofotometría de absorción atómica.

Las técnicas utilizadas están ampliamente descritas por Pérez Melián *et al.* (1975).

Cultivo

El cultivo se ha llevado a cabo durante los años 1971, 72, 73 y 74. La variedad utilizada es la "Sporu". Comienza en todos los años en la tercera semana de agosto, y

se termina en la última o penúltima semana de diciembre.

La plantación se lleva a cabo a partir de la semilla previamente germinada sobre turba.

Se parte ya, desde el principio, de solución nutritiva completa. A efectos de este trabajo, no tenemos en cuenta los nutrientes empleados en la fabricación de la solución inicial, pues partimos de solución ya hecha y consideramos que esta queda completa en la última reposición.

El marco de plantación durante los años 1971 y 1972 es de 50 cm entre plantas (filas) y 70 cm entre plantas (columnas) con dos filas de plantas por cama, lo que hace un total de 94 plantas por cama y una densidad de 3'26 plantas por m². A esta densidad la llamaremos en todo el trabajo densidad I. Los años 1973 y 1974 el marco de plantación es más amplio, alternando una cama con dos filas (94 plantas) y otra cama con una fila (47 plantas), lo que da una media de 70 plantas por cama, o sea, una densidad de 2'43 plantas por m². A esta densidad la llamaremos densidad II.

RESULTADOS

Consumo de agua

En la figura 1 se muestra el consumo acumulativo de agua, expresado en m³/100 m². Aunque el consumo se mantiene bastante constante, se aprecia una disminución a medida que avanza el cultivo, presentando valores más elevados en la semana diez para los años 1971, 72 y 73, a partir de la cual empiezan a disminuir. El año 1974 presenta, sin embargo, un aumento en la semana 14, aunque muy ligero.

Se puede conocer la cantidad total de agua que lleva gastado el cultivo en un determinado momento. Podemos observar la gran variabilidad que existe entre los diferentes años, en particular el año 1971. Este mayor consumo es en gran parte

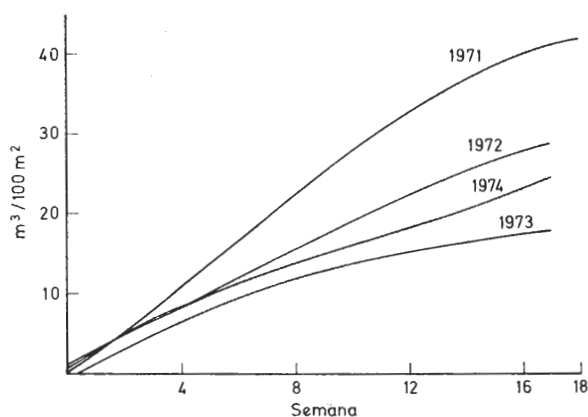


Fig. 1.—Agua consumida en m³/100 m² (valores acumulativos), r² (1971) = 0'997; r² (1972) = 0'932; r² (1973) = 0'983; r² (1974) = 0'960.

debido a la diferencia de densidades. En la tabla I exponemos los consumos totales para cada una de las densidades.

Al estudiar comparativamente las densidades, observamos que los consumos totales en m³/100 m² de cultivo de la densidad I presentan diferencias significativas con respecto a los consumos en la densidad II. Mientras que los consumos expresados en litros/planta no presentan diferencias significativas entre las dos densidades. Esto indica que el consumo de agua/planta es bastante independiente del marco de plantación, por lo que a mayor número de plantas, mayor consumo de agua.

Tabla I

CONSUMO TOTAL DE AGUA EN LAS DIECIOCHO SEMANAS DE CULTIVO

	Densidad I (1971/1972)	Densidad II (1973/1974)
l/planta.	108'5± 8'4	86'7± 4'8
m ³ /100 m ² . . .	35'4± 2'7	21'1± 1'2
m ³ /Ha ^a	2.124±162'0	1.266'0±72'0

^a Consideramos que la Ha tiene un 60 % de cultivo real.

Absorción de nitratos

En la figura 2 se representan los consumos acumulativos de NO_3^- en eq/100 m². Podemos observar cómo el consumo de nitratos va aumentando hasta llegar a un máximo que se encuentra entre la sexta y novena semana para todos los años, y después va disminuyendo lentamente.

En la tabla II expresamos los consumos para las dos densidades y sus equivalencias a efecto de consumo de N por hectárea.

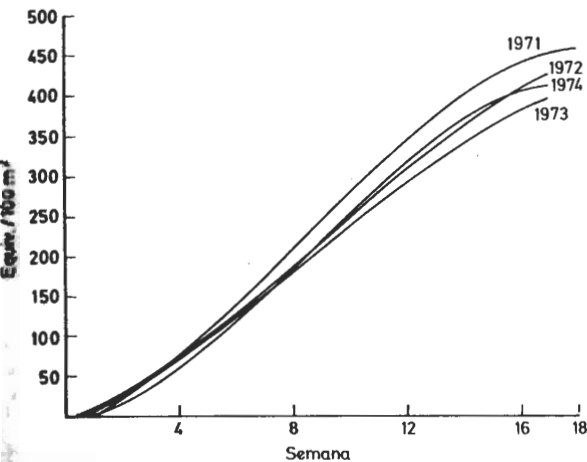


Fig. 2.-Nitrato absorbido en equiv/100 m² (valores acumulativos). r^2 (1971) = 0'984; r^2 (1972) = 0'987; r^2 (1973) = 0'997; r^2 (1974) = 0'990.

El estudio estadístico de las dos densidades muestra que ésta tiene incidencia sobre el consumo de nitratos, aunque no excesivamente marcada. Las diferencias en el consumo por 100 m² no son significativas respecto al 99 %, siendo mayores los consumos en la densidad I. También se presentan diferencias significativas en el consumo por planta, cosa que no ocurría en el caso del agua, siendo más elevados los consumos por planta en la densidad II. Esto nos indica que a menor número de plantas existe un mayor consumo de nitrógeno por planta.

Absorción de fosfatos

Se representan en la figura 3 los consumos acumulativos de PO_4H_2 en eq/100 m².

Vemos cómo la asimilación de fosfatos se mantiene completamente uniforme a lo largo de todo el cultivo.

Los consumos expresados en la tabla II nos indican la cantidad de fosfatos consumidos en las dos densidades.

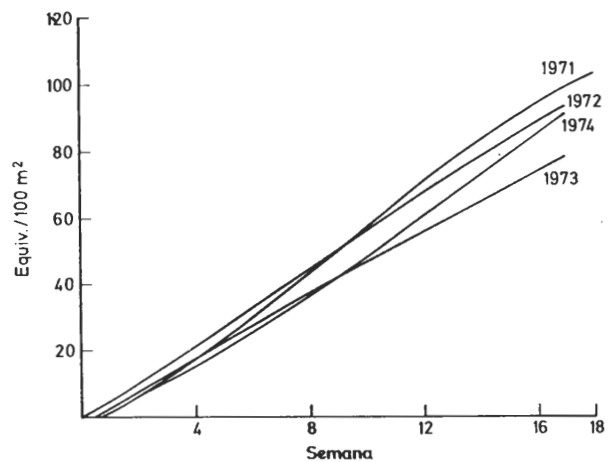


Fig. 3.-Fosfato absorbido en equiv/100 m² (valores acumulativos). r^2 (1971) = 0'997; r^2 (1972) = 0'993; r^2 (1973) = 0'991; r^2 (1974) = 0'987.

El estudio estadístico entre las dos densidades nos indica que existen diferencias significativas en cuanto a los consumos por 100 m², o sea, que a mayor densidad hay un mayor consumo total por unidad de superficie. También indica que existen diferencias significativas en cuanto a los consumos por planta, o sea que a menor densidad, mayor consumo por planta. De todas formas, estas diferencias por planta no son muy acusadas y podemos concluir que la densidad no tiene prácticamente efecto sobre el consumo total en la planta, ya que los consumos se encuentran afectados por el exceso de fosfatos añadidos el año 1974 debido a la falta de nitrato cálcico. Si hacemos el estudio esta-

dístico sin incluir este año, las diferencias en cuanto a consumo por planta dejan de ser significativas.

Absorción de potasio

Los consumos acumulativos de K^+ en $eq/100 m^2$, se exponen en la figura 4.

Se puede observar cómo al principio del cultivo existe una mayor absorción de potasio en todos los años entre las semanas 4 y 6, y que después disminuye aunque en valores no muy considerables. En el año 1973, este mayor consumo no es tan acentuado, sin embargo, se aprecia uno mayor en la semana 12 del mismo año. Este máximo de absorción parece producirse con cierta anterioridad al que observamos en las semanas 8 a 10. En el año 1974 aparece al final un aumento de consumo, pero este aumento es debido a una mayor concentración en la solución nutritiva por la falta de nitrato cálcico que obligó a añadir nitrato potásico para evitar un déficit de nitrógeno.

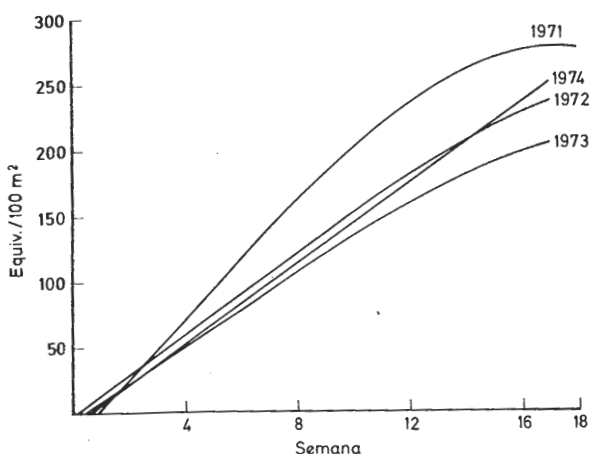


Fig. 4.—Potasio absorbido en $equiv/100 m^2$ (valores acumulativos), r^2 (1971) = 0'977; r^2 (1972) = 0'984; r^2 (1973) = 0'994; r^2 (1974) = 0'979.

En la tabla II exponemos los consumos totales para cada densidad.

El estudio estadístico de los datos de

consumo en $eq/100 m^2$ y en $meq/planta$ mostró que no existen diferencias significativas en cuanto a las diferencias de consumo por m^2 y por planta. Lo que nos hace concluir que la densidad no tiene efecto sobre el consumo de potasio por la planta.

Absorción de calcio

Se representan en la figura 5 los consumos acumulativos de Ca^{2+} en $eq/100 m^2$

Se puede observar cómo los consumos son muy elevados. El consumo va aumentando hasta llegar a 6-8 semanas, en que presenta los valores máximos y se estabiliza desde este momento hasta terminar el cultivo.

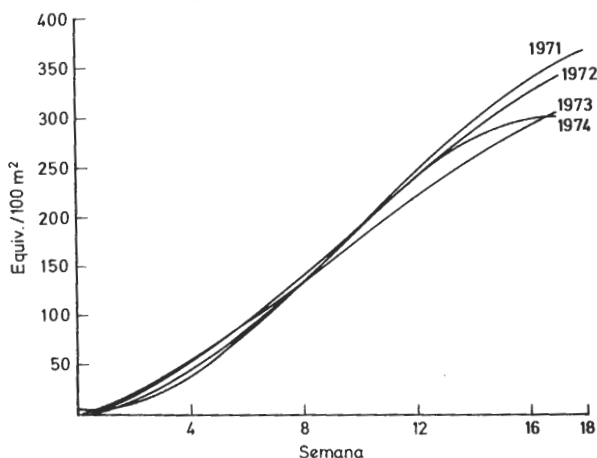


Fig. 5.—Calcio absorbido en $equiv/100 m^2$ (valores acumulativos), r^2 (1971) = 0'994; r^2 (1972) = 0'992; r^2 (1973) = 0'983; r^2 (1974) = 0'986.

El valor tan bajo de consumo de calcio en las últimas semanas del año 1974 es debido a la falta de nitrato cálcico, que hace disminuir su concentración en la solución y por lo tanto su consumo.

En la tabla II expresamos los consumos totales de acuerdo con las densidades y sus equivalencias por Ha. Se puede observar que los errores son

muy pequeños, manteniéndose los consumos bastante estables en los distintos años.

Absorción de magnesio

En la figura 6 se exponen los consumos de magnesio acumulativos en eq/100 m². Se puede apreciar cómo no existen en las gráficas zonas marcadas en inflexión, presentándose bastantes rectas. Esto indica que el consumo se mantiene bastantante constante. Únicamente el año 1974 presenta al final un aumento del consumo debido a la disminución de concentración del calcio anteriormente mencionado, y que da lugar a un aumento de la absorción de magnesio.

En la tabla II expresamos los consumos totales de magnesio, según la densidad de plantación y damos también los consumos equivalentes por Ha.

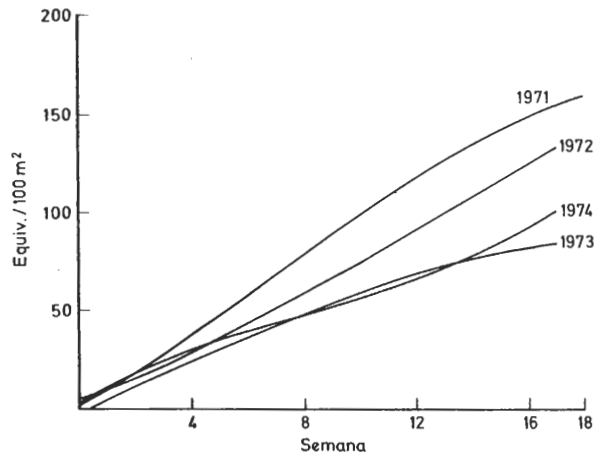


Fig. 6.—Magnesio absorbido en equiv/100 m² (valores acumulativos), r² (1971) = 0'974; r² (1972) = 0'941; r² (1973) = 0'982; r² (1974) = 0'974.

Se observa que estos consumos son mucho más elevados con una densidad mayor.

El estudio estadístico muestra que las plantas no presentan diferencias de consumo con respecto a la densidad, ya que los valores de consumo en eq/100 m² dan diferencias significativas, pero los valores de consumo en meq/planta no tienen diferencias significativas.

Tabla II

ABSORCIÓN TOTAL (EN LAS 18 SEMANAS DE CULTIVO) DE LOS DIFERENTES IONES EXPRESADA EN VARIOS PARÁMETROS

Iones	Absorción por planta y por 100 m ²		Consumo en Kg/Ha ^a		
	Densidad I (1971/72)	Densidad II (1973/74)	Fertilizantes	Densidad I (1971/72)	Densidad II (1973/74)
NO ₃ ⁻ (meq/planta).	1.386'4±36'2	1.680'5	N (Kg/Ha) ^a	380'1± 9'9	342'7± 3'9
NO ₃ ⁻ (eq/100 m ²).	425'5±11'8	408'5± 4'6			
PO ₄ H ₂ ⁻ (meq/planta).	301'3± 6'6	350'0±10'2	P ₂ O ₅ (Kg/Ha) ^a	416'2± 9'8	365'1±11'9
PO ₄ H ₂ ⁻ (eq/100 m ²).	97'7± 2'3	87'5± 2'8			
K ⁺ (meq/planta).	801'9±33'2	944'1±39'2	K ₂ O (Kg/Ha) ^a	739'5±30'0	648'6±26'8
K ⁺ (eq/100 m ²).	261'7±10'8	229'5± 9'5			
Ca ²⁺ (meq/planta).	1.104'9±25'4	1.259'9±16'5	Ca (Kg/Ha) ^a	432'7± 9'9	367'6± 4'8
Ca ²⁺ (eq/100 m ²).	360'6± 8'3	306'3± 4'0			
Mg ²⁺ (meq/planta).	446'5±23'3	380'4±13'0	Mg (Kg/Ha) ^a	106'3± 5'5	65'1± 2'3
Mg ²⁺ (eq/100 m ²).	145'7± 7'6	89'2± 3'1			

^a Consideramos que la Ha tiene un 60 % de cultivo real.

DISCUSION

La disminución encontrada en el consumo de agua a medida que la planta envejece puede ser debida a la interacción de diferentes factores:

1. A medida que la planta envejece se va produciendo un engrosamiento de sus paredes celulares que impiden la transpiración. También después de cortada la yema apical (despunte) disminuye en gran medida la producción de hojas nuevas que son las que mayor cantidad de agua transpiran.

2. El crecimiento de las plantas hace que éstas vayan formando su microclima, dando lugar a una menor transpiración de las hojas por encontrarse en un ambiente de mayor porcentaje de humedad relativa.

3. Las temperaturas, puesto que se planta en el mes de agosto, van disminuyendo hasta diciembre, lo que provoca una menor transpiración.

De estas tres posibles causas apuntadas creemos que es la disminución de las temperaturas ambientales la principal, puesto que Milletti (1969), que estudia también el consumo de agua en pepinos, da resultados inversos a los nuestros, cultivando de enero a agosto.

El aumento del consumo de nitrógeno hasta llegar a un máximo es debido al cese de crecimiento que se produce cuando se despunta la planta. Hasta ese momento la planta consume cantidades crecientes, y a partir de este momento, las necesidades comienzan a ser inferiores. Estos datos de absorción coinciden con los resultados encontrados por nosotros (Carpena *et al.*, 1978) al seguir la evolución del contenido de nitrógeno en la hoja, donde aparecía un máximo de tasa de nitrógeno total

entre los 40 y 60 días de cultivo.

El consumo de fosfatos que, como indicábamos se mantiene bastante constante, nos indica que las necesidades de la planta son uniformes a lo largo de todo el cultivo.

La absorción de potasio va en aumento hasta llegar a un máximo; ya indicábamos que este máximo se producía posteriormente al presentado por el nitrógeno y coincide con la formación de los frutos. Esto está relacionado con un transporte de potasio (elemento móvil) de las hojas a los frutos, lo que hace aumentar las necesidades.

El consumo de calcio va aumentando a medida que crece el cultivo hasta que se estabiliza en un consumo muy elevado. Este consumo de calcio tan elevado ya había sido mencionado por Roorda y Smild (1969) y también coincide con nuestros resultados de análisis foliar (Carpena *et al.*, 1978) en los que encontramos que la tasa foliar aumentaba hasta los 60 días, y a partir de este punto, se mantenía constante.

Al igual que en los fosfatos, el consumo de magnesio se mantiene bastante constante a lo largo de todo el cultivo, sin mostrar grandes variaciones.

En la tabla III exponemos nuestros datos comparándolos con los presentados en trabajos similares, poniendo de manifiesto la gran disparidad existente entre ellos.

En primer lugar destacan cómo los datos de consumo en hidroponía son más bajos que en el cultivo tradicional para el nitrógeno, potasio y calcio, y más elevados para el fósforo y el magnesio. No obstante, como ya expusimos en la introducción, el cálculo de las exportaciones de un cultivo

en tierra siempre está sujeto a gran número de errores, por lo que vamos a centrar esta parte de la discusión en las diferencias encontradas entre los dos tipos de cultivos hidropónicos.

Los resultados de nuestro trabajo muestran unos consumos más elevados en todos los nutrientes que los presentados por Milletti (1969), y esto es debido, fundamentalmente, a tres causas de variaciones experimentales, más que a variaciones reales:

1. Diferente densidad: Milletti (1969) utiliza una densidad de 11 plantas por m², y nosotros de 3'26 y 2'43 plantas por m². Como hemos podido ver para todos los iones, excepto el magnesio, una mayor

densidad da lugar a un mayor consumo por planta, con una producción mayor.

2. Diferente duración del cultivo: mientras nuestro cultivo dura 17-18 semanas, el estudiado por Milletti dura 24 semanas, por lo tanto es necesario aplicar los resultados parciales, ya que según expone Milletti (1969), a partir de la semana 18 hay un aumento muy elevado del consumo.

3. Distinta solución: la composición de la solución nutritiva es diferente, siendo la nuestra más rica en nitrógeno y magnesio y la de Milletti más rica en fósforo, potasio y calcio.

En la tabla IV damos la comparación de los resultados, pero eliminando las dos pri-

Tabla III

COMPARACIÓN ENTRE ALGUNOS RESULTADOS DE ESTE TRABAJO Y LOS OBTENIDOS POR OTROS AUTORES

Cultivo	Consumo de nutrientes (Kg/1.000 plantas)					Producción (Kg/planta)	Referencia
	N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg		
Hidropónico.	23'5	25'0	36'9	25'2	4'6	12'0	Densidad II
Hidropónico.	19'4	21'3	31'4	22'1	5'4	10'8	Densidad I
Hidropónico.	6'8	11'6	14'4	17'9	1'4	3'9	Milletti (1969)
En suelo.	48'0	21'6	79'2	30'4	4'3	3'0	Anstett (1967)
En suelo.	38'3	21'0	79'0	61'1	11'2	2'5	Geissler (1967)
En suelo.	41'1	7'5	53'7	37'0	4'1	3'1	Coic (1967).

Tabla IV

COMPARACIÓN ENTRE ALGUNOS RESULTADOS DE ESTE TRABAJO Y LOS OBTENIDOS POR MILLETTI (1969) REFERIDOS AL MISMO PERÍODO DE CULTIVO HIDROPÓNICO (18 MESES)^a

Consumo de nutrientes (Kg/1.000 m ²)					Producción (Kg/Ha)	Densidad de cultivo (plantas/m ²)
N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg		
57'1	60'8	89'7	61'3	10'8	26.200	2'43
63'4	69'4	100'3	72'1	17'7	26.700	3'26
46'2	81'8	115'5	136'4	9'5	29.700	11'00 (Milletti)

^a Composición de la solución nutritiva utilizada en este trabajo (meq/l): NO₃⁻, 12'0; PO₄H₂⁻, 1'0; K⁺, 7'0; Ca²⁺, 9'0; Mg²⁺, 4'0. Composición de la utilizada por Milletti: NO₃⁻, 10'8; PO₄H₂⁻, 3'8; K⁺, 7'4; Ca²⁺, 10'4; Mg²⁺, 2'4.

meras diferencias experimentales, o sea expresándolos en Kg de elemento por 1.000 m² y para 18 semanas. Podemos observar cómo las diferencias tan acusadas que surgían entre los consumos quedan muy mitigadas al reducir los datos a la misma superficie y al mismo tiempo (18 semanas) de duración del cultivo. Las diferencias fundamentales que aún permanecen están plenamente justificadas al comparar las dos soluciones nutritivas, estando, como puede observarse, muy relacionadas con ellas. En la misma tabla observamos cómo también las producciones se hacen muy parecidas, aunque por diversos motivos que no son del caso exponer, consideramos a igual producción más rentable la menor densidad.

Todos los consumos dados pueden servir como base para un plan de abonado, pero siempre tomándolo como cantidades mínimas y de acuerdo con el análisis de suelo, pues hay que tener en cuenta que en hidroponía no se producen los fenómenos de fijación y lavado usuales en suelos.

CONCLUSIONES

1.—La densidad no tiene efecto en cuanto a la absorción de agua por la planta, estando ésta regulada preferentemente por las condiciones ambientales.

2.—Durante su ciclo de cultivo, la planta de pepino no absorbe de forma constante todos los nutrientes, presentando máximos en los nitratos y el potasio.

3.—Los fosfatos y el magnesio se absorben de manera uniforme.

4.—Se estabiliza la absorción de calcio en valores elevados a medida que la planta envejece.

5.—El análisis de la solución nutritiva se manifiesta como un buen método para

estimar las exportaciones del cultivo, dando resultados repetibles en distintas condiciones.

BIBLIOGRAFIA

- ANSTETT, A. (1967). "Fertilisation des cultures maraicheres sous terre." *Bull. Techn. d'Information*. París, 217, 119-132.
- CARUSO, P. (1968). "Colture protette." *Italia Agricola*, 105, 1.237-48.
- COIC, Y. (1967). "Principes de la fertilisation minerale on culture sous terre." *Bull. Techn. d'Information*. París, 217.
- GEISSLER, TH. (1967). "Gurkenkultur." *Archiv für Gartenbau*, 6, 431-66.
- LUQUE, A. y PÉREZ MELIÁN, G. (1975). "Alteración de las propiedades de los materiales volcánicos por los años de utilización en hidroponía." *Publ. Serv. Agríc. de la Caja Insular de Ahorros*, 2, 19-34.
- CARPENA, O., LUQUE, A. y PÉREZ MELIÁN, G. (1978). "Variaciones en el contenido de nutrientes en hojas de pepinos (*Cucumis sativus* L.) cultivados en hidroponía, como base para el diagnóstico por análisis foliar." *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.*, 18(1), 110-118.
- MILLETTI, G. (1969). "Observations on the absorption of *Cucumis sativus* L. in soilless culture under glass." *Proc. Congreso Internacional de Hidroponía*, 119-131. Las Palmas.
- PÉREZ MELIÁN, G., JIMÉNEZ, F. y LUQUE, A. (1975). "Técnicas seguidas en el análisis de soluciones nutritivas y plantas." *Ann. del Centro Asociado de Las Palmas de la U.N.E.D.*, 1, 227-285.
- ROORDA VAN EYSINGA, y SMILD, K. W. (1969). *Nutritional disorders in cucumber and gherkins under glass*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, 46 pp.
- STEINER, A. A. (1961). "An universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition." *Plant and Soil*, 15, 134-54.
- STEINER, A. A. (1968). "Soilless culture." *Proc. of Coll. of the International Potash Institute*, 324-341. Florencia, Italia.