

INFLUENCIA DE LA FERTIRRIGACION N, P, K SOBRE DIVERSOS NUTRIENTES TOTALES Y SOLUBLES. SU EVOLUCION TEMPORAL

J. L. Valenzuela*, A. del Río**, A. Sánchez**, I. López-Cantarero**
y L. Romero**

* *Dpto. Biología Vegetal, E. U. Politécnica.
Ingeniería T. Agrícola. 04120 Almería.*

** *Dpto. Biología Vegetal, Facultad de Ciencias.
Universidad de Granada. 18071 Granada.*

RESUMEN

Plantas de melón (*Cucumis melo* L. cv. Galia), crecieron bajo condiciones de invernadero y sometidas a fertirrigación diferenciada en N, P, K; realizando tres repeticiones por tratamiento. Con dos experiencias que diferían en los niveles de N, P y K.

Las plantas fueron muestreadas cada 15 días, y las hojas una vez convenientemente lavadas, fueron secadas en una estufa a 70 °C durante 24 h., y posteriormente fueron analizados los contenidos foliares de S, K, Na y Mg total, así como de sus formas solubles: SO_4^- , K, Na, Mg y de Cl^- .

Se observa que de las dos experiencias, la concentración de nutrientes solubles es superior en la segunda experiencia, salvo para el K y el Mg. La relación entre el nivel de P aplicado y SO_4^- foliar es sorprendente, ya que en la primera experiencia, con las dosis de P más baja, se corresponde con la menor concentración de SO_4^- .

El K puede ser considerado como nutriente móvil. Este nutriente es exportado desde la hoja a otros órganos desde el mismo instante en que alcanza la madurez y esto se realiza independientemente de sus concentraciones exógenas y endógenas. Se ha de resaltar que la exportación de dicho nutriente se hace más intensa cuando la planta está desarrollando los frutos.

Palabras clave: Fósforo. Melón. Nitrógeno. Nutrientes totales y solubles. Potasio.

SUMMARY

INFLUENCE OF FERTIRRIGATION N, P, K ON SEVERAL TOTAL AND SOLUBLE NUTRIENTS' THEIR TEMPORAL EVOLUTION

Muskmelon plants (*Cucumis melo* L. cv. Galia) were grown under greenhouse conditions with different N, P, K fertirrigation treatments, with two experiences which differed in the N, P, K fertilizers rates.

The plants were sampled every two weeks and the leaves were of the same physiological age and did not display any damage or deformations. After washing them, the samples were analysed to obtain the foliar levels of S, K, Na and Mg, as well as the foliar content of SO_4^- , soluble K, Na, Mg and Cl^- .

The foliar content of soluble nutrients is higher in the second experiment than the first one, except to foliar level of K and Mg. The relation between P supply and SO_4^{2-} content is clear, treatment with lowest dose of P, obtains the lowest SO_4^{2-} foliar content.

The K can be considered as a mobile element. This nutrient was exported from the leaf to other organs from the beginning of leaf maturity; the exportation of K is more intense during fruits development.

Key words: Melon. Nitrogen. Phosphorus. Potassium. Total and soluble nutrients.

INTRODUCCION

Las concentraciones de nutrientes en hoja, y en etapas específicas del crecimiento, se usan como índice del nivel nutricional en planta. El análisis se basa en la opinión de que la hoja es el lugar principal de la actividad metabólica, que los cambios en el suministro de iones se reflejan en la composición de nutrientes de la hoja, que estos cambios son más pronunciados en algunas etapas del crecimiento que en otras y que las concentraciones de nutrientes de la hoja en ciertas etapas del crecimiento están relacionadas con el desarrollo de la planta y el rendimiento de la cosecha.

Es notorio que un elemento absorbido, es utilizado para formar parte de las estructuras orgánicas de las plantas (Ikeda, 1991), pero cuando la velocidad de captación es superior a la de integración en los sistemas dinámicos del vegetal, implica un acúmulo de ion en ciertas partes de las células (vacuolas). Ello favorece el empleo del diagnóstico nutricional y explicaría el exceso o deficiencia en el suministro de nutrientes. El estudio de los nutrientes solubles es antiguo (Oserkowsky, 1932; Stuart,

1935). Empleando material vegetal seco se posibilita el estudio de los nutrientes que están en vías de integración (transporte) o que están como reserva. Esto permite poder definir la potenciabilidad nutritiva del vegetal en estudio y también es posible identificar en qué forma química se encuentra, así como de que estructura orgánica está formando parte.

El análisis químico de los tejidos juega un papel importante, entre otros aspectos, se pueden lograr mejores conocimientos sobre los elementos nutritivos, las cantidades y especies químicas que se encuentran en la planta y en el suelo, su absorción y movilización, su distribución a lo largo del ciclo vegetativo y reproductivo, el papel que desempeña cada elemento y su utilización final (Rhul, 1991; Valenzuela y Romero, 1991).

Con este trabajo pretendemos conocer la influencia de diferentes tratamientos con N, P y K sobre diversos elementos totales y sus solubles, así como la evolución temporal de estos elementos según el estadio fenológico del cultivo.

MATERIAL Y METODOS

Plantas de melón (*Cucumis melo* L. var. Galia) crecidas en condiciones de invernadero y cultivadas sobre un suelo artificial cuyas características principales fueron: Textura: Franco-arenosa [Arena (37.3 %), Limo (48.6 %) y Arcilla (10.1 %)], CaCO_3 -Equiv. (26.82 %), CaCO_3 -Act. (14.35

TABLA 1

Fertilización aplicada en las dos experiencias.

Tratamiento	NO_3^-	NH_4^+	P_2O_5	K_2O
	g m ⁻²			
Primera Experiencia				
T - 1	13	4	8	8
T - 2	13	4	8	16
T - 3	13	4	8	24
T - 4	27	8	8	8
T - 5	27	8	8	16
T - 6	27	8	8	24
T - 7	40	11	8	8
T - 8	40	11	8	16
T - 9	40	11	8	24
T - 10	53	15	8	8
T - 11	53	15	8	16
T - 12	53	15	8	24
Segunda Experiencia				
T - 13	22	6	10	15
T - 14	22	6	10	30
T - 15	22	6	15	15
T - 16	22	6	15	30
T - 17	22	6	20	15
T - 18	22	6	20	30
T - 19	44	13	10	15
T - 20	44	13	10	30
T - 21	44	13	15	15
T - 22	44	13	15	30
T - 23	44	13	20	15
T - 24	44	13	20	30

NOTA: Ambas experiencias fueron complementadas con una concentración ($\mu\text{g g}^{-1}$) en el agua de riego de los siguientes nutrientes: Fe (5); Mn (2); Zn (1); B (0.5); Cu (0.25) y Mo (0.05). El pH final se mantuvo entre 5 - 6.

%), P_2O_5 (52.69 mg g^{-1}), K_2O (28.90 mg g^{-1}), pH (H_2O) (8.45), pH (KCl) (8.01), E.C. (4.63 dS m^{-1}).

Las principales propiedades del agua de riego fueron: pH, 8.05; E.C. 2.03 dS m^{-1} , Cl^- 458.5 mg L^{-1} ; Na^+ 305.9 mg L^{-1} ; K^+ 10.1 mg L^{-1} ; HCO_3^- 278.2 mg L^{-1} y Fe 0.23 mg kg^{-1} .

Durante el ciclo vegetativo, las plantas fueron sometidas a una fertilización N, P, K, en dos experiencias según muestra la Tabla 1. La fertilización de todos los tratamientos y sus repeticiones, tres por tratamiento, fue completada con el resto de los nutrientes esenciales, destacando el Fe con una aplicación de 5 mg kg^{-1} , aplicado como EDTA-Fe. Las

plantas crecieron en parcelas individuales que no presentaban ni encharcamiento ni pérdida de nutrientes, cada parcela medía 14 m^2 y contenía 14 plantas.

Análisis: Las plantas fueron muestreadas cada 15 días durante el tiempo que duró el cultivo, las hojas que constituyeron las muestras eran de edad fisiológica madura y no presentaban daños ni deformidades. Una vez las hojas fueron lavadas adecuadamente, las muestras fueron secadas y molidas y tras una digestión sulfúrica se determinó el contenido de elementos totales según Wolf (1982). Para la determinación de los elementos solubles se siguió el método de Guzmán *et al.* (1986 a).

DISCUSION Y RESULTADOS

El comportamiento de la planta utilizada, con respecto a la concentración de elementos en hoja, ha sido diferente en cada una de las experiencias realizadas. De las dos experiencias, la concentración de S y Mg es superior en la primera y se debe a la influencia ejercida por los nutrientes suministrados (Tablas 1, 2 y 3).

En la primera experiencia la concentración foliar de K incrementa en función del K suministrado, siendo su máximo exógeno coincidente con el máximo foliar. El Mg en cambio no actúa de igual forma; su concentración foliar está influenciada por la concentración aplicada y aérea de K y por el N exógeno (Tabla 1 y 2). Las concentraciones de Mg foliares se comportan de forma inversa a las del K, según se incrementa el K (T_3 , T_6 , T_8 y T_{12}) las de Mg descienden, en

general numéricamente. El Na no mantiene una relación directa con el K, pues sus máximos o mínimos de concentración foliar no coinciden, en general, con el máximo tanto foliar como exógeno del K en sus diferentes tratamientos (Tabla 2). Esto puede deberse a las altas concentraciones de Na en los suelos y aguas utilizadas en los riegos (ver material y métodos) y puede explicar su comportamiento con respecto al K. El S no presenta ninguna demanda dependiente de los nutrientes aplicados, y se obtiene un mínimo foliar (T_3) cuando es el máximo exógeno y endógeno de K (Valenzuela, 1990).

En la segunda experiencia el comportamiento del K es de forma análoga a como lo hacía en la primera. Se obtiene el máximo foliar en el tratamiento T_{20} y que coincide con la dosis máxima de P (Tabla 1). El com-

TABLA 2

Influencia de los tratamientos sobre distintos nutrientes totales y solubles. Primera experiencia.

TRAT.	TOTALES					SOLUBLES							
	S	K	Na	Mg	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	K	Na	Mg	g kg ⁻¹ p. s.		
T1	12.0 cdef	20.1 c	4.0 e	13.1 c	0.67 cde	2.13 bcd	7.76 cd	6.29 ef	0.99 e	3.26 bc			
T2	12.7 bc	22.0 b	4.1 e	12.5 de	0.71 ab	2.64 a	8.82 c	6.77 cd	1.07 de	3.13 cde			
T3	10.0 g	25.0 a	4.2 cd	11.8 ef	0.72 a	2.03 bcd	10.43 b	7.19 ab	1.15 cd	2.99 cde			
T4	11.9 cdef	19.7 c	4.8 ab	11.6 f	0.64 fgh	2.26 bc	7.64 d	6.15 f	1.43 a	2.87 e			
T5	12.7 bc	22.2 b	4.2 cd	12.5 cd	0.63 gh	2.26 bc	8.41 cd	6.35 ef	0.97 ef	3.15 cde			
T6	12.2 cde	26.7 a	4.2 cd	13.1 c	0.67 cde	2.22 bc	7.81 cd	7.03 abc	1.13 cd	3.06 cde			
T7	13.4 a	19.4 c	4.1 e	12.3 de	0.66 def	1.87 decd	8.71 cd	6.26 ef	1.23 bc	2.91 de			
T8	11.5 def	22.2 b	4.4 bcd	13.2 b	0.62 h	1.92 cde	8.80 c	6.81 bcd	1.07 de	3.22 bcd			
T9	12.5 bcd	26.0 a	4.1 e	13.2 b	0.58 i	2.30 b	8.24 cd	7.11 abc	0.89 ef	3.64 a			
T10	11.5 def	19.3 c	4.4 bcd	15.2 a	0.65efg	1.51 f	10.50 b	6.57 de	1.20 c	3.49 ab			
T11	11.0 fg	21.5 b	5.2 a	15.4 a	0.62 gh	1.64 ef	12.57 a	6.85 bcd	1.21 bc	3.69 a			
T12	11.3 ef	26.2 a	4.6 bc	15.6 a	0.69 bc	1.33 f	10.73 b	7.37 a	1.31 b	3.67 a			

* Media de separación por columnas según el Test de Rango Múltiple de Duncan. Nivel de significación 5 %.

portamiento del K con respecto a los tratamientos se sigue manteniendo, no siendo así el Mg que solamente tiene su coincidencia de máximo con el K (T_{20}). Las concentraciones de Mg en planta no están influidas grandemente por las dosis de los otros nutrientes aplicados y puede decirse que son prácticamente constantes para todos los tratamientos (Tabla 3). El comportamiento del Na y S son análogos a la experiencia primera (Valenzuela, 1990). Como sucede en la primera experiencia, el antagonismo Cl^-/NO_3^- se repite nuevamente en la segunda.

En relación con los nutrientes solubles, destacar que la concentración de SO_4^{2-} no guarda una relación directa con los nutrientes suministrados a las plantas y sí se da la circunstancia de que la mínima concentración de S total aparece en el mismo tratamiento donde existe la máxima concentración de SO_4^{2-} (T_3). El antagonismo Cl^-/NO_3^- está perfectamente expresado numéricamente, tanto teniendo en cuenta la concentración de NO_3^- aplicado (Tabla 1), como en la parte aérea (Tablas 2 y 3). Las máximas concentraciones de Cl^- se logran en los seis primeros tratamientos y las mínimas concentraciones en los seis restantes, siendo ello coincidente con las dosis de NO_3^- aplicadas y con las concentraciones mínimas y máximas de NO_3^- foliares en cada uno de los tratamientos existentes en la primera experiencia realizada. El K presenta su máxima concentración en el tratamiento T_{12} , que coincide con el máximo de aplicación y con uno de los máximos de K total (Tablas 1, 2 y 3) y dadas las características de la aplicación del ion, la concentración del K soluble en los distintos trata-

mientos se repite con esa secuencia, presentando el mínimo al inicio y el máximo al final de las ternas (Tablas 2 y 3). El comportamiento del Na no coincide con las dosis de K aplicado y solamente se puede observar en la Tabla 2, puesto que ello se logra en los tratamientos T_8 , T_{10} , T_{11} y T_{12} , que tienen análoga significación estadística.

En la segunda experiencia el comportamiento de las formas solubles de los macronutrientes se comportan de forma análoga a como lo hacían en la primera. El SO_4^{2-} presenta su máxima concentración en el T_{16} y T_{18} y su mínimo en los tratamientos T_{22} y T_{23} , no coincidentes con las concentraciones obtenidas para el S total en dicha experiencia (Tabla 3). Como sucedía en la primera, el antagonismo clásico Cl^-/NO_3^- se repite nuevamente en esta segunda experiencia (Tabla 3). La máxima aplicación de NO_3^- se da en los tratamientos T_{18} a T_{24} que es donde existe mayor concentración de NO_3^- en planta y que coincide con la concentración más baja de Cl^- foliar (Tablas 1 y 3). El K soluble logra sus máximos de significación estadística en el T_{18} y T_{24} , tratamientos ambos con el máximo de P y K aplicados. El Na soluble no guarda relación, en su comportamiento con otros iones, ya que el máximo se alcanza en el T_{23} y los restantes tratamientos son estadísticamente análogos entre sí (Tabla 3) (Valenzuela, 1990).

Evolución temporal

El comportamiento evolutivo de los parámetros determinados, fue común a ambas experiencias, independientemente de que dichos pará-

TABLA 3

Influencia de los tratamientos sobre distintos nutrientes totales y solubles. Segunda experiencia.

TRAT.	TOTALES						SOLUBLES					
	S	K	Na	Mg	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	K	Na	Mg		
g kg ⁻¹ p. s.												
T13	9.0 abcd*	19.9 de	6.4 abc	12.8 ab	0.91 d	4.52 bc	9.97 d	4.30 d	2.03 a	3.06 bc		
T14	9.8 a	23.9 c	6.3 bcd	11.5 b	0.91 d	4.61 bc	10.57 d	4.54 d	1.89 b	3.23 abc		
T15	9.5 ab	19.9 de	5.8 de	11.7 b	0.89 e	4.36 cd	12.36 c	4.27 d	1.88 b	3.12 abc		
T16	8.5 cde	24.7 ab	5.1 fb	12.3 ab	0.94 a	5.04 a	9.10 e	4.55 cd	1.90 b	3.39 ab		
T17	7.5 fg	20.2 d	6.3 bcd	12.8 ab	0.92 cd	4.70 abc	8.68 e	4.30 d	1.85 b	3.42 a		
T18	8.2 def	24.1 bc	5.9 de	11.9 b	0.93 bc	4.88 ab	9.17 e	5.23 a	1.90 b	3.10 abc		
T19	9.4 abc	19.9 de	5.8 e	12.1 ab	0.94 a	4.09 d	11.77 c	4.63 cd	1.86 b	3.17 abc		
T20	8.8 bcd	25.1 a	6.0 cde	13.4 a	0.92 cd	3.29 ef	14.85 a	4.93 bc	1.89 b	3.14 abc		
T21	9.4 ab	19.3 f	6.6 ab	12.3 ab	0.91 d	3.16 ef	14.10 a	4.38 d	1.80 b	3.14 abc		
T22	7.9 efg	24.1 bc	6.3 bcd	11.9 b	0.88 ef	2.98 f	14.42 a	4.92 bc	1.83 b	3.02 c		
T23	7.7 fg	19.4 de	6.8 a	11.7 b	0.88 ef	3.41 e	14.09 a	4.59 cd	1.84 b	3.29 abc		
T24	7.2 g	24.6 abc	6.8 a	12.2 ab	0.93 bc	3.20 ef	13.25 b	5.21 b	1.91 b	2.98 c		

* Media de separación por columnas según el Test de Rango Múltiple de Duncan. Nivel de significación 5 %.

metros alcanzaran valores diferentes dependiendo del tratamiento o experiencia. Por ello han sido tratados estadísticamente como si fuese un ciclo biológico solamente, para evitar la duplicidad de resultados análogos y la reiteración estadística.

Nutrientes totales

El K puede ser considerado como nutriente móvil según la clasificación realizada por Hill (1980). Este nutriente es exportado desde la hoja a otros órganos desde el mismo instante en que alcanza la madurez y esto se realiza independientemente de sus concentraciones exógenas y endógenas (Tabla 4). Se ha de resaltar que la exportación de dicho nutriente se hace más intensa cuando la planta está desarrollando los frutos (Williams, 1955; Sánchez-Alonso y Lachica, 1987). Estos resultados también han sido descritos en experiencias anteriores (Guzmán, 1987; Sánchez, 1987). El Na tiene un comportamiento análogo al del K, decreciendo su concentración a medida que se aproxima la senescencia. La intensidad de la exportación no es tan grande como la del K y esto puede ser debido al alto aporte de Na en el agua de riego (Ortuño *et al.*, 1971). Pero no obstante ello hace que el Na sea considerado un ion de escasa movilidad ($r = -0.267^{***}$) y de comportamiento diverso, pues nuestros resultados no son coincidentes con los de Guzmán *et al.* (1992). El Mg, es un ion que presenta altos valores al inicio de la formación del fruto y de la senescencia, pero dichos valores no son muy diferentes a los presentes en la hoja en distintas etapas de crecimiento, no

pudiendo decirse que sea un nutriente móvil o inmóvil, ya que su relación con el tiempo fisiológico carece de significación estadística ($r = -0.037$). Esto entra en contradicción con los resultados de Guzmán *et al.* (1992) donde su comportamiento fue de nutriente inmóvil. Por otro lado nuestros resultados son coincidentes con los de Ortuño *et al.* (1971), donde el Mg se estabiliza foliarmente por influencia de la salinidad en el medio de crecimiento. Asimismo, el descenso brusco logrado en el período final del ciclo, está descrito por otros autores (Ikeda, 1991; Guzmán *et al.*, 1986 b), e inciden en su posible removilización hacia el fruto en la fase final del ciclo biológico de la planta. El S se comporta como un nutriente móvil ($r = -0.871^{***}$), alcanzando sus concentraciones foliares máximas durante el período de crecimiento y desarrollo del fruto, descendiendo dichos valores durante el período de maduración de éste y senescencia foliar.

Nutrientes solubles

El SO_4^- alcanza su concentración máxima cuando la hoja llega a su madurez y durante la senescencia. Puede decirse que el SO_4^- foliar está continuamente siendo importado y exportado simultáneamente y ello viene explicado por su baja relación con los cambios conformacionales de las plantas ($r = 0.078$) y por tener estas sus concentraciones mínimas en SO_4^- durante el período de desarrollo y maduración de los frutos. Luego las fases del SO_4^- foliar serían: importación-exportación-importación. El Cl^- mantiene un proceso de importa-

TABLA 4

Evolución temporal de los nutrientes totales y solubles.

Edad	TOTALES					SOLUBLES				
	S	K	Na	Mg	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	K	Na	Mg
	g kg ⁻¹ p. s.									
45	9.75 c*	27.05 a	6.05 a	12.20 c	0.86 a	2.17 d	14.77 a	6.77 a	1.82 a	3.05 d
60	11.00 a	25.65 b	5.35 b	13.65 a	0.72 c	2.31 c	12.70 b	6.29 b	1.77 b	3.34 b
75	11.15 a	25.30 c	4.90 c	12.70 b	0.67 d	2.69 b	11.70 c	6.17 c	1.55 c	3.03 d
90	10.95 b	19.90 d	5.20 b	13.35 a	0.80 b	3.96 a	6.66 e	5.16 d	1.47 d	3.46 a
105	8.30 d	15.60 e	4.85 c	12.05 c	0.87 a	3.95 a	6.84 d	4.41 e	1.00 e	3.21 c
X	10.23	24.48	5.27	12.79	0.78	3.02	10.53	5.76	1.52	3.22
CV (%)	11.86	12.80	9.16	5.46	11.14	29.11	34.40	6.59	21.45	5.75
r	-.871***	-.807***	-.267***	-.037	.078	.449***	-.591***	-.416***	-.481***	.109*
(n = 360)										

* Media de separación por columnas según el Test de Rango Múltiple de Duncan. Nivel de significación 5%.
Edad de la planta en días.

ción continuamente ($r=0.449^{***}$), logrando su concentración máxima en el período de senescencia. Esto puede estar relacionado con el antagonismo Cl^-/NO_3^- . Los nitratos presentan un proceso de exportación, alcanzando su mínima concentración foliar en el período de senescencia. Quizá sea esta la causa del acúmulo de Cl^- en hoja al final del ciclo biológico de las plantas. El K y el Na mantienen, ambos, un predominio de la exportación sobre la importación ($r = -0.416^{***}$ y $r = -0.481^{***}$) nada más alcanzar la hoja su madurez. El Mg tiene una fase inicial de importación continuada que se prolonga hasta el inicio de las senescencia, donde seguidamente comienza una fase de exportación (Tabla 4).

Según Bukovac y Wittwer (1957)

el Cl^- , Mg y S son nutrientes móviles, mientras que nuestros resultados no coinciden con los de ellos. La razón del comportamiento del Cl reside, posiblemente, en las altas concentraciones exteriores e interiores de NO_3^- y su evolución temporal (Valenzuela, 1990). El Mg (total y soluble) no presenta características de una alta movilidad y si de una movilidad moderada en la senescencia (Sahrawat *et al.*, 1987).

En general, estos resultados sobre los macronutrientes totales son coincidentes con los obtenidos por diversos autores y expresados en los excelentes trabajos de Pate (1975) y Hill (1980). Así como los trabajos de Greenway (1962) y Ortuño *et al.* (1971), ambos realizados en condiciones salinas.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados podemos concluir que las concentraciones de Mg foliar no se ven afectadas considerablemente por las dosis de N, P y K aplicadas.

Debido posiblemente al aporte de Na por parte del agua de riego, la

intensidad de exportación del K no es tan grande, y puede ser considerado como un ion con escasa movilidad.

Los cloruros mantienen un comportamiento de nutriente inmóvil posiblemente debido a las altas dosis de NO_3^- aplicada.

AGRADECIMIENTOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del C. I. D. H. "La Mojonera", Almería, dependiente de la Consejería de Agricultura de la

Junta de Andalucía. Agradecemos a D. Francisco Alex y a D. José Rojo, su colaboración técnica.

BIBLIOGRAFIA

- BUKOVAC, M. J. and WITTWER, S. H., 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrient. *Plant Physiol.*, 32: 428-435.
- GREENWAY, H., 1962. Plant response to saline substrats. I. Growth and ion uptake to several varieties of *Hordeum* during and after sodium chloride treatment. *Aust. J. Biol. Sci.*, 15: 16-38.
- GUZMAN, M., 1987. Equilibrios nutricionales en condiciones de invernadero: Corrección y mejora de la cosecha. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- GUZMAN, M., URRESTARAZU, M. and ROMERO, L., 1986 a. Active and total Fe in *Castanea sativa* and their relation to other nutrients. *J. Plant Nutr.*, 9: 909-921.
- GUZMAN, M., URRESTARAZU, M. and ROMERO, L., 1986 b. Estudio nutricional del *Quercus pyrenaica* Will. durante su ciclo biológico. *Phyton*, 46: 51-60.
- GUZMAN, M., DEL RIO, A. and ROMERO, L., 1992. A method for diagnosing the status of horticultural crops. II. Macronutrients. *Agrochimica*, (en prensa).
- HILL, J., 1980. The remobilization of nutrients from leaves. *J. Plant Nutr.*, 2: 407-448.
- IKEDA, H., 1991. Utilization of nitrogen by vegetable crops. *JARQ*, 25: 117-124.
- ORTUÑO, A., HERNANDEZ, A., PARRA, M. and CARPENA, O., 1971. L'évolution de bioelements pendant de development de la feuille d'orange sous l'influence de la salinité. 2, 509-584. In: *Recent Avances in Plant Nutrition*, Ed. R. M. Samish, New York.
- OSERKOWKY, J., 1932. H-ion concentration and Fe content of tracheal sap from green and chlorotic pear trees. *Plant Physiol.*, 7: 253-258.
- PATE, J. S., 1975. Exchange of solutes between phloem and xylem and circulation in whole plant. 1. 451-468. In: *Eyclopedia of Plant Physiology*, New Series, Ed. M. H. Zimmermann, J. A. Milburn. Springer-Verlag. New York.
- RUHL, E. H., 1991. Effect of potassium supply on cation uptake and distribution in grafted *Vitis champinii* and *Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris* rootstocks. *Aust. J. Exptal. Agric.*, 31: 687-691.
- SANCHEZ, A., 1987. Rango óptimo de nutrientes en diversas variedades de *Cucumis melo* L. Memoria de Licenciatura. Universidad de Granada.
- SANCHEZ-ALONSO, F. and LACHICA, M., 1987. Seasonal trends in the elemental content of sweet cherry leaves. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 18: 17-29.
- SAHRAWAT, K. L., RAO, J. K. and BURFORD, J. R., 1987. Elemental composition of groundnut leaves as affected by age and Fe chlorosis. *J. Plant Nutr.*, 10: 1041-1049.
- STUAT, N. W., 1935. Determination of amino nitrogen in plant extracts. *Plant Physiol.*, 10: 135-148.
- VALENZUELA, J. L., 1990. Influencia de la fertirrigación y el agua salobre sobre el metabolismo mineral y bioquímico en plantas de melón (*Cucumis melo* L. var. Galia). Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- VALENZUELA, J. L. and ROMERO, L., 1991. ¿Son útiles los análisis foliares? *Ciencia Agronómica*, 0: 80-105.
- WILLIAMS, R. F., 1955. Redistribution of mineral elements during development. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 6: 81-108.
- WOLF, B., 1982. A comprehensive system of leaf analysis and its use for diagnosing crop nutrient status. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 13: 1035-1059.

Recibido: 2-3-92.
Aceptado: 24-9-92.