

## CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL MELÓN BAJO INVERNADERO

L. RINCON SANCHEZ

J. SAEZ SIRONI

J. A. PEREZ CRESPO

C. PELLICER

M. D. GOMEZ LOPEZ

Dpto. de Riegos

Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA)

Estación Sericícola. 30.150 La Alberca (Murcia).

### RESUMEN

Se ha estudiado el crecimiento vegetativo y la absorción de nutrientes en un cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) cv Toledo bajo invernadero, con una densidad de plantación de 0,5 plantas/m<sup>2</sup>. Las plantas se muestrearon periódicamente durante 125 días después del trasplante para determinar la materia seca y analizar el contenido de macronutrientes. La producción total de materia seca en el período de muestreo fue de 1,1 kg/m<sup>2</sup>, contribuyendo los frutos con el 72,5 p. 100 del total. El índice de área foliar fue de 4,6 a los 125 días después del trasplante, consiguiéndose la mayor eficiencia foliar expresada como asimilación neta media entre 0 y 35 días después del trasplante. Las cantidades totales de macronutrientes absorbidos por el cultivo fueron en g/m<sup>2</sup>: 20,2 de N, 3,4 de P, 41,3 de K, 16,9 de Ca y 8,3 de Mg. Las tasas de absorción más elevadas de N, P, K, y Mg se produjeron en el período de mayor desarrollo de los frutos y la de Ca en el período de mayor crecimiento foliar.

**PALABRAS CLAVE:** *Cucumis melo*  
Macronutrientes  
Concentración  
Fertirrigación

### INTRODUCCION

Diversos estudios han demostrado que la aportación de fertilizantes a través de los riegos localizados de alta frecuencia, mejora la eficiencia del uso de los nutrientes por la planta y la producción del melón (Rudich *et al.*, 1978; Bhella, 1985; Bhella, Wilcox 1985, 1986; Bogle, Hartz 1986). Las ventajas de la fertirrigación se basan en la posibilidad de aplicar los nutrientes directamente a la zona radicular, permitiendo controlar la concentración en la solución del suelo y la dosificación según demanda de la planta. Para ello, es necesario conocer las curvas de absorción de nutrientes en función del tiempo en condiciones de producción óptima (Bar-Yosef, 1986).

---

Recibido: 3-2-97

Aceptado para su publicación: 13-5-97

A pesar de los estudios realizados, la absorción y acumulación de nutrientes en las diferentes etapas del crecimiento del melón han sido muy poco estudiadas. Actualmente, los datos disponibles, ofrecen valores totales de extracciones de los macroelementos N, P, K y en menor grado Ca y Mg (Thomson, Kelly, 1957; Robin, 1967; Anstett *et al.*, 1965; Petsas, Lulakis, 1995). Para las condiciones de cultivo de invernadero de nuestra zona no se han realizado trabajos de este tipo.

El objetivo del presente trabajo ha sido analizar la evolución del crecimiento vegetativo y determinar las curvas de absorción de macronutrientes de un cultivo de melón desarrollado bajo invernadero con fertirrigación.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en la finca experimental "Torreblanca" del Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, situada en la comarca del Campo de Cartagena (37° 40' N - 0° 58' W) en Murcia, zona característica del cultivo del melón. Las plantas de melón (*Cucumis melo* L.) cv Toledo, se obtuvieron en semillero aparte y se trasplantaron al invernadero, cubierto con polietileno térmico, el 16 de marzo de 1995, a una densidad de plantación de 0,5 plantas/m<sup>2</sup> (2 m entre líneas; 1 m entre las plantas). La superficie total de cultivo fue de 1.000 m<sup>2</sup>, dentro de la cual se establecieron cuatro repeticiones.

Las características del suelo de cultivo a la profundidad de 40 cm fueron: textura franco-arcillosa; carbonatos totales 35,36 p. 100; P (Olsen) 78,56 ppm; K (Ac-NH<sub>4</sub>) 487 ppm. En el sistema de riego de goteo se instaló una línea de emisores por cada fila de plantas con emisores de 1 l/h de descarga unitaria cada 20 cm. La incorporación de fertilizantes se realizó a través del sistema de riego mediante la técnica de la fertirrigación. La evapotranspiración del cultivo se calculó diariamente multiplicando la evaporación producida en tanque Clase A, por los coeficientes de cultivo (K) previamente determinados para cultivo de melón de invernadero (Rincón, 1985).

La fertilización consistió en la aplicación de 27 g/m<sup>2</sup> de N, 7,5 g/m<sup>2</sup> de P, 35 g/m<sup>2</sup> de K, 12 g/m<sup>2</sup> de Ca y 4,5 g/m<sup>2</sup> de Mg. El fósforo se aportó como PO<sub>4</sub>H<sub>3</sub>, el potasio como NO<sub>3</sub>K, el calcio como (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Ca, el magnesio como SO<sub>4</sub>Mg y el nitrógeno no aportado en los fertilizantes anteriores, como NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub>. La dosificación de los fertilizantes se realizó en cada riego, incrementando las cantidades en función del desarrollo vegetativo de la planta, pero manteniendo constante en el agua de riego concentraciones de: 60 ppm de N, 14 ppm de P, 80 ppm de K, 15 ppm de Ca y 8 ppm de Mg.

Las plantas se muestrearon inicialmente en la fecha del trasplante, a los 35 días, a los 65 días, y posteriormente cada 20 días hasta el final del período de cultivo, a los 125 días después del trasplante. El número de plantas muestreadas en cada bloque fue de 40 en el muestreo inicial, cinco en el segundo y tres en los restantes. Las plantas muestreadas se fraccionaron en hojas, tallos, peciolo y frutos; se lavaron y desecaron en estufa de aire forzado a 70° C hasta peso constante. Se pesaron las distintas fracciones y se prepararon para el análisis químico. El área foliar específica (SLA) se determinó en 100 círculos de hoja fresca de 15 mm de diámetro, relacionando la superficie de los círculos con su peso seco (cm<sup>2</sup>/g). La superficie total de la hoja se obtuvo multiplicando el área foliar específica por el peso seco total de hoja. El índice de área foliar (LAI) se obtuvo dividiendo la superficie total de hoja por la superficie de suelo que corresponde a cada planta según el

**TABLA 1**

**PESO TOTAL DE MATERIA SECA (TDW) Y CONTRIBUCION EN PORCENTAJE DE HOJAS-PECIOLOS, TALLOS Y FRUTOS, AREA FOLIAR (SLA), E INDICE DE AREA FOLIAR (LAI) EN MELON DE INVERNADERO DURANTE EL CICLO DE CULTIVO**

*Total dry weight (TDW) and percentage of total contributed by stems, leaves petioles and fruit specific leaf area (SLA) and leaf area index (LAI) of greenhouse melon crop during an entire growing season*

Días después del trasplante	TDW g/m <sup>2</sup>	Materia seca (% del total)			SLA cm <sup>2</sup> /g	LAI
		Hoja y peciolo	Tallo	Fruto		
0	0,1	79,1	20,8	—	381,1	—
35	24,8 ± 3,9	70,1 ± 0,4	28,4 ± 0,4	1,4 ± 0,1	212,2 ± 26,4	0,4 ± 0,1
65	185,2 ± 23,7	65,1 ± 4,0	28,1 ± 1,5	6,9 ± 5,5	183,4 ± 25,0	2,2 ± 0,5
85	495,1 ± 73,5	43,6 ± 3,8	17,9 ± 1,3	38,5 ± 5,0	183,5 ± 18,2	4,0 ± 0,5
105	819,2 ± 47,1	27,3 ± 2,2	12,4 ± 1,2	60,3 ± 1,1	205,6 ± 10,8	4,6 ± 0,6
125	1.072,5 ± 61,5	19,4 ± 1,6	8,1 ± 0,9	72,5 ± 1,3	222,7 ± 11,9	4,6 ± 0,6

marco de plantación. Los parámetros de crecimiento del cultivo se obtuvieron según Radford (1967). En cada fracción vegetal se determinaron N, P, K, Ca y Mg. La extracción de los elementos minerales constituyentes del material vegetal se realizó vía seca según Chapman, Pratt (1979). El nitrógeno se determinó mediante Kjeldahl (semimicro); el fósforo mediante desarrollo de color con el vanadato-molibdato y medida espectrofotométrica en el visible; el potasio, calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica, medida directa sobre el extracto diluido (Chapman, Pratt 1979; Martín Prevel *et al.*, 1984).

**RESULTADOS Y DISCUSION**

El período de muestreo y de recolección de frutos se realizó durante 125 días después del trasplante, tiempo en el que se recolectaron 5,32 kg/m<sup>2</sup> de frutos comerciales en cuatro recolecciones.

**Crecimiento vegetativo del cultivo**

El peso total de materia seca (TDW) acumulada por el cultivo fue de 1,07 kg/m<sup>2</sup> contribuyendo los frutos con el 72,5 p. 100, las hojas con el 19,4 p. 100 y los tallos con el 8,1 p. 100 (Tabla 1). El área foliar específica presentó el valor máximo en el momento del trasplante, disminuyó posteriormente manteniéndose prácticamente uniforme durante el período de cultivo. El índice de área foliar (LAI) aumentó durante todo el período de cultivo, siendo al final de 4,6.

La Tabla 2 presenta los parámetros de crecimiento. El máximo crecimiento relativo (RGR) y la máxima eficiencia foliar expresada como asimilación neta (NAR), se produjeron en las primeras fases de crecimiento del cultivo (hasta 35 días después del trasplante), momento en el que se produce la bifurcación del tallo y aparición de la primera floración. El crecimiento del cultivo (CGR) aumentó durante casi todo el período de cultivo, produciéndose los incrementos más elevados en el intervalo de mayor engorde de frutos (FGR) (85-105 días después del trasplante). En las últimas fases del período de cultivo (105-125 días después del trasplante) el CGR disminuye como consecuencia de las recolecciones de frutos realizadas. El crecimiento foliar (LGR) aumenta hasta el engorde de los primeros frutos cuajados (85 días después del trasplante), disminuyendo posteriormente debido a la competencia de los frutos por fotoasimilados.

**TABLA 2**

**EVOLUCION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO EN MELON DE INVERNADERO DURANTE EL CICLO DE CULTIVO**

*Seasonal trends in growth parameters of muskmelon during an entire growing season*

Intervalo muestreo días	RGR mg/g/día	CGR g/m <sup>2</sup> /día	LGR cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /día	FGR g/m <sup>2</sup> /día	NAR g/m <sup>2</sup> /día
<b>0-35</b>	157,5 ± 4,8	0,7 ± 0,1	102,0 ± 23,4	—	11,5 ± 0,7
<b>35-65</b>	67,1 ± 9,2	5,3 ± 0,7	613,0 ± 180,7	0,4 ± 0,3	5,3 ± 0,9
<b>65-85</b>	49,2 ± 8,8	15,5 ± 2,9	880,0 ± 186,0	8,7 ± 1,5	5,2 ± 0,8
<b>85-105</b>	25,2 ± 1,5	16,2 ± 0,4	320,0 ± 110,4	15,2 ± 0,4	3,8 ± 0,3
<b>105-125</b>	13,5 ± 0,8	12,6 ± 0,3	20,0 ± 3,2	14,0 ± 0,5	2,7 ± 0,4

**RGR** = Velocidad de crecimiento relativo.

**CGR** = Velocidad de crecimiento del cultivo.

**LGR** = Velocidad de crecimiento de la hoja.

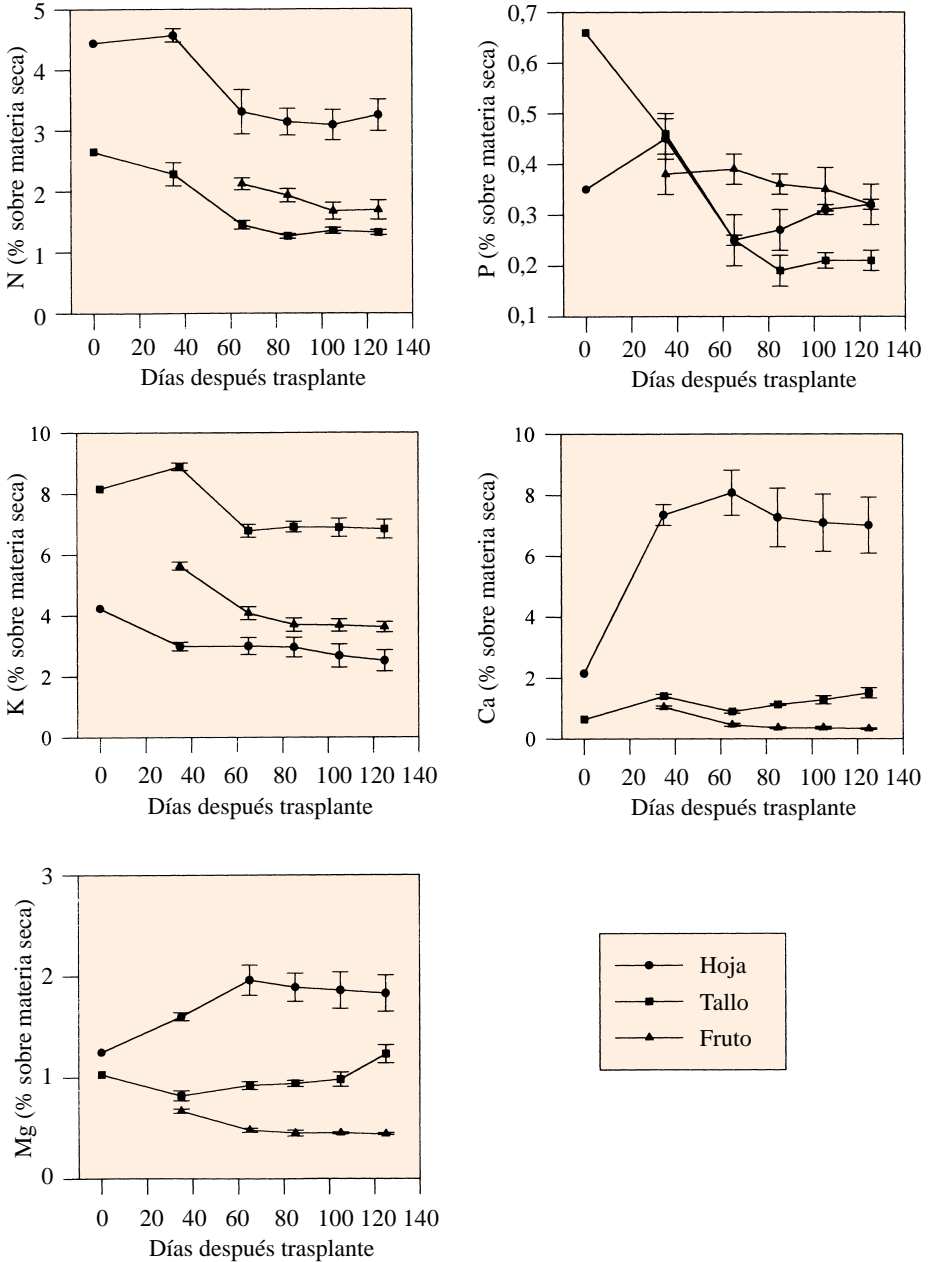
**FGR** = Velocidad de crecimiento del fruto.

**NAR** = Asimilación neta media.

## Concentración y extracción de nutrientes

### *Nitrógeno*

La concentración de nitrógeno más elevada se encontró en las hojas (Fig. 1). La evolución de la concentración foliar durante el período de cultivo se caracterizó por un descenso en el momento del cuajado de los primeros frutos y manteniéndose uniforme hasta el final del período de cultivo. La concentración foliar en la etapa media de cultivo (65 días después del trasplante) fue del 3,3 p. 100 similar a la obtenida por Bhella (1985). En tallos, el contenido de N disminuye con la edad de la planta tendiendo a mantenerse uniforme en el período de recolección de los frutos. En frutos, el contenido de N desciende durante el ciclo de cultivo como consecuencia del efecto de dilución.



**Fig. 1—Contenidos de N, P, K, Ca y Mg en hojas, tallos y frutos de melón en función del tiempo en porcentaje sobre materia seca**

*Content of N, P, K, Ca and Mg, in leaves, stem and fruit of muskmelon as a function of time in percentage of dry matter*

La cantidad total de nitrógeno absorbido por el cultivo (Tabla 3) en el período de muestreo fue de 20,2 g/m<sup>2</sup>, contribuyendo los frutos con el 61,2 p. 100 del total (Fig. 2), con una repercusión de 3,8 kg por tonelada de fruto comercial recolectado, inferior a lo reflejado por Robin (1967), similar a los valores obtenidos por Anstett *et al.* (1965), Thomson, Kelly (1957) y superior al reflejado por Petsas, Lulakis (1995). La velocidad de absorción de N (Tabla 4), se incrementa significativamente a partir del engorde de los primeros frutos cuajados (85 días después del trasplante), presentando los valores más elevados en el período de mayor crecimiento del cultivo (CGR), coincidiendo con lo reflejado por Bhella, Wilcox (1985).

**TABLA 3****ACUMULACION TOTAL DE N, P, K, Ca Y Mg EN EL CULTIVO DEL MELON***Total accumulation of N, P, K, Ca, and Mg at each sampling by muskmelon*

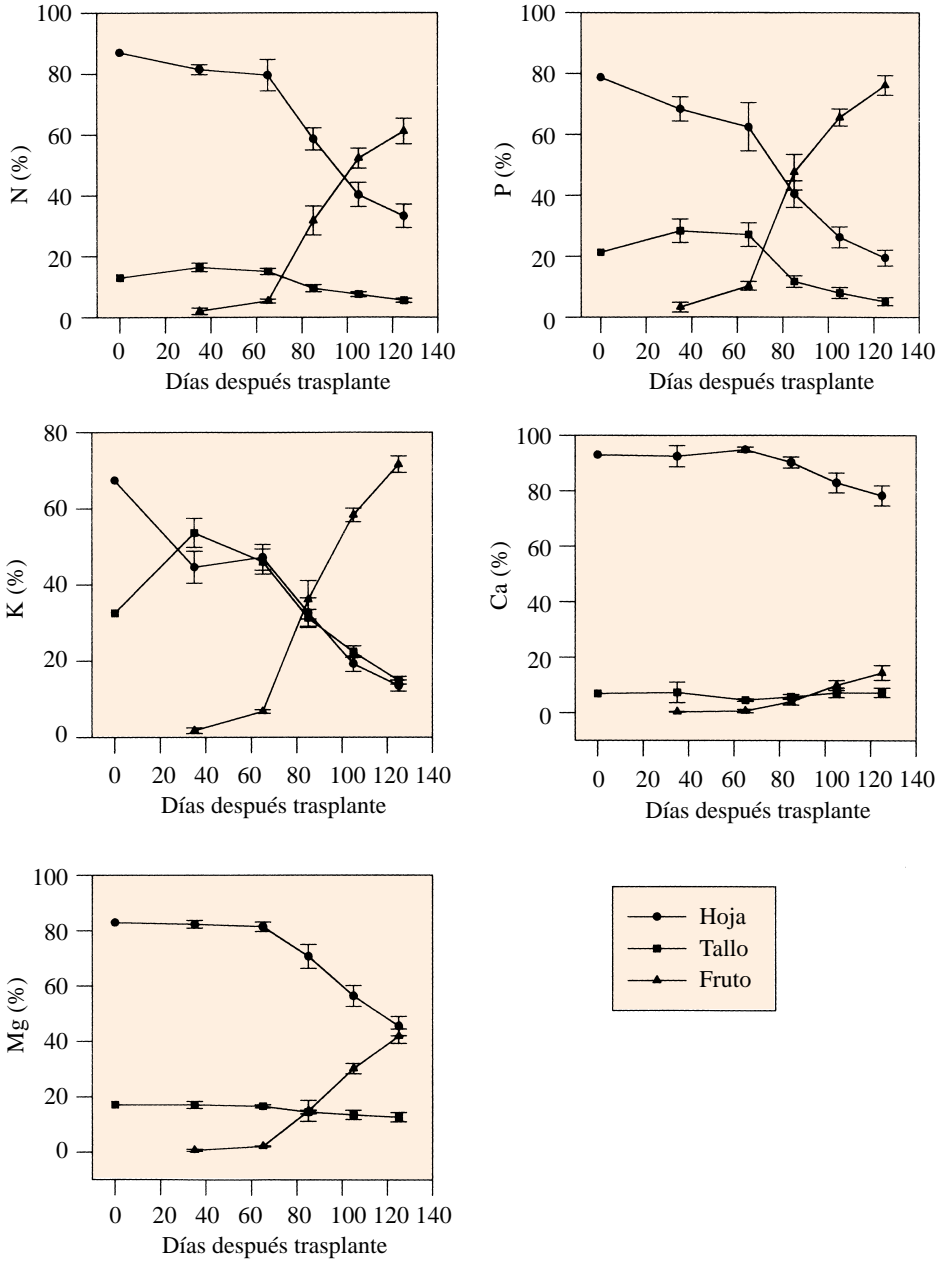
Días después del trasplante	g/m <sup>2</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg
0	—	—	—	—	—
35	1,2 ± 0,2	0,1 ± 0,0	1,2 ± 0,2	1,4 ± 0,2	0,3
65	5,0 ± 1,0	0,5 ± 0,0	7,6 ± 1,0	10,2 ± 1,5	2,9 ± 0,4
85	11,6 ± 2,1	1,4 ± 0,2	19,6 ± 3,3	15,9 ± 0,5	5,8 ± 0,4
105	17,6 ± 0,5	2,6 ± 0,1	31,2 ± 2,6	16,6 ± 2,0	7,4 ± 0,7
125	20,0 ± 0,6	3,4 ± 0,2	41,3 ± 3,4	16,9 ± 2,1	8,3 ± 0,7

**TABLA 4****VELOCIDAD DE ABSORCION DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE MELON***Nutrient uptake rate by muskmelon crop*

Intervalo de muestreo (días)	mg/m <sup>2</sup> y día				
	N	P	K	Ca	Mg
0-35	34,3 ± 4,5	2,9 ± 0,6	34,3 ± 7,3	39,7 ± 5,1	8,6 ± 1,1
35-65	126,7 ± 3,5	13,3 ± 3,5	213,3 ± 39,3	293,3 ± 55,9	86,6 ± 13,9
65-85	330,1 ± 76,3	44,9 ± 9,4	599,6 ± 127,0	285,4 ± 40,8	144,8 ± 25,8
85-105	300,1 ± 57,3	59,9 ± 11,2	579,8 ± 111,6	35,4 ± 12,2	80,3 ± 16,1
105-125	129,9 ± 26,1	39,8 ± 7,3	505,2 ± 78,3	15,3 ± 3,7	45,1 ± 9,0

*Fósforo*

Es el macronutriente menos absorbido por el cultivo. La evolución de la concentración foliar (Fig. 1) en el período de cultivo se caracterizó por una tendencia ascendente hasta los 35 días después del trasplante, descendiendo posteriormente hasta el final del período de cul-



**Fig. 2—Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en hojas, tallos y frutos de melón en función del tiempo, expresado en porcentaje sobre el total**

*N, P, K, Ca and Mg, accumulation in leaves, stems and fruits of muskmelon as a function of time*

tivo. La concentración de P en hoja en el período medio de cultivo (65 días después del trasplante) fue del 0,25 p. 100 (sobre materia seca), similar al obtenido por Bhella (1985). En fruto, el contenido de fósforo tiende a disminuir ligeramente a lo largo del ciclo de cultivo.

La absorción total de fósforo por el cultivo fue de 3,4 g/m<sup>2</sup> (Tabla 3), exportando los frutos el 75,2 p. 100 (Fig. 2), equivalente a 0,64 kg por tonelada de fruto comercial recolectado, inferior a lo reflejado por Anstett *et al.* (1965) y superior a los valores expuestos por Robin (1967), Thomson, Kelly (1957), Petsas, Lulakis (1995). La velocidad de absorción de fósforo (Tabla 4) aumentó durante todo el ciclo de cultivo, produciéndose la máxima extracción en el intervalo de tiempo de mayor crecimiento del fruto (85-105 días después del trasplante).

### *Potasio*

Es el macronutriente absorbido en mayor medida por el cultivo. La concentración de potasio en hoja presentó una evolución descendente con la edad de la planta (Fig. 1), coincidiendo con lo expuesto por Elamin, Wilcox (1986). La concentración de potasio en el período medio de cultivo fue del 3 p. 100 (sobre materia seca), inferior a lo obtenido por Bhella (1985).

La absorción total de potasio por el cultivo fue de 41,3 g/m<sup>2</sup> (Tabla 3), almacenando los frutos el 71,7 p. 100 (Fig. 2), lo que representó 7,8 kg por tonelada de fruto comercial recolectado, valor similar al reflejado por Robin (1967) e inferior a los obtenidos por Anstett *et al.* (1965), Thomson, Kelly (1957), Petsas, Lulakis (1995). La velocidad de absorción (Tabla 4) toma los valores máximos en el período de engorde de los frutos (65-105 días después del trasplante).

### *Calcio y magnesio*

Las hojas son los órganos de mayor concentración de calcio y magnesio durante todo el ciclo de cultivo, presentando los frutos los porcentajes más bajos (Fig. 1). Las concentraciones en el período medio de cultivo fueron de 8,08 p. 100 de calcio y 1,96 p. 100 de magnesio, muy superiores a los valores reflejados por Bhella (1985); Bhella, Wilcox (1989); Elamin, Wilcox (1986).

Las cantidades totales absorbidas por el cultivo fueron de 16,9 g/m<sup>2</sup> de calcio y 8,3 g/m<sup>2</sup> de magnesio (Tabla 3), siendo las hojas las que acumularon la mayor cantidad, el 78,4 p. 100 de calcio y el 45,5 de magnesio (Fig. 2). Las máximas velocidades de absorción de calcio y magnesio se producen en períodos iniciales del crecimiento donde RGR, LGR y NAR son máximos.

## CONCLUSIONES

Las condiciones del medio, ciclo estacional de cultivo y técnica de cultivo son factores determinantes de la productividad. El cultivo bajo invernadero permite obtener elevadas cantidades de materia seca por planta, debido al gran desarrollo vegetativo, en la que los frutos contribuyen con porcentajes superiores al 70 p. 100. De la materia seca total acumulada, el 50 p. 100 se sintetiza durante el período de mayor crecimiento de frutos.

La concentración mineral en planta varía durante el ciclo de cultivo para cada nutriente y órgano vegetativo. Las hojas presentan los contenidos más altos en N, Ca y Mg, los frutos en P y los tallos en K. Durante el ciclo de cultivo, los porcentajes más elevados de N, P y K se producen en las fases iniciales de crecimiento, coincidentes con la floración inicial, descendiendo posteriormente hasta la primera recolección comercial, a partir de la cual los contenidos tienden a mantenerse constantes.

La absorción total de macronutrientes realizada por el cultivo para una producción comercial de 5,32 kg/m<sup>2</sup> de fruto han sido en g/m<sup>2</sup>: 20,0 de N, 3,4 de P, 41,3 de K, 16,9 de Ca y 8,3 de Mg. La mayor parte de las cantidades acumuladas fue absorbida por el cultivo durante el período de mayor crecimiento de frutos, produciéndose en este período las velocidades de absorción más elevadas. La mayor parte de los nutrientes N, P y K se acumula en los frutos, mientras que la de Ca y Mg se almacena en las hojas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria Agroalimentaria. Proyecto SC95 - 026.

## SUMMARY

### Growth and nutrient absorption of muskmelon crop under greenhouse

The vegetative growth and nutrient absorption of muskmelon (*Cucumis melo* L.) crop cv. Toledo has been studied under greenhouse conditions with a density of 0,5 plants/m<sup>2</sup>. The plants were sampled, fractionated (leaves, stems, petioles and fruits), dried and weighed and the macronutrient content was analyzed every 20-30 days during 125 days after trasplanting. The total dry matter production was 1.1 kg/m<sup>2</sup> and the 72,5 p. 100 of it was fruit dry matter. The leaf area index was 4.64 at 125 days after trasplanting, showing the highest leaf efficiency, expressed as net assimilation rate, between the 0 and 35 day after trasplanting. The amounts of nutrient absorbed by the crop expressed in g/m<sup>2</sup> for a total production of 5.32 kg/m<sup>2</sup> were as follows: 20.2 N, 3.4 P, 41.3 K, 16.3 Ca and 8.3 Mg. The highest amounts of N, P, K and Mg were accumulated in the fruit and that of Ca in the leaves. The highest rates of absorption of N, P, K and Mg took place in the period of highest fruit growth and that of Ca in the greatest foliar mean growth period.

**KEY WORDS:** *Cucumis melo*  
Macronutrients  
Concentration  
Fertirrigation

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANSTETT A., LEMAIRE F., BATS J., 1965. Les exportations légumières en maraichage du pleine terre. Bull. Tech. d'Infm. 200: 459-467.
- BAR-YOSEF B., 1986. Fertirrigation as a technique to optimize crop yield with special reference to vegetables. Proceedings of the Third International Conference of Irrigation. Tel Aviv: 87-97.
- BHELLA H., 1985. Muskmelon growth yield and nutrition as influenced by planting method and trickle irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 (6): 793-796.
- BHELLA H., WILCOX G., 1985. Nitrogen fertilization and muskmelon growth yield and nutrition. Proceedings of the Third International Drip Irrigation Congress. Vol. 1: 339-341.
- BHELLA H., WILCOX G., 1986. Yield and composition of muskmelon as influenced by preplant and trickle applied nitrogen. Hort. Science 21 (1): 86-88.

- BHELLA H., WILCOX G., 1989. Lime and nitrogen influence soil acidity nutritional status vegetative growth and yield of muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114 (4): 606-610.
- BOGLE C., HARTZ T., 1986. Comparison of drip and furrow irrigation for muskmelon production. *HortScience* 21 (2): 242-244.
- CHAPMAN H., PRATT P., 1979. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Ed. Trilla. México.
- ELAMIN O., WILCOX G., 1986. Effect of magnesium and manganese nutrition on muskmelon growth and manganese toxicity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 (4): 582-587.
- MARTIN PREVEL P., GACNARD J., GAUTIER P., 1984. L'Analyse Végétale dans le control de l'Alimentation des Plantes. Technique et Documentation - Lavoisier. Paris.
- PETSAS S., LULAKIS M., 1995. Apportazione di elementi nutritivi nel melon in serra fredda. *Colture Protette* 10: 83-85.
- RADFORD P., 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science* 7 (3): 171-175.
- RINCON L., 1985. Influencia de distintos regimenes hídricos en cultivo de melón. IV Jornadas Técnicas sobre Riegos. Murcia.
- ROBIN J., 1967. Essai du fertilisation du melon. Service Agronomique des Engrais du France. Paris.
- RUDICH J., ELASSAR G., SHEFI Y., 1978. Optimal growth stages for the application of drip irrigation to muskmelon and watermelon. *J. Hort. Sci* 53: 11-15.
- THOMSON H., KELLY W., 1957. Vegetable crops. McGraw Hill Book Co. Newyork-Toronto-London.