

CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN CUCURBITACEAS PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

■ DR. LUIS A. GUROVICH
■ DR. RICARDO HONORATO
■ MARCELA ARQUEROS

FAC. DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

INTRODUCCIÓN

La producción de semillas de hortalizas es uno de los rubros de exportación de la agricultura chilena que se ha desarrollado en forma más significativa en los últimos años, tanto en relación con el volumen de producción, como con la diversidad de especies y variedades. Asimismo, debe destacarse el alto nivel tecnológico que se está utilizando en esta actividad, ya que a pesar de representar para el productor un ingreso bastante mayor que aquel obtenido con otros cultivos, la producción comercial de semillas de hortalizas tiene altísimos costos de producción. Por este motivo, la productividad de la plantación y la calidad de la semilla obtenida, son determinantes para obtener una rentabilidad de interés comercial.

La superficie destinada en Chile a la producción de semillas de hortalizas supera las 6.500 hectáreas anuales. Existen 26 grandes empresas con conexiones comerciales de carácter multinacional, que han establecido una base de operaciones en producción de semillas híbridas de hortalizas en Chile, por diversas consideraciones de índole técnica y comercial. Su actividad se ha iniciado con una transferencia casi directa de la tecnología de producción utilizada por sus filiales en otros países, pero en un plazo muy breve, ha resultado evidente la necesidad de desarrollar una tecnología diferente, que se adapte a las condiciones edafoclimáticas específicas de cada localidad productora en Chile (Valdés, 1990).

Históricamente, la producción de semilla de tomate para el mercado externo ha sido el principal producto exportado; entre un 5 y 15% de las necesidades de semilla de tomates requerida a nivel mun-

dial son producidas anualmente en Chile. La producción de híbridos de polinización manual de otras especies, como pimentón, melón y sandía están desarrollándose con mucha velocidad en nuestro país (Mesa, 1991; Bacigalupo, 1993).

La dosis y oportunidad de aplicación de fertilizantes es un factor determinante en la obtención de un alto rendimiento y alta calidad de semillas híbridas de hortalizas. La fertigación (combinación de agua de riego y fertilizantes) aplicada diariamente, ha permitido reducir considerablemente las dosis totales de fertilizantes aplicados y reducir los problemas de deficiencias nutricionales, que son comunes de observar en campos regados con métodos superficiales tradicionales (Gurovich, 1991).

El objetivo de la fertigación diaria es adaptar el ritmo de aplicación de fertilizantes y agua a los requerimientos reales del cultivo. Esta aplicación programada es posible solamente cuando se cuenta con curvas de absorción de cada uno de los nutrientes, a lo largo de la temporada de producción, con especial énfasis en los requerimientos específicos de cada una de las etapas fenológicas en cada cultivo (Gurovich et al., 1993).

En el caso de la producción de semillas híbridas de cucurbitáceas, básicamente melón y sandía, existe información muy limitada en la literatura especializada, acerca de la forma de distribuir en el tiempo los fertilizantes y el agua de riego, en condiciones de fertigación diaria (Csermi, 1990; Frost y Kretzman, 1989).

Los objetivos de este trabajo han sido: a. la determinación de las curvas de crecimiento y de absorción de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio y Calcio, en siembra/

transplante de melón y sandía, destinados a la producción de semilla híbrida, para establecer sus requerimientos nutricionales en cada etapa de desarrollo y b. evaluar el efecto de diferentes estrategias de aplicación de fertilizantes, sobre los principales parámetros de calidad y rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios de curvas de crecimiento, absorción de nutrientes, productividad y calidad de semillas en melón y sandía se realizaron durante la temporada 1993 - 1994 en condiciones de campo en el predio de la empresa Petoseed, en la localidad de Colina, Región Metropolitana. Con un clima mediterráneo seco, con frío invernal, pero con temperaturas máximas medias de 34.4 °C en Diciembre y Enero, una alta luminosidad y radiación solar y la ausencia de precipitaciones durante la temporada de cultivo (Octubre - Marzo), esta zona presenta condiciones ideales para la producción de semillas de cucurbitáceas.

El estudio de curvas de absorción de nutrientes se realizó al interior de una plantación comercial, destinada a la producción de semillas, utilizando una dosis y distribución de fertilizantes considerada óptima, en relación con la experiencia de la empresa en temporadas anteriores. Esta dosificación correspondió al tratamiento testigo. Los fertilizantes utilizados fueron: Nitrato de Calcio, Ácido fosfórico, Sulfato de Magnesio, Sulfato de Potasio, Urea y Ultrasol (NPK soluble 13:06:40). La aplicación de los fertilizantes se realizó diariamente, vía sistema de riego, de acuerdo a un programa mensual que considera diferencias importantes en las proporciones relativas de cada uno de los fertilizantes, para cada etapa fenológica.

Se seleccionó 3 hileras de la plantación para cada especie, en un largo de 120 m para sandía y 55 m para melón; el diseño estadístico fue de bloques completos al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones. En sandía, la distancia entre hileras fue 1.5 m y en melón 1.3 m; sobre la hilera, la distancia de transplante fue de 40 cm. en ambas especies.

Los otros dos tratamientos del estudio corresponden a 2 dosificaciones adicionales: 25% y 50% de nutrientes por sobre el tratamiento testigo.

El periodo de transplante a cosecha se dividió en 4 etapas fenológicas, de acuerdo con el Cuadro 1. Se realizaron muestreos con un intervalo de 20 días, durante todo el periodo de producción, obteniéndose plantas completas, que fueron fraccionadas en el laboratorio, separando para análisis hojas, tallos, raíces y frutos. El peso de cada uno de los órganos permitió construir la curva de crecimiento.

En cada uno de los órganos de la planta, se determinó las concentraciones de N, P, K, Mg y Ca totales; con esta información se construyó la curva de absorción de cada nutriente. Al término de la hibridación, se realizó un muestreo foliar, con 20 hojas por parcela elegidas al azar, para hacer un análisis foliar convencional.

Las curvas de absorción de nutrientes se confeccionaron en términos de valores relativos a un valor máximo (100%), que corresponde al peso total de la planta en el momento de la cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se presenta las curvas de acumulación de materia seca (ms) para los diferentes órganos de la planta (hojas, tallos, raíces y frutos), para ambas espe-

CUADRO 1. ETAPAS FENOLÓGICAS Y SU DURACIÓN PARA MELÓN Y SANDÍA.

ETAPA	CARACTERÍSTICAS	DURACIÓN (DÍAS)
MELÓN		
I	TRANSPLANTE-INICIO HIBRIDACIÓN	45
II	INICIO HIBRIDACIÓN-TÉRMINO HIBRIDACIÓN	7
III	TÉRMINO HIBRIDACIÓN-LLENADO DE FRUTO	28
IV	LLENADO DE FRUTO-COSECHA	10
SANDÍA		
I	TRANSPLANTE-INICIO HIBRIDACIÓN	53
II	INICIO HIBRIDACIÓN-TÉRMINO HIBRIDACIÓN	19
III	TÉRMINO HIBRIDACIÓN-LLENADO DE FRUTO	28

cies. El valor 100 corresponde a 471.7 256.0 gr. por planta, para melón y sandía, respectivamente; éste es el peso máximo (ms) alcanzado por la planta al momento de la cosecha comercial para la obtención de semilla.

En el caso de melón, se produce un lento incremento en el ritmo de producción de ms hasta 28 días después del transplante, pero al inicio de hibridación este ritmo aumenta significativamente; esta tendencia se mantiene hasta los 70 días post-transplante y desde ese momento y hasta cosecha, el ritmo de acumulación de ms disminuye paulatinamente. En las primeras etapas de desarrollo, la mayor parte de la ms acumulada se encuentra en las hojas, con un 62.7% del total 48 días después del transplante, para reducirse a 20.8% en el momento de la cosecha. El aporte de tallos y raíces a la ms total es relativamente bajo durante toda la temporada; los frutos representan un 71.0% de la ms total en cosecha. Estos valores son

muy similares a los publicados por Marcellis (1992) y Riveros(1988), para melones de cosecha para consumo fresco.

En el caso de la sandía, la acumulación de ms se inicia lentamente, hasta los 23 días después del transplante. A partir de los 61 días desde el transplante, el ritmo de acumulación se acelera intensamente y se mantiene en esta velocidad hasta la cosecha. Al igual que en melón, las hojas representan un 78.7% del total de ms a los 42 días desde el transplante y solo un 19.7% del total en cosecha. La contribución de tallos y raíces a la ms total es marginal en todo el periodo y los frutos incrementan su contenido relativo de ms desde hibridación hasta cosecha, momento en el cual representan un 64.6% del total.

Respecto a la absorción de nutrientes, en el caso de melón (figura 2), las curvas correspondientes a Nitrógeno, Fósforo y Potasio son muy similares a la curva de

FIG. 1A: ACUMULACIÓN RELATIVA DE MATERIA SECA EN MELÓN.

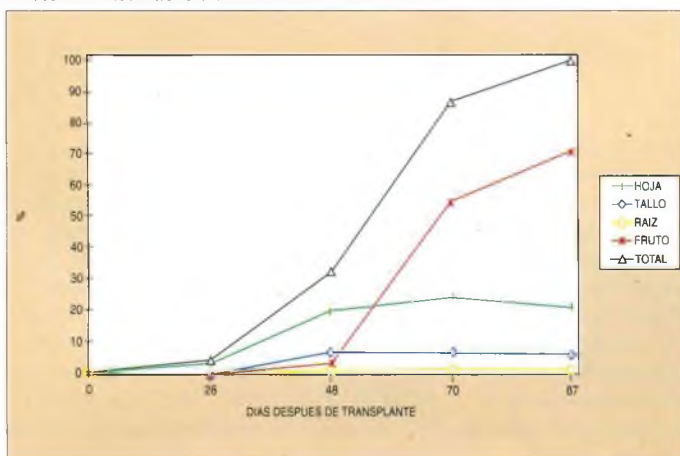
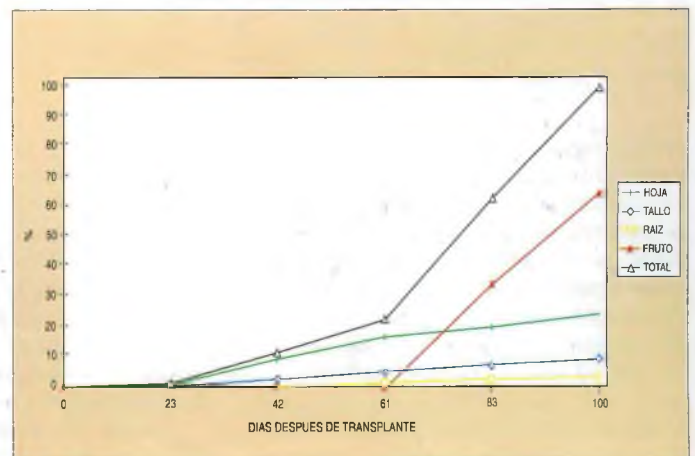
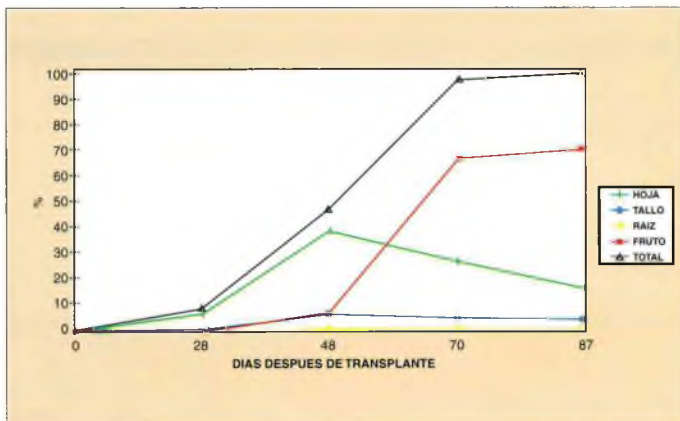
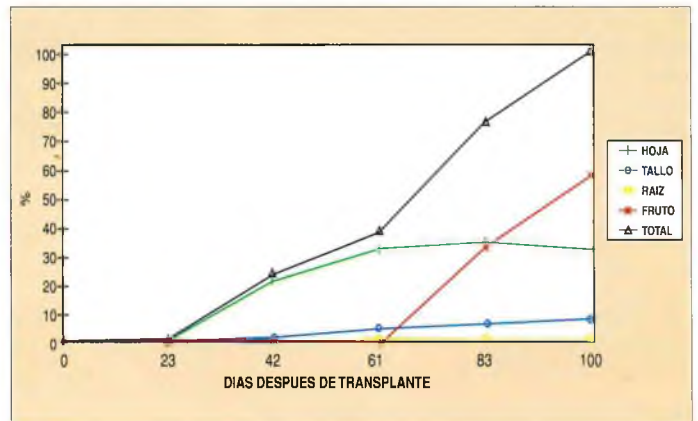


FIG. 1B: ACUMULACIÓN RELATIVA DE MATERIA SECA EN SANDÍA.

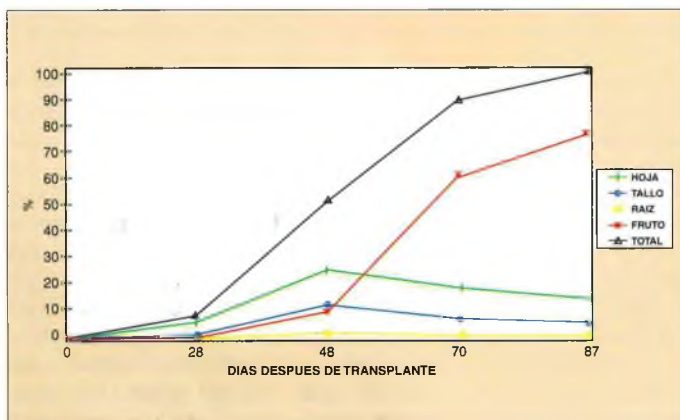




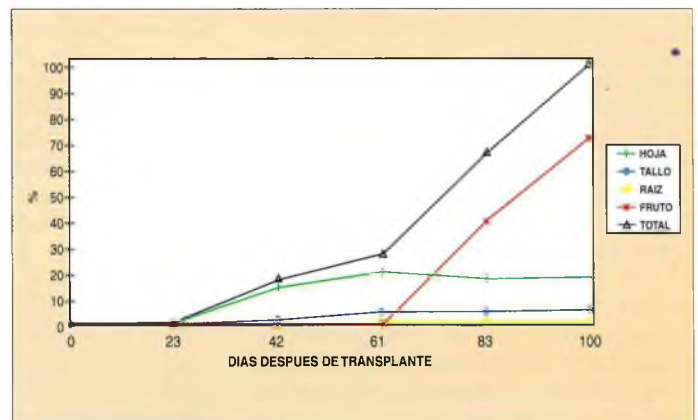
■ FIG. 2A: ACUMULACIÓN RELATIVA DE NITRÓGENO EN MELÓN.



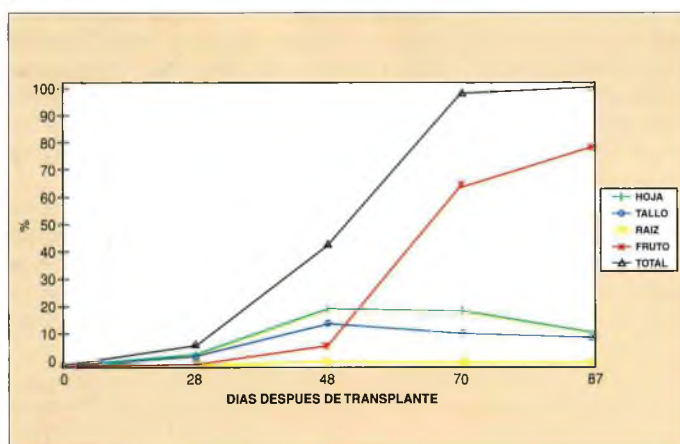
■ FIG. 3A: ACUMULACIÓN RELATIVA DE NITRÓGENO EN SANDÍA.



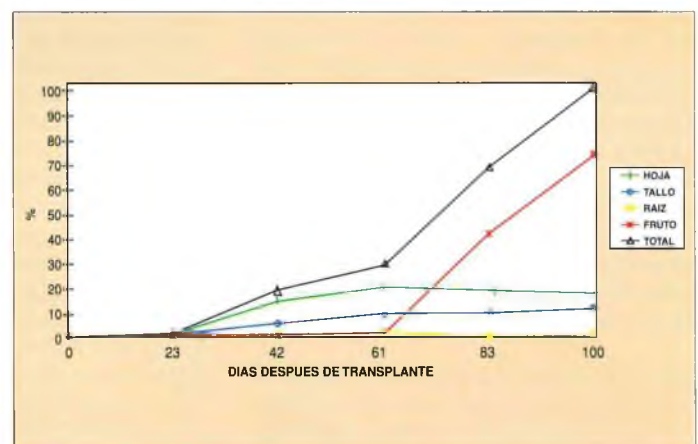
■ FIG. 2B: ACUMULACIÓN RELATIVA DE FÓSFORO EN MELÓN



■ FIG. 3B: ACUMULACIÓN RELATIVA DE FÓSFORO EN SANDÍA



■ FIG. 2C: ACUMULACIÓN RELATIVA DE POTASIO EN MELÓN.



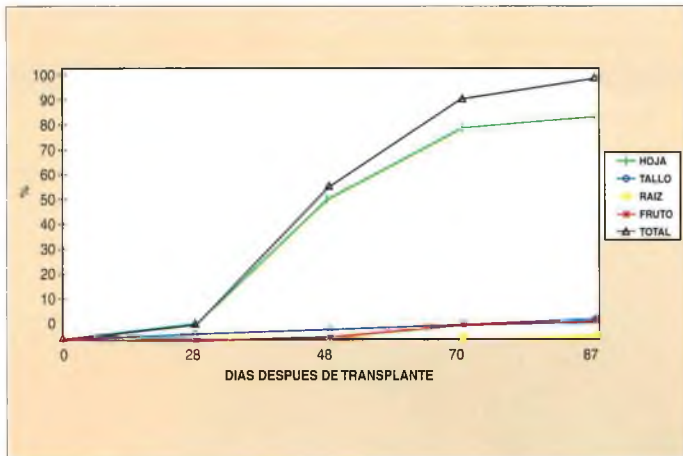
■ FIG. 3C: ACUMULACIÓN RELATIVA DE POTASIO EN SANDÍA.

incremento de la ms; 70 días después del trasplante ya se encuentra en los tejidos de la planta un 90.0 a 97.6% del total de estos nutrientes que están presentes en la planta en el momento de la cosecha. En ese momento, un 60.7 a 67.0% del total se encuentran en el fruto. Estos resultados son similares a los reportados por Kano et al., (1981) y Kagohashi et al., (1978).

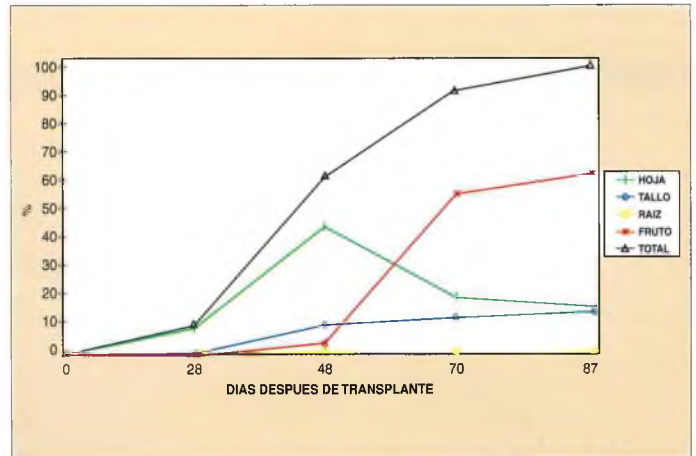
La absorción de Calcio y Magnesio (figura 3) es muy diferente a aquella correspon-

diente a los 3 nutrientes anteriores: la etapa de absorción más rápida se produce entre los 28 y 48 días después del trasplante, para luego experimentar una disminución notoria en el ritmo de absorción. A los 70 días después del trasplante, se ha absorbido un 92.7 y 92.3% del total de Calcio y Magnesio finales (cosecha), respectivamente; sin embargo, al final de la temporada en el fruto solo se encuentra un 63.9% del Calcio en el fruto y el resto, está almacenado en las hojas.

Para sandía, si bien las curvas de absorción de N, P y K son similares a las correspondientes a melón (figura 4), el incremento en la tasa de absorción se produce un poco más tarde en la temporada. Otra diferencia importante es la acumulación relativa de los 3 nutrientes en hojas, tallo y raíces, siendo significativamente menor que el caso de melón. Al momento de la cosecha, sobre un 85% del total de N, P y K absorbido por la planta está presente en el fruto.



■ FIG. 4A: ACUMULACIÓN RELATIVA DE CALCIO EN MELÓN.



■ FIG. 4B: ACUMULACIÓN RELATIVA DE MAGNESIO EN MELÓN.

El ritmo de absorción y destino de acumulación de Calcio y Magnesio en sandía se presenta en la Figura 5. A los 83 días después del trasplante (periodo de inicio del llenado de frutos), solo un 5.5% del Calcio total absorbido se encuentra en los frutos y un 60.4% se encuentra en las hojas. Esta situación no varía mucho en el momento de la cosecha (7,9% y 78,7%) respectivamente; asimismo, las hojas son el principal órgano donde se acumula el Magnesio hasta llenado de fruto, pero luego este nutriente se moviliza al fruto, que en el momento de la cosecha contiene un 65.9% del total de Magnesio absorbido por la planta.

En el Cuadro 2 se presentan los valores de los diferentes parámetros de producción. En melón, se observa que hay un efecto estadísticamente diferente entre los 3 tratamientos de fertilización (dosis óptima, mas 25% y mas 50% del óptimo, respectivamente).

El incremento en la dosis total de fertilizantes, por sobre una cantidad estableci-

da como "óptima" resulta en una disminución del peso de frutos por planta, pero los gramos de semilla por planta no se afectan por esta fertilización diferencial.

En sandía, no se refleja un efecto de la dosis de fertilizantes sobre la productividad, por lo que se puede concluir que la fertilización óptima (testigo) suplió adecuadamente los requerimientos nutricionales en ambas especies, subsistiendo la duda si es posible disminuir esta fertilización por debajo del "óptimo", sin afectar la productividad.

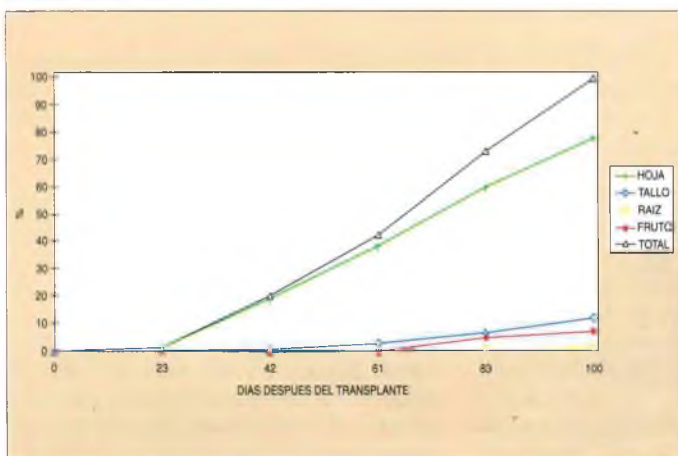
Los resultados de los análisis foliares realizados en ambos cultivos indican que los distintos elementos nutritivos se encuentran dentro de un rango considerado adecuado, según la información publicada por Piggot (1993). La respuesta en productividad en melón (híbrido para producción de semilla), con incrementos en las dosis de fertilizantes ha sido estudiada por Faria (1994) y Rao et al. (1990). Resultados similares han sido publicados por

Buzetti et al. (1993) De Buchananne y Taber (1985)

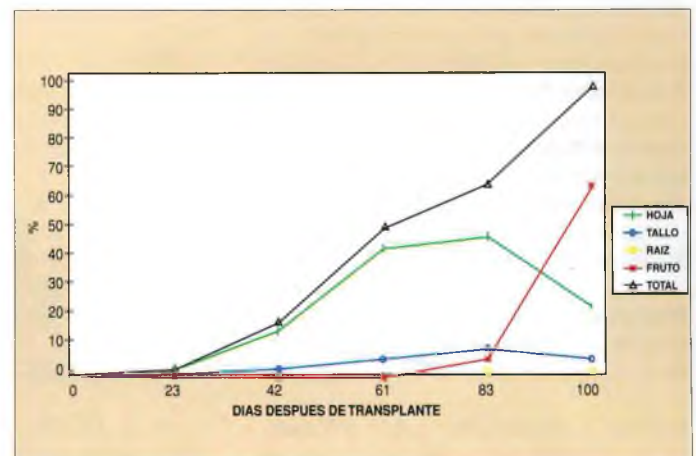
En sandía, Yadav et al. (1989) Hedge (1989) Prasad y Singh (1988) obtuvieron aumentos significativos en la productividad de semilla híbrida con dosis crecientes de N. Sin embargo, a partir de la información publicada, no es posible establecer con precisión las dosis de fertilizantes aplicadas en estos estudios, como dosis de pre-trasplante al suelo, ni la distribución relativa de los fertilizantes aplicados en las diferentes etapas fenológicas, vía fertigración.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de germinación de la semilla de melón y sandía obtenida de las parcelas con aplicaciones diferenciales de fertilizantes de este estudio. No hubo diferencias significativas entre tratamientos, en cuanto a germinación de la semilla, lo que permite concluir que el tratamiento testigo suplió adecuadamente los requerimientos nutricionales de estas plantas, ya que hay

■ FIG. 5A: ACUMULACIÓN RELATIVA DE CALCIO EN SANDÍA.



■ FIG. 5B: ACUMULACIÓN RELATIVA DE MAGNESIO EN SANDÍA.



CUADRO 2A. CANTIDAD DE PLANTAS A COSECHA Y NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS POR TRATAMIENTO EN MELÓN.

TRATAMIENTO	FRUTOS Nº/PLANTA	SEMILLA G/FRUTO
MELÓN		
1	1,879 A	13,03 A
2	1,667 AB	9,863 A
3	1,976 A	11,637 A

VALORES UNIDOS POR LA MISMA LETRA, NO SON ESTADÍSTICAMENTE DIFERENTES, DUNCAN = 0.05.

CUADRO 2B. CANTIDAD DE PLANTAS A COSECHA Y NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS POR TRATAMIENTO EN SANDÍA.

TRATAMIENTO	FRUTOS Nº/PLANTA	SEMILLA G/FRUTO
SANDÍA		
1	1,199 A	0,587 A
2	0,985 AB	0,554 A
3	0,838 A	0,633 A

VALORES UNIDOS POR LA MISMA LETRA, NO SON ESTADÍSTICAMENTE DIFERENTES, DUNCAN = 0.05.

CUADRO 3. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE MELÓN Y SANDÍA.

TRATAMIENTO	MELÓN	SANDÍA
1	98,0 A	91,0 A
2	99,0 A	89,0 A
3	98,0 A	92,0 A

VALORES UNIDOS POR LA MISMA LETRA, NO SON ESTADÍSTICAMENTE DIFERENTES, DUNCAN = 0.05.

información publicada por Dharmatti (1988) en que se reporta significativas reducciones en el % de germinación de semillas de hortalizas, en plantas que se desarrollaron con déficits en N, P y K.

RESUMEN

En cultivos de melón y sandía para producción de semilla híbrida, bajo condiciones de fertirrigación diaria, se determinó curvas de crecimiento y absorción de N, P, K, Mg y Ca, para estimar los requerimientos nutricionales en cada etapa fenológica. Se comparó también el efecto de diferentes dosificaciones de fertilizantes sobre algunos parámetros de rendimiento y calidad de semillas. Se presenta información sobre la velocidad relativa de absorción de cada nutriente, así como resultados en productividad de semilla y capacidad germinativa de las mismas, que permiten concluir que las dosis habituales de fertilizantes utilizadas son suficientes para suplir los requerimientos de estas dos especies hortícolas.

REFERENCIAS

Bacigalupo, M., 1993. La industria semillera mundial. Revista El Campesino de la S.N.A. Vol. 124: 34 - 36.

Buzetti, S., Hernández, F. B. T. y Suzuki, M. A., (1993). Nitrogen and Potassium

fertilization in the muskmelon culture. Actas del 12º Congreso Iberoamericano de la Ciencia del Suelo. Salamanca, España. pp: 566 -574.

Csermi, L., Hamar, N., Hódosi, S. y Milotay, P., 1990. The effect of water, soiland nutrient supply on the quantitative and qualitative characteristics of a cucumber seed crop. Hort. Abstr. Vol. 55: 882 - 884.

De Buchananne, D. A. y Taber, H. G., 1985. Method of Nitrogen application for muskmelons. Jour. of Plant Nutrition Vol. 8(3): 265 - 275.

Dharmatti, P. R., Madalageri, B. B. y Patil, R. V., 1988. Recovery of bell pepper seeds in relation to nutrition, plant density and pickings. Progressive Horticulture Vol. 23(1-4): 132 - 135.

Faria, C. M., Pereira, J. R. y Possideo, E. L., 1994. Mineral and organic fertilization of a mellon crop growing in a vertisol at the San Francisco Valley. Pesquisa Agropecuaria Brasileira Vol. 29(2):191-197.

Frost, D. J. y Kretchman, D. W., 1989. Calcium deficiency reduces cucumber fruit and seed quality. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol. 114(4): 552 - 556.

Gurovich, L., 1991. Manual del riego programado de los frutales. Corporación de Fomento de la Producción. 600 pp.

Gurovich, L.; R. Oyarzún y H. Estay. 1994. Long Term Fertigation Scheduling of Table Grape cultivars in Chile. Part II: Fertilization. International Symposium Tablegrape Production of the Am. J. Enology and Viticulture. Anaheim, California. U.S.A.

Hedge, D. M., 1989. Response of watermelon to irrigation and nitrogen.

Hort. Abstr. Vol. 61: 615 - 618.

Kagohashi, S., Kano, H. Kageyama, M., 1978. Studies on the nutrition of muskmelon. Hort. Abstr. Vol. 49:224-227.

Kano, H., Kagohashi, S. y Kageyama, M., 1981. Relationship between organ growth and nitrogen accumulation in muskmelon. Hort. Abstr. Vol. 52:644-648.

Marcelis, L. F. M., 1992. The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. Ann. Bot. Vol. 69(9): 487- 492.

Mesa, A., 1991. Producción de semillas de Hortalizas. Informativo Agroeconómico. Año VIII(5): 31 -35.

Piggot, T. J., 1993. Vegetable crops. John Wiley. 458 pp.

Prasad, I. D. y Singh, R. K., 1988. Response of watermelon to nitrogen fertilization. Progressive Agriculture Vol. 20(3-4):287-291.

Rao, M. H. y Srinivas, K., 1990. Effect of different levels of N, P and K on petiole and leaf nutrients, and their relationship to fruit yield and quality of muskmelons. Hort. Abst. Vol. 61: 685 - 691.

Riveros, L. O., 1988. Ritmo de crecimiento y absorción de N, P y K en melón reticulado. Tesis. Fac. de Agronomía. Universidad Católica de Chile.

Valdés, V., 1990. Tendencias en la producción y utilización de semilla de hortalizas de buena calidad. Boletín Panorama Económico de la Agricultura, Vol. 7:15-19.

Yadav, A. C., Batra, B. R. y Pandita, M. L., 1989. Studies on soil moisture regimes and nitrogen levels on growth, yield and quality of watermelon. Haryana Jour. of Agronomy Vol.5(2): 24 - 32.