

**EFFECTOS DE DIFERENTES ALTURAS DE AGUA SOBRE EL CULTIVO
DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) II. RELACION
EVAPOTRANSPIRACION—CRECIMIENTO—NUTRICION¹**

**Effects of different water heights on the tomato crop (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) II. Relation evapotranspiration—growth—nutrition**

Raúl Ferreyra E.², Juan Tosso T.³ y Rafael Ruiz S.²

S U M M A R Y

During 1983/84, a field experiment was carried out at La Platina Research Station (INIA, Santiago). Treatments were 11 water application rates, using the method proposed by Hanks *et al* (1976): the simple line sprinkler system.

Results indicated that the roots of the crop were mainly in the first 60 cm of soil. This knowledge, in conjunction with the crop coefficients presented in Part I, give the necessary elements to develop irrigation programmes for this species.

Also, it was found that the variations in the percentage of N and K were minor with respect of crop yield.

Results obtained, make it possible to manage both irrigation and fertilization practices, according to climate and soil conditions and expected crop yield.

INTRODUCCION

Debido a la necesidad cada vez mayor de utilizar en mejor forma el recurso agua, con el fin de regar mayor superficie, sobre todo en cultivos intensivos como son las hortalizas, se realizó una serie de trabajos para obtener información que permita elaborar programas de riego y fertilidad a nivel predial, tendientes a optimizar dichos recursos.

Para programar los riegos, se ha utilizado con bastante éxito el balance hídrico, método que considera: el cultivo, a través de los coeficientes de cultivo Kc; el suelo, a través del desarrollo radicular; y las constantes hídricas y el clima, a través de la evaporación de bandeja Clase A (Castro, 1985).

En la I Parte de este trabajo, se obtuvo información que permitió determinar los coeficientes de cultivos (Kc), antecedente que permite estimar la evapotranspiración a partir de la evaporación de bandeja, y por lo tanto cuantificar la demanda de agua por el cultivo.

Para poder programar el riego, aparte de conocer la demanda de agua por el cultivo, es necesario estimar la oferta, la cual en este modelo de programación, está dada por la cantidad de agua que almacena el suelo y que está disponible para la planta. Esta se puede estimar si se conoce la constante hídrica del suelo y el desarrollo radicular en el tiempo y espacio, antecedentes que se entregan en el presente trabajo.

También se pretende mostrar las relaciones que existen entre evapotranspiración, crecimiento y nutrición. Los objetivos específicos de esta II Parte son:

- Conocer el desarrollo radicular del tomate, y
- Determinar las necesidades nutricionales del tomate y sus relaciones con el rendimiento.

¹ Recepción de originales: 25 de abril de 1988.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

³ Estación Experimental La Platina (INIA). Actualmente en actividad privada.

MATERIALES Y METODOS

Los detalles sobre el ensayo, diseño experimental, manejo, muestreo y demás procedimientos generales, fueron indicados en la I Parte (Ferreira, 1987).

Para determinar la relación crecimiento—consumo de agua, se consideraron 11 tratamientos de riego, que consistieron en aplicar cargas decrecientes a partir del 1,3 y hasta 0 veces la evaporación de bandeja, con frecuencias semanales seleccionadas de manera que la percolación profunda fuera mínima.

La concentración de raíces, índice de área foliar y materia seca (m.s.), fueron cuantificados solamente en algunos de los tratamientos.

La concentración de raíces (mg/cm³ de suelo) se midió a través de la temporada de crecimiento, con un barrenado que extrae una muestra de suelo sin disturbar y de volumen conocido, de la cual se separaron las raíces.

Los tratamientos se aplicaron según el método descrito por Hanks y otros (1976). Para realizar el balance hídrico, se midió el contenido de humedad del suelo, antes y después de cada riego, con un aspersor de neotrones.

El método utilizado permite aplicar varios niveles de riego, minimizando la cantidad de terreno necesaria y permitiendo una variación continua del riego, desde exceso hasta déficit.

Una mitad de la fertilización nitrogenada (120 kg/ha de N) fue aplicada a la siembra y a la otra, cuando las plantas tenían 15 cm de altura. El total de la fertilización fosfatada (90 kg/ha de P) fue aplicada al momento de la siembra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las necesidades de agua y fertilidad están determinadas, entre otros aspectos, por el crecimiento y desarrollo que puede alcanzar el cultivo. Además, éstas pueden ser influidas por diversos fenómenos, entre los cuales es posible resaltar el manejo del cultivo y el clima.

La concentración de raíces y la extracción de agua por éstas están muy relacionadas, lo que se puede observar en las figuras 1 y 2. La distribución de raíces a través del tiempo, con una extracción de agua de 5.171 m³/ha, aparece en la Figura 3 donde se observa que, después de los 50 días, las raíces se ubican en los primeros 60 cm de suelo. Esto es de utilidad para conocer la profundidad del suelo a mojar en cada riego

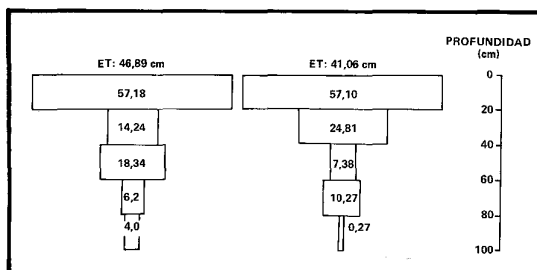


FIGURA 1. Distribución de raíces en %o, en dos tratamien-tos de riego. ET: Evapotranspiración.

FIGURE 1. Root distribution (%o) in two irriga-tion treatments. ET: Evapotranspiration.

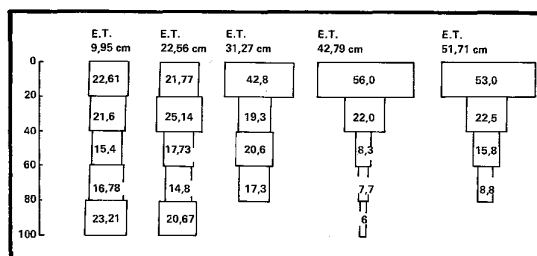


FIGURA 2. Extracción de agua (%o) para diferentes niveles de evapotranspiración (E.T.), en el cultivo del tomate.

FIGURE 2. Water extraction (%o), for different evapotranspiration levels (E.T.), in tomatoes.

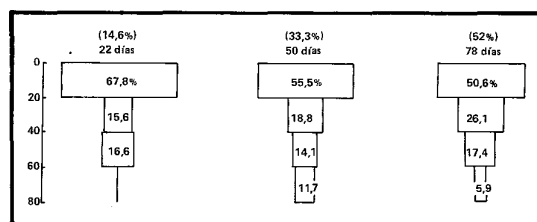


FIGURA 3. Distribución de la extracción de agua en porcentaje, de un cultivo de tomate con una evapotranspiración de 51,71 cm, en diferentes etapas de su ciclo vegetativo.

FIGURE 3. Water extraction (%o) of a tomato crop, with 51.71 cm evapotranspiration level, in different stages of its vegetative cycle.

y la cantidad de agua que el suelo almacena y queda disponible para las plantas. Este antecedente, conjuntamente con los coeficientes de cultivos presentados en la Parte I de este trabajo (Ferreira, 1987), permite elaborar programas de riego.

Relación evapotranspiración—nutrición

Para estimar las necesidades de nutrientes, es necesario conocer la biomasa que expresará el cultivo, los

contenidos de N, P, K y la eficiencia del uso de fertilizantes.

En las figuras 4, 5 y 6, se muestra el porcentaje de N, P y K encontrado en la m.s. de las plantas y frutos de tomates. En la figura 4 y 6, se puede apreciar que los porcentajes de N y de K variaron poco, respecto a la extracción de agua. Por el contrario, en la Figura 5 se observa un aumento del contenido de P a medida que se incrementa la extracción de agua. Esto se podría explicar, suponiendo que gran parte de la absorción no es por flujo de masa, sino que por intercepción de las raíces. En los tratamientos con mayor evapotranspiración, se observó una mayor extracción de agua por las raíces en superficie (Figura 2) y también un mayor contenido de P en las plantas.

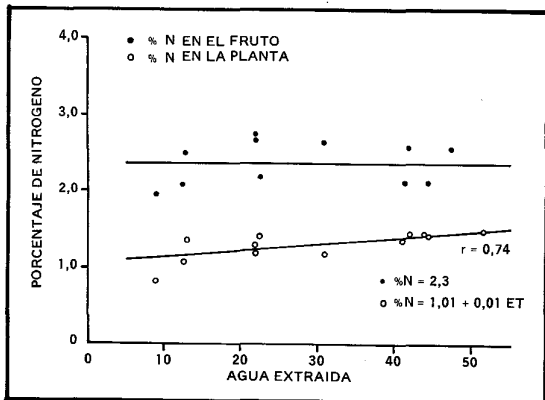


FIGURA 4. Porcentaje de N en plantas y frutos de tomates, sometidos a diferentes regímenes hídricos (N₁₂₀P₉₀).
 FIGURE 4. Percent N in tomato plants and fruits, under different hydric regimes (N₁₂₀P₉₀).

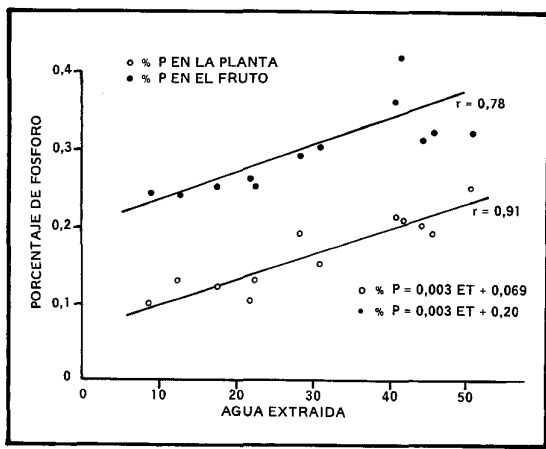


FIGURA 5. Porcentaje de P en plantas y frutos de tomates sometidos a diferentes regímenes hídricos (N₁₂₀P₉₀).
 FIGURE 5. Percent P in tomato plants and fruits, under different hydric regimes (N₁₂₀P₉₀).

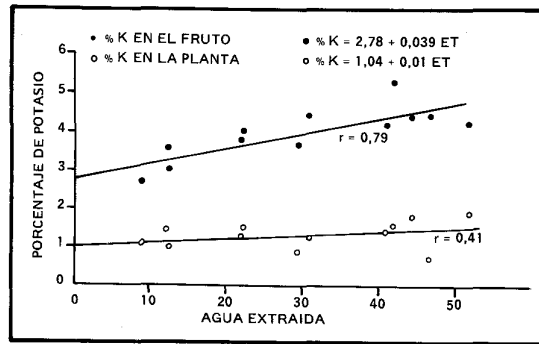


FIGURA 6. Porcentaje de K en plantas y frutos de tomates sometidos a diferentes regímenes hídricos.
 FIGURE 6. Percent K in tomato plants and fruits, under different hydric regimes.

Relación evapotranspiración—crecimiento

En las figuras 7 y 8, aparecen la m.s. total y el índice de área foliar (IAF), en algunos de los tratamientos. El cultivo del tomate presentó su mayor desarrollo entre los 62 y 100 días después del transplante. A los 100 días, el tratamiento 41,06 cm, que evapotranspiró 4.106 m³/ha, presentó una biomasa de 7.950 kg/ha y un IAF de 1,86.

Entre los 62 y 100 días después del transplante, se produjo el 90% de la m.s. total, en dicho tratamiento. Esto indica que en este período, el crecimiento y demanda por nutriente son altos, lo que concuerda con antecedentes presentados por Cornillon (1974). Estos muestran que, en los primeros 15 días después del transplante, la m.s. producida es inferior al 20% del total y a los 44 días, se ha producido menos del 20%.

En las figuras 7 y 8, también se puede observar en términos generales que tanto la m.s. total como el IAF son menores al disminuir la evapotranspiración. En este trabajo se condicionó la m.s. producida, al manejar como variable limitante de la producción, el suministro de agua, con el objeto de poder cuantificar las necesidades de agua y de fertilizantes, bajo diferentes desarrollos.

Relación crecimiento—nutrición

Los valores para porcentajes de N, P y K encontrados en plantas y frutos, concuerdan con datos informados en hojas y pecíolos por Cornillón (1974), quien indica los siguientes valores: entre 2,5 y 2,0 para N; 0,25 y 0,12 para P; y 2,0 y 4,0 para K; Lorenz y Tyler (1972) informan de valores similares.

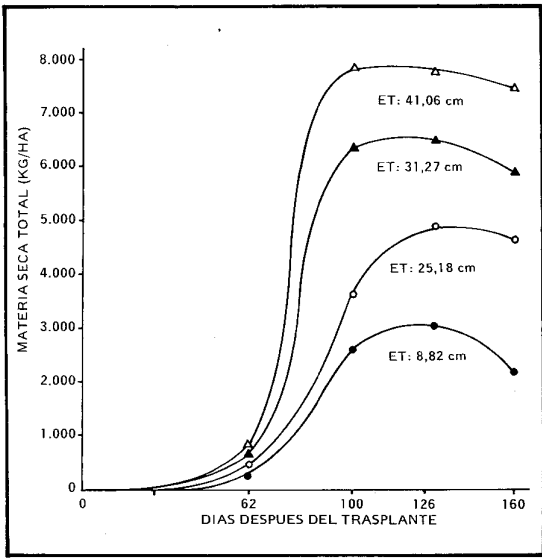


FIGURA 7. Efecto de diferentes alturas de agua en la materia seca total de un cultivo de tomate. ET: Evapotranspiración.
 FIGURE 7. Effect of different water heights, on total dry matter in a tomato planting. ET: Evapotranspiration.

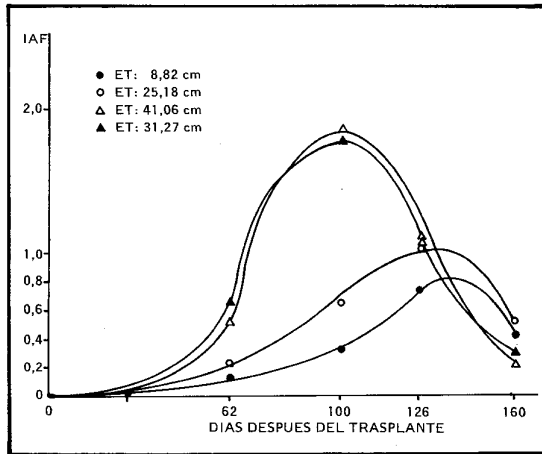


FIGURA 8. Indice de área foliar durante la temporada de crecimiento en tomate. ET: Evapotranspiración.
 FIGURE 8. Leaf area index, through the growing season, in tomato ET: Evapotranspiration.

Con la información generada sobre m.s. total y porcentaje de N, P y K presentes en el cultivo, se determinó, para diferentes producciones, la extracción del cultivo (figuras 9, 10 y 11).

La información existente en cuanto a extracción de nutrientes en esta especie, varía bastante. Esto se debe a que la información se presenta para distintos niveles de rendimiento. Ruiz (1986) encontró extrac-

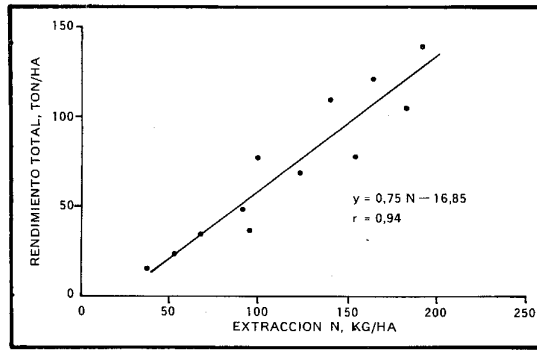


FIGURA 9. Relación rendimiento/nitrógeno extraído por el cultivo del tomate sometido a distintos tratamientos de altura de agua (N₁₂₀P₉₀).
 FIGURE 9. Yield/extracted N relation in a crop of tomato, under different water height treatments (N₁₂₀P₉₀).

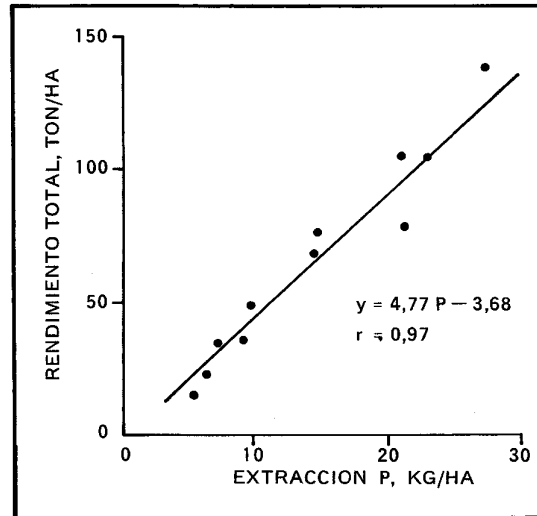


FIGURA 10. Relación rendimiento/fósforo extraído por el cultivo del tomate sometido a distintos tratamientos de alturas de agua (N₁₂₀P₉₀).
 FIGURE 10. Yield/extracted P in a tomato crop, under different water height treatments (N₁₂₀P₉₀).

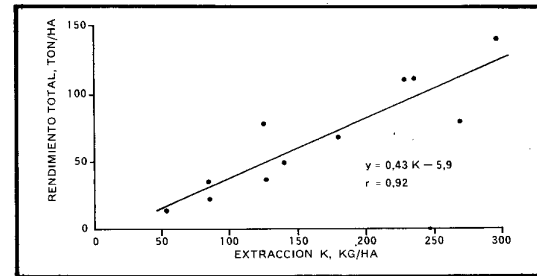


FIGURA 11. Relación rendimiento/potasio extraído por el cultivo del tomate sometido a distintos tratamientos de alturas de agua (N₁₂₀P₉₀).
 FIGURE 11. Yield/extracted K relation in a tomato crop under different water height treatments (N₁₂₀P₉₀).

ciones de hasta 109,8 kg/ha de N, para rendimientos de 47,5 ton/ha; sin embargo, Lorenz (1977) informa valores de hasta 150 kg/ha de N, para rendimientos de alrededor de 80 ton/ha. Por lo tanto, parece interesante encontrar una relación entre el rendimiento y la extracción de nutrientes.

Con esta metodología, se obtuvo la relación Rendimiento—Extracción, la cual pudiera estar afectada por una sobre-estimación de la extracción de nutrientes en los rendimientos bajos, por un consumo de lujo, al no ser el fertilizante el factor limitante del rendimiento, en esos casos. Sin embargo, los datos de la Figura 4 estarían indicando que no existe consumo de lujo, debido a que la concentración es constante, para

diferentes extracciones de agua. La eficiencia del uso del fertilizante N, según Ruiz (1986) y Broadbent, Tyler y May (1980), en este cultivo es del orden 50–60%.

CONCLUSIONES

Con estos antecedentes, es posible realizar programas de fertilización de acuerdo a los rendimientos, que se puedan o pretendan obtener, con lo cual se puede generalizar bastante la información.

Los resultados presentados, permiten abordar el manejo del agua y la fertilidad en forma dinámica, de acuerdo al desarrollo del cultivo, las condiciones climáticas y el suelo en el cual se desarrolla.

RESUMEN

Se realizó un ensayo de campo durante 1983/84, en la Estación Experimental La Platina (INIA), Santiago. Se probaron 11 alturas de agua (0 Eb–1,3 Eb) en un cultivo de tomate, utilizando el método desarrollado por Hanks y otros (1976).

En esta experiencia se pudo observar que las raíces del cultivo de tomate se concentran en los primeros 60 cm de suelo. Este antecedente, conjuntamente con los coeficientes de cultivo presentados en la I Parte de

este trabajo, permiten elaborar programas de riego para esta especie.

También, se pudo apreciar que los porcentajes de N y de K variaron poco, respecto a los rendimientos.

Los resultados obtenidos hacen posible abordar el manejo del agua y fertilidad en forma dinámica, de acuerdo a las condiciones climáticas, el suelo y el desarrollo esperado del cultivo.

LITERATURA CITADA

- BROADBENT, F.E., TYLER, K., and MAY, O.M. 1980. Tomatoes make efficient use of applied nitrogen. California Agriculture 34 (11–12): 24–25.
- CASTRO, VERONICA. 1985. Programación de riego: Evaluación y sistematización. Univ. Católica de Chile. Tesis Magister Scientiae. 73 p.
- CORNILLON, P. 1974. Nutrition et fertilization de la tomate. En: INVUFLEC, La Tomate. Paris. 107–116.
- FERREYRA E., RAUL. 1987. Efecto de diferentes alturas de agua sobre el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) I. Relación evapotranspiración—rendimiento. Agricultura Técnica (Chile) 47 (3): 254–259.
- HANKS, R. Y., DELLER, Y., RASMUSSEN, V. P., and WILSON, G.O. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crops production studies. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 40: 426–429.
- LORENZ, O. 1977. Fertilizing California tomatoes. American Vegetable Grower 25 (5): 46–67.
- LORENZ, O. y TYLER, K. 1972. Plant tissue analysis of vegetable crops. En: California University, Division of Agricultural Sciences, Proceedings Conference on Soil and Tissue Testing California, v.s. 1972. p.: 44–49.
- RUIZ S., RAFAEL. 1986. Respuesta del tomate para consumo fresco a la fertilización NPK y a la parcialización de la dosis de nitrógeno. Agricultura Técnica (Chile) 46 (4): 415–422.