INVESTIGACIONES

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES VOLUMENES DE AGUA DE RIEGO Y FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATE INDUSTRIAL[1]

Effect of the application of different levels of irrigation water and nitrogen fertilization on the yield and quality of processing tomatoes

María Inés González A.[2] y Emilio Ruz J.[2]

ABSTRACT

A study was conducted in the Pencahue Valley, recently introduced to intensive tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) production, to evaluate the effects of application of different irrigation and nitrogen fertilizer levels on the yield and quality of processing tomatoes. The experimental design was a split plot with 4 repetitions. The main treatment was the application of 3 levels of irrigation (50, 90 and 130% of pan evaporation by Kc factor corresponding to the phenological state of the crop), and the sub-treatment was of 3 levels of nitrogen (50, 150 and 300 kg ha^{-1}). An interaction between the levels of irrigation and nitrogen was observed on yield, having the highest yield with 50 kg ha^{-1} of N and water application equivalent to 90 and 130% pan evaporation. No treatment effect was observed on rejected fruit, soluble solids and dry matter content. The only quality parameter affected by the treatments was fruit pH. There was no interaction aside from the principal effects of nitrogen and irrigation. A higher pH was obtained with smaller volumes of N and water.

Key words: *Lycopersicon esculentum,* soluble solids, dry matter, pan evaporation, pH.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) industrial ha sido muy acelerado en la zona centro-sur de Chile, desde comienzos de la década del 90. Las empresas dedicadas a su procesamiento han manejado técnicamente su cultivo, desde la selección de variedades hasta la fertilización y manejo fitosanitario. El principal problema de producción lo constituye el bajo contenido de sólidos solubles en los frutos a cosecha, lo que implica que la agroindustria debe procesar con menor eficiencia al tener que extraer una mayor cantidad de agua del producto. En otras palabras, los altos rendimientos obtenidos con los programas de alta fertilización y riego, no siempre se han traducido en un alto rendimiento industrial (González, 1997).

En la producción del cultivo deben ser considerados todos los factores de manejo que participan en el crecimiento y desarrollo del fruto, dentro de los cuales se pueden destacar las condiciones de clima y suelo. Las relaciones suelo-planta-agua son muy complejas, por el gran número de procesos fisiológicos involucrados. Conocer la relación agua-rendimiento es de gran importancia en períodos de sequía, así como para planificar

[1]Fecha de recepción: 02 de febrero de 1999.
[2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional Quilamapu, Casilla 426, Chillán.
E-mail: mgonzale@quilamappu.inia.cl

el riego a escala predial o de área, a fin de predecir el rendimiento en relación con el agua utilizada por el cultivo (Ferreyra, 1987). En la producción de tomate industrial el riego es el factor de mayor incidencia (Christou *et al.*, 1994; Dadomo *et al.*, 1994). La cantidad de agua a aplicar basada en la evaporación de bandeja, con el objeto de obtener una producción máxima de tomate, varía con el tipo de suelo, estación del año y pluviosidad (Locascio *et al.*, 1989).

Los nutrientes y el agua juegan un importante rol en la síntesis y transferencia de elementos necesarios para el fruto e influyen, finalmente, en el rendimiento y calidad del tomate industrial (Dadomo *et al.*, 1994; Dumas *et al.*, 1994; Rodríguez *et al.*, 1994). Dentro de los nutrientes, el fósforo (P) y el nitrógeno (N) son los elementos que más limitan la producción del tomate. Las deficiencias de fósforo atrasan el desarrollo de las plantas y retardan la diferenciación de las yemas florales, resultando en una disminución del número de frutos por planta (Menezes dos Santos, 1992). El nitrógeno cumple un importante papel en la síntesis de proteínas y formación de clorofila, participa activamente en el crecimiento vegetativo y juega un rol importante en la determinación del número de flores y de frutos (Menezes dos Santos, 1992; Rodríguez *et al.*, 1989).

Los altos rendimientos son necesarios para satisfacer las expectativas del productor y obtener la materia prima al menor costo posible. Con respecto a la calidad del tomate, los aspectos que interesan en el fruto son su consistencia, color, contenido de materia seca, sólidos solubles y su acidez. En todos ellos, los nutrientes juegan un papel importante. En otros países se considera el contenido de sólidos solubles como el parámetro más importante en el precio del tomate, y por este motivo, se han realizado numerosas investigaciones para encontrar un equilibrio entre agua (riegos) y fertilización nitrogenada. Algunos autores señalan que al aumentar el suministro de agua se aumentan los rendimientos, pero disminuye el contenido de sólidos solubles (Baselga *et al.*, 1993; Rodríguez *et al.*, 1994). Por otro lado, Dadomo *et al.* (1994) señalan que la firmeza del fruto es mayor con la aplicación de agua. La influencia del N es variable; según Dumas *et al.* (1994) con excesiva cantidad de N los sólidos solubles decrecen y con deficiencia éstos tienden a aumentar; otros autores señalan que el N no tiene influencia en este parámetro de calidad (Dadomo *et al.*, 1994).

Hay consenso en el efecto positivo del riego sobre el rendimiento y el efecto negativo de éste sobre los sólidos solubles. Existe información sobre el aumento en los sólidos solubles al suspender el riego previo a la cosecha, sin embargo, esto disminuye el rendimiento y la viscosidad del fruto. En general, la respuesta del cultivo varía, dependiendo del sector, por lo que es necesario evaluar este aspecto a nivel local, y es la razón del planteamiento del presente trabajo, cuyo objetivo fue estudiar el efecto de la cantidad de agua suministrada por medio de riego localizado y de distintas dosis de N, sobre el rendimiento y algunos componentes de calidad de tomate industrial en el valle de Pencahue, VII Región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue establecido por medio de trasplante de plantas de tomate, variedad Heinz 9576, a raíz desnuda el 6 de diciembre de 1995, en el sector de Las Doscientas, valle de Pencahue, localizado a 10 km al poniente de la ciudad de Talca.

El suelo utilizado pertenece a la serie Las Doscientas, miembro de la familia Fine loamy, mixed, Thermic of the Plinthaqualfs, cuyo material generador es arenisca compactada, rica en fierro y manganeso, de profundidad media en posición de terrazas remanentes intermedias, de textura franco arenosa, aumentando la arcilla en profundidad, topografía ondulada, pendiente 2 a 6%, de posición intermedia a alta dentro del valle. Las características físico-hídricas del suelo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características hídricas del perfil del suelo utilizado en el ensayo

Table 1. Hydric features of the soil profile used in the trial

Profundidad (cm)	C.C. (%)	P.M.P. (%)	Da (g cm^{-3})	Humedad aprovechable (mm)	Humedad retenida (mm)	Porosidad total (%)
0–19	18,29	9,07	1,69	29,6	58,7	35,9
19–51	16,87	8,84	1,72	44,2	92,8	34,8
> 51	18,12	10,60	1,82	67,1	161,5	31,1

La fertilización básica al momento de la plantación correspondió a 170 kg ha^{-1} de P_2O_5 como Superfosfato triple, 120 kg ha^{-1} de K_2O como Muriato de potasio y 1000 kg ha^{-1} de cal. Las malezas se controlaron manualmente. La cosecha se realizó cuando 90% de los frutos alcanzaron la madurez.

Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida, con cuatro repeticiones. El tratamiento principal fue la aplicación de tres niveles de agua (NA) (50, 90 y 130% de evaporación de bandeja, por el factor Kc correspondiente al estado fenológico del cultivo, según Dumas *et al.* (1994) y el subtratamiento correspondió a tres dosis de nitrógeno (50, 150 y 300 kg ha^{-1} de N). Las parcelas experimentales tenían una superficie de 10,8 m^2, constituidas por tres hileras de 3 m de largo, separadas a 1,2 m y una distancia de plantación de 25 cm sobre la hilera.

Las aplicaciones de nitrógeno fueron parcializadas, 50% a la plantación y 50% al comienzo de la floración, en forma manual para cada tratamiento. El fertilizante utilizado fue nitrato de amonio.

Los tratamientos de riego comenzaron a partir del 11 de enero de 1996, 30 días después de plantación, ya que previamente se otorgó el mismo suministro de agua a las plantas. El sistema de riego utilizado fue localizado, a través de cintas, con una frecuencia semanal.

Para determinar la cantidad de agua a aplicar se consideró la evaporación de bandeja (Eb) y el coeficiente del cultivo (Kc) en sus diferentes etapas fenológicas. El riego se suspendió cuando el 50% de los frutos estaban maduros. El cálculo de agua aplicada (HA) se obtuvo mediante la expresión:

$$HA = Eb * NA\ 100^{-1} * Kc$$

En el Cuadro 2 se señalan los valores de Kc del cultivo, utilizados para el cálculo en las distintas etapas de su desarrollo y en el Cuadro 3 se detalla la cantidad de agua aplicada según los tratamientos en las distintas fechas.

Cuadro 2. Valores Kc del cultivo del tomate en diferentes etapas fenológicas

Table 2. Kc values of tomatoes at different phenological stages

Etapa fenológica	Kc
Trasplante	0,4
5-6 brotes/planta	0,6
1 racimo con flores/planta	0,8
Primer fruto	1,0
50% floración	1,1
Fin de floración	1,2
Inicio madurez	1,0
10% fruto rojo	0,8
25% fruto rojo	0,5
40-50% fruto rojo	Suspensión del riego

Fuente: Dumas *et al.*, 1994.

Cuadro 3. Alturas de agua aplicadas (mm) semanalmente en cada tratamiento, considerando una eficiencia de aplicación de 90% y un Kc de acuerdo al estado fenológico del cultivo (Cuadro 2)

Table 3. Volumes of water (mm) applied weekly on each treatment, considering an application efficiency of 90% and a Kc in accordance with the phenological stage of the crop (Table 2)

Tratamiento	11-17 enero	22-29 enero	29 enero-5 febrero	12-19 febrero
50% Eb	18,4	26,8	33,8	34,2
90% Eb	33,2	48,2	60,9	55,4
130% Eb	47,9	69,6	88,0	89,0

Eb: Evaporación bandeja.

Evaluaciones

- Análisis nutricionales y de humedad

Se realizó un análisis de las propiedades químicas del suelo (índices de disponibilidad de N, P y K, materia orgánica y pH) al momento de la plantación y 60 días después. En ese momento se realizó también un análisis foliar de las plantas. Todos los análisis se realizaron por los métodos estándares establecidos en el Laboratorio del INIA (Sadzawka, 1990). Además, se midió el contenido de humedad del suelo a dos profundidades (0-10 cm y 10-20 cm) desde los 35 hasta los 88 días después de plantación, utilizando el método gravimétrico sobre la base de suelo seco.

- Crecimiento del cultivo

Durante el período de crecimiento se midió la altura de planta, número de hojas, número de racimos y número de frutos. Las mediciones se realizaron entre los 33 y los 83 días después de plantación, con un intervalo semanal al comienzo y posteriormente cada 15 días, aproximadamente.

- Producción

A la cosecha, realizada entre el 8 y el 23 de marzo de 1996, se midió el rendimiento total, rendimiento comercial, porcentaje de desecho y sus causas. Estas evaluaciones se hicieron en la hilera central de cada parcela.

- Calidad

Las mediciones de calidad de fruto consideraron el contenido de sólidos solubles (°Brix), pH, materia seca y peso de fruto. Estas fueron hechas en una muestra de 20 frutos comerciales tomados al azar de cada parcela.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y al test de comparación de medias en el programa IRRISTAT.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis nutricional y de humedad

Los niveles de N en el suelo aumentaron considerablemente, para todos los tratamientos, evaluados 65 días después de la aplicación (Cuadro 4). Este incremento refleja los aportes por el fertilizante aplicado y la mineralización de la materia orgánica del suelo. En fósforo (P) el aumento fue menor, observándose que para subir 1 ppm de P en el suelo se requieren alrededor de 65 kg ha^{-1} de P_2O_5. El potasio (K) también mostró un incremento importante en el suelo, a niveles que aseguran poca probabilidad de deficiencia de este elemento.

El contenido de N, P y K de las hojas, 65 días después de plantación, disminuyó en función de la cantidad de agua aplicada (Cuadro 5). La mayor diferencia en concentración se observó en el contenido de N, que disminuyó desde 4,2% a

Cuadro 4. Variación de los índices de disponibilidad de N, P y K del suelo durante el ensayo. Valores iniciales corresponden a una muestra de suelo de todo el ensayo y valores finales a una muestra compuesta de todas las repeticiones de cada tratamiento

Table 4. Variation of the availability index of N, P and K during the trial. Initial values correspond to a soil sample of the whole trial, and final values to a sample composed of all repetitions of each treatment

Parámetros de fertilidad del suelo		50 kg ha^{-1} N	150 kg ha^{-1} N	300 kg ha^{-1} N
N[a] (ppm)	inicio	7	7	7
	65 días	43	56	61
P[b] (ppm)	inicio	6	6	6
	65 días	10	8	8
K[c] (ppm)	inicio	120	120	120
	65 días	140	122	127

[a]N mineral ($N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$).
[b]P Olsen.
[c]K disponible.

Cuadro 5. Contenido promedio de nutrientes en las hojas de tomate industrial, determinado 65 días después de la plantación en función de la cantidad de agua aplicada. Análisis hecho de una muestra compuesta de todas las repeticiones en cada tratamiento

Table 5. Average nutrient content in the leaves of processing tomatoes, determined 65 days after planting, as a function of the amount of water applied. Analysis was made in a sample composed of all repetitions of each treatment

Cantidad de agua	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
50% Eb	4,2	0,25	1,74	3,78	1,25	46,5	177,4	29,3
90% Eb	3,8	0,24	1,68	4,14	1,25	37,8	190,7	29,0
130% Eb	3,4	0,22	1,28	3,86	1,27	43,5	271,8	32,5

3,4%, cuando el riego se efectuó a una tasa equivalente al 50% y 130% de la evaporación de bandeja (Kc = 1), respectivamente. Esto concuerda con lo reportado por Dumas *et al.* (1994) y Christou *et al.* (1994), quienes afirman que un aumento en el suplemento de agua ocasiona una disminución en el contenido de estos nutrientes en la planta. Locascio y Smajstrla (1996) encontraron que las concentraciones de N en las hojas de tomate para fresco se redujeron levemente con cada aumento en la cantidad de agua aplicada, aun cuando el N fuera aplicado a través del riego. Llama la atención el aumento del manganeso (Mn) en la planta, a medida que se aumenta el suplemento de agua (Cuadro 5). Al respecto, algunos autores señalan que se presentan deficiencias de Mn cuando hay poca disponibilidad de agua (Adams, 1990; Dehgan *et al.*, 1994); en cambio otros indican que riegos menos frecuentes aumentan la concentración de Mn en los tejidos (Sorensen *et al.*, 1995).

El comportamiento del contenido de humedad del suelo fue similar en las dos profundidades, 0-10 cm y 10-20 cm (Figura 1), lo que indica un perfil de humedecimiento homogéneo. El efecto de los tratamientos fue notorio hasta los 45 días después de plantación y pasados los 65 días después de plantación, lo que indica que existe un período de 20 días aproximadamente, en que el contenido de agua en el suelo no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 1). Al analizar los coeficientes de variación en cada punto, se pudo observar que en las evaluaciones a los 47 y 56 días después de plantación, éste subió de 7% a valores superiores a 25%, lo que estaría indicando una alta variación entre las repeticiones.

Crecimiento del cultivo

Las mediciones realizadas durante el período del cultivo, siguieron siempre la misma tendencia con los diferentes tratamientos. En el Cuadro 6 se presenta la evaluación realizada a los 83 días después de plantación.

A pesar de observarse ciertas tendencias en las respuestas, como por ejemplo el incremento en el número de hojas por planta al aumentar las dosis de N, con los volúmenes menores de agua (50 y 90% Eb), las diferencias no fueron significativas ($P \leq 0,05$) en ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 6). Al respecto, Baselga *et al.* (1993) obtuvieron diferencias significativas en la biomasa vegetativa del cultivo sólo en los tratamientos extremos de cargas de agua, observándose los mayores valores para la mayor carga. Además, estos mismos autores señalan que el N no tuvo una influencia significativa en los parámetros medidos en su investigación.

Producción

Se observó una interacción entre ambos factores, riego y N, en el rendimiento comercial (Cuadro 7). Cuando se utilizó la menor carga de agua (50% Eb), no hubo efecto de las dosis crecientes de N, en cambio cuando se repuso el 90 y 130% de Eb, el rendimiento comercial varió significativamente con la fertilización nitrogenada, obteniéndose las mayores producciones con la menor dosis de N (50 kg ha^{-1}). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ferreyra (1987), sólo cuando se aplicaron dosis bajas de N. Por el contrario, con dosis altas de N, el mayor volumen de agua aplicada no se tradujo en mayores rendimientos.

En el peso promedio del total de frutos cosechados (Cuadro 8), no hubo interacción de los factores, sólo se observó efecto de las dosis de N, obteniéndose el menor peso de fruto con la mayor dosis de N. Dumas *et al.* (1994), señalan que el N tiene poca o ninguna importancia en las características del fruto, como por ejemplo, el peso individual.

Los niveles de desecho tampoco se vieron afectados por los tratamientos. Dentro de las causas del desecho, la más relevante fue la pudrición apical, que es un problema fisiológico de los frutos relacionado con deficiencia de Ca y aumentado por riegos irregulares. Esta anomalía se relaciona en forma lineal con la falta de agua en el cultivo de tomate (Dumas *et al.*, 1994) y en este ensayo, a pesar que no hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$), se observó un leve aumento de su incidencia cuando se aplicó el menor volumen de agua (Cuadro 9).

Calidad

El contenido de sólidos solubles y materia seca de los frutos a cosecha (Cuadro 10), no presentaron diferencias significativas por efecto de los tratamientos. Esto pudo ser un efecto particular del ensayo, producto probablemente de la poca diferencia en el contenido de agua del suelo entre los tratamientos, ya que la literatura señala que el porcentaje de sólidos solubles disminuye cuando se aumenta el suministro de agua y que el N no tiene una influencia significativa en esta variable de calidad (Dumas *et al.*, 1994; Rodríguez *et al.*, 1994).

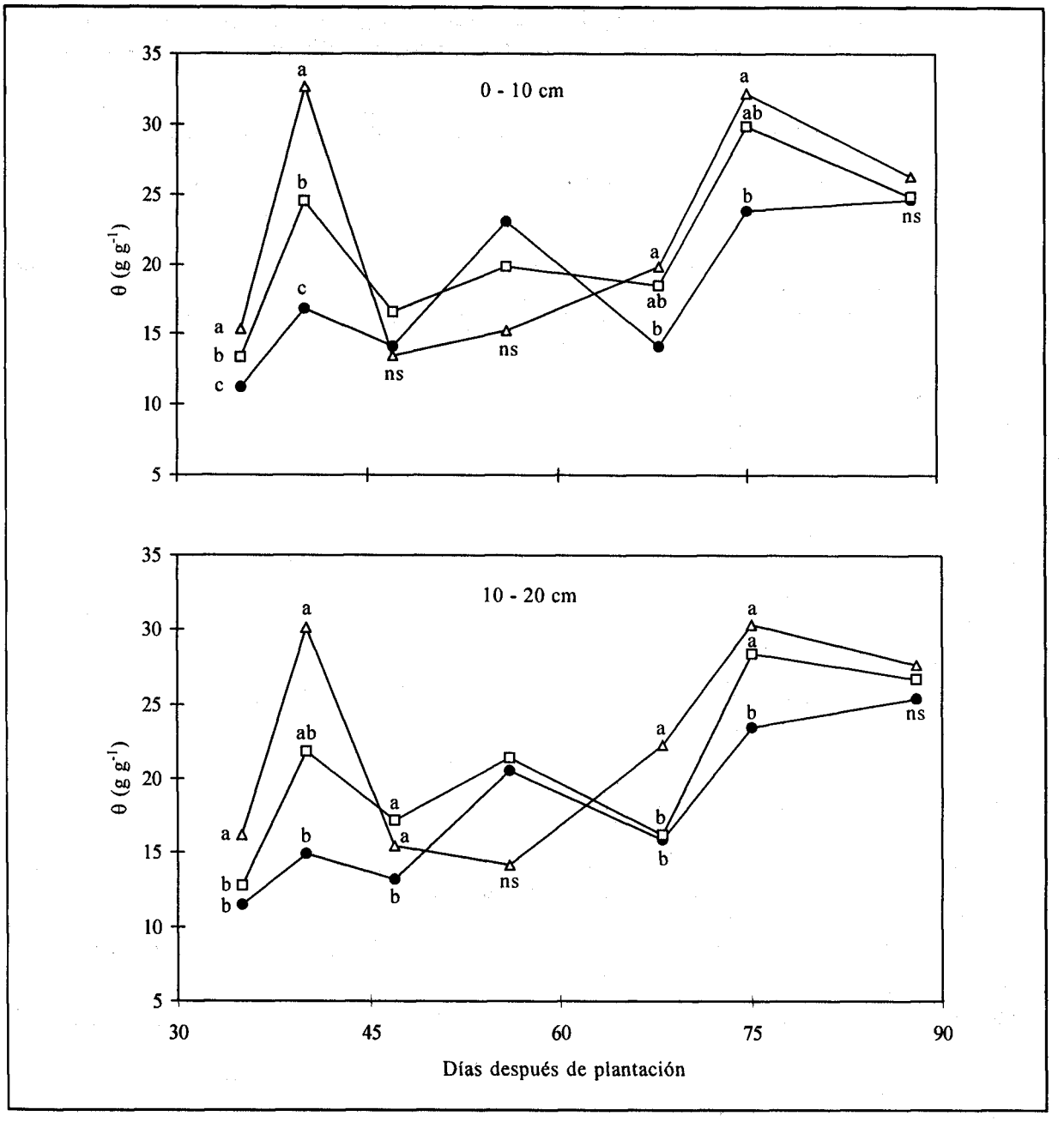

Figura 1. Variación del contenido de humedad del suelo (θ) en función de diferentes cargas de agua (50% Eb •; 90% Eb □; 130% Eb Δ) medido a dos profundidades (0-10 cm y 10-20 cm). Letras distintas en cada punto indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,01$).

Figure 1. Variation in the soil humidity (θ) according to the different volumes of water (50% Pe •; 90% Pe □; 130% Pe Δ) measured at two depths (0-10 cm and 10-20 cm). Different letters at each point indicate significant differences among treatments ($P < 0.01$).

Cuadro 6. Efecto de diferentes cargas de agua y dosis crecientes de nitrógeno sobre algunos parámetros de crecimiento en tomate industrial, evaluados 83 días después de plantación

Table 6. Effect of different volumes of water and increasing nitrogen doses on some growth parameters of processing tomatoes, evaluated 83 days after planting

	Parámetro de crecimiento			
Tratamiento	**Altura de planta (cm)**	**Nº hojas planta^{-1}**	**Nº racimos planta^{-1}**	**Nº frutos planta^{-1}**
50% Eb				
50 kg ha^{-1} N	70,4	168,9	22,2	41,7
150 kg ha^{-1} N	72,6	199,5	25,7	54,6
300 kg ha^{-1} N	66,9	205,8	23,3	49,6
90% Eb				
50 kg ha^{-}N	72,8	189,5	24,8	55,2
150 kg ha^{-1} N	73,4	216,8	32,4	69,9
300 kg ha^{-1}N	73,0	224,2	23,4	51,7
130% Eb				
50 kg ha^{-1}N	74,3	211,9	33,4	66,2
150 kg ha^{-1}N	72,9	211,7	28,2	64,8
300 kg ha^{-1}N	74,9	192,4	24,2	50,7
	n.s	n.s	n.s	n.s

Cuadro 7. Efecto de diferentes cargas de agua y dosis crecientes de nitrógeno sobre la producción comercial de tomate industrial (Mg ha^{-1})

Table 7. Effect of different volumes of water and increasing nitrogen doses on the production of processing tomatoes (Mg ha^{-1})

	Riego			
Nitrógeno	**50% Eb**	**90% Eb**	**130% Eb**	**Promedio N**
50 kg ha^{-1}	77,16a	95,76a	94,87a	89,26
150 kg ha^{-1}	86,15a	80,01b	76,67b	80,94
300 kg ha^{-1}	80,39a	81,71b	80,72b	80,94
Promedio riego	81,23	85,82	84,08	

En cada columna, las medias seguidas por letras iguales no difieren significativamente según test de Duncan ($P < 0,05$).

Cuadro 8. Efecto de diferentes cargas de agua y dosis crecientes de nitrógeno sobre el peso promedio del fruto cosechado (gramos)

Table 8. Effect of different volumes of water and increasing nitrogen doses on the average weight of harvested fruit (grams)

	Nitrógeno			
Riego	**50 kg ha^{-1}**	**150 kg ha^{-1}**	**300 kg ha^{-1}**	**Promedio riego**
50% Eb	110,1	111,8	97,6	106,5
90% Eb	108,8	112,0	106,1	109,0
130% Eb	100,0	108,0	97,2	101,7
Promedio N	106,3A	110,6A	100,3B	105,7

En la última fila, las medias seguidas de letras iguales no difieren significativamente según test de Duncan ($P < 0.05$).

Cuadro 9. Efecto de diferentes cargas de agua y dosis crecientes de nitrógeno sobre los niveles de desecho producidos en tomate industrial (% del total producido)

Table 9. Effect of different volumes of water and increasing nitrogen doses on the quantity of residual tomatoes in processing tomatoes (% of total production)

	Causas del desecho (% del total producido)				
Tratamiento	**Daño por hongos**	**Pudrición apical**	**Golpe de sol**	**Daño de insectos**	**Total desecho**
50% Eb					
50 kg ha^{-1} N	1,33	3,03	2,48	2,10	8,95
150 kg ha^{-1} N	1,15	3,72	2,17	2,29	9,32
300 kg ha^{-1} N	1,56	3,31	2,23	1,74	8,83
90% Eb					
50 kg ha^{-1}N	1,51	3,15	1,88	1,69	8,21
150 kg ha^{-1} N	2,28	2,86	1,46	2,12	8,72
300 kg ha^{-1}N	1,70	2,13	2,17	1,32	7,31
130% Eb					
50 kg ha^{-1}N	1,95	2,28	1,54	1,72	7,48
150 kg ha^{-1}N	2,25	2,80	1,30	2,75	9,09
300 kg ha^{-1}N	1,63	2,57	1,73	1,30	7,23
	ns	ns	ns	ns	ns

Cuadro 10. Efecto de diferentes cargas de agua y dosis crecientes de nitrógeno sobre la calidad del fruto de tomate industrial

Table 10. Effect of different volumes of water and increasing nitrogen doses on the fruit quality of processing tomatoes

Tratamiento	Sólidos solubles (°Brix)	Materia seca (%)
50% Eb		
50 kg ha^{-1} N	4,20	5,5
150 kg ha^{-1} N	4,05	5,9
300 kg ha^{-1} N	4,57	6,3
90% Eb		
50 kg ha^{-1} N	4,29	5,5
150 kg ha^{-1} N	4,11	5,5
300 kg ha^{-1} N	4,09	6,0
130% Eb		
50 kg ha^{-1} N	4,40	6,3
150 kg ha^{-1} N	4,16	5,8
300 kg ha^{-1} N	4,19	5,8
	ns	ns

El pH fue el único parámetro de calidad en el que se observó efecto de los tratamientos (Cuadro 11). No hubo interacción del riego y el N, la acción de cada factor se presentó separadamente. La literatura señala que el pH aumenta o disminuye, dependiendo de las condiciones de suelo y clima de la localidad en que se trabaje, a medida que los niveles de agua aumentan (Rodríguez *et al.*, 1994). Para este ensayo el efecto del riego hizo disminuir el pH, al incrementarse el volumen de agua aplicado de 50 a 90% de Eb. Luego, con 130% de Eb, la respuesta fue poco clara. El efecto del N fue más notorio, obteniéndose un mayor pH con la menor dosis. Esto concuerda con lo determinado por May y González (1994), quienes señalan que con las dosis mayores de N se obtienen valores de pH del fruto significativamente más bajos que con dosis menores.

CONCLUSIONES

- No hubo efecto de los volúmenes de agua aplicados y de las dosis crecientes de N sobre el crecimiento de las plantas de tomate.
- Sobre el rendimiento se observó una interacción entre los niveles de agua y las dosis de N, obteniéndose un efecto favorable con la dosis más baja de N (50 kg ha^{-1}) y los volúmenes más altos de agua (90 y 130% Eb).
- El único parámetro de calidad medido, en el cual se observó efecto de los tratamientos fue el pH del fruto. No hubo interacción, sino efecto principal de riego y de N. A menor dosis de N se obtuvo un pH más alto, igual que con la menor aplicación de agua (50% Eb).

Cuadro 11. Efecto de diferentes cargas de agua y dosis crecientes de nitrógeno sobre el pH del fruto de tomate industrial

Table 11. Effect of different volumes of water and increasing nitrogen doses on the fruit pH of processing tomatoes

	Riego			
Nitrógeno	**50% Eb**	**90% Eb**	**130% Eb**	**Promedio N**
50 kg ha^{-1}	5,9	5,2	5,6	5,6a
150 kg ha^{-1}	5,6	4,9	5,3	5,2b
300 kg ha^{-1}	5,7	5,1	5,0	5,2b
Promedio Riego	5,7A	5,1B	5,3AB	

Medias seguidas por letras minúsculas distintas en última columna y letras mayúsculas distintas en última fila difieren significativamente según test de Duncan ($P < 0,05$).

RESUMEN

En los suelos del valle de Pencahue, recientemente incorporados a la producción intensiva de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se realizó un estudio para evaluar los efectos de la aplicación de distintas tasas de riego y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento y algunos aspectos de calidad del tomate industrial. Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida, con 4 repeticiones, en que el tratamiento principal fue la aplicación de 3 niveles de agua (50, 90 y 130% de evaporación de bandeja por el factor Kc correspondiente al estado fenológico del cultivo) y el sub-tratamiento correspondió a 3 dosis de N (50, 150 y 300 kg ha^{-1}). Se observó una interacción entre los niveles de agua y las dosis de N, obteniéndose un efecto favorable en el rendimiento con la dosis de 50 kg ha^{-1} de N y aplicación de agua equivalente a 90 y 130% Eb. No se observó efecto de los tratamientos sobre las causas de desecho, contenido de sólidos solubles y materia seca de los frutos. El único parámetro de calidad medido, en el cual se observó efecto de los tratamientos fue el pH del fruto. No hubo interacción, sino que efecto principal de riego y de N. A menor dosis de N se obtuvo un pH más alto, igual que con la menor aplicación de agua (50% Eb).

Palabras claves: *Lycopersicon esculentum,* sólidos solubles, materia seca, evaporación de bandeja, pH.

LITERATURA CITADA

ADAMS, P. 1990. Effects of watering on the yield, quality and composition of tomatoes grown in bags of peat. J. Hort. Sci. 65 (6): 667-674.

BASELGA, J. J.; PRIETO, M. H. AND RODRÍGUEZ, A. 1993. Response of processing tomato to three different levels of water and nitrogen applications. Acta Horticulturae 335: 149-156.

CHRISTOU, M.; LEONI, S.; CORNILLON, P.; GAÍNZA, A.; DUMAS, Y.; RODRÍGUEZ, A. AND DIMROUKU, A. 1994. Influence of water and nitrogen availability on yield components of processing tomato in the European Union Countries. Acta Horticulturae 376: 279-281.

DADOMO, M.; GAÍNZA, A. M.; DUMAS, Y.; BUSSIÈRES, P.; MACUA, I.; CHRISTOU, M. AND BRANTHO, X. 1994. Influence of water and nitrogen availability on yield components of processing tomato in the European Union Countries. Acta Horticulturae 376: 271-273.

DEHGAN, B.; DURANDO, J. E., AND YEAGER, T. H. 1994. Symptoms and treatment of Manganese deficiency in *Cycas revoluta* Thumb. HortScience 29 (6): 645-648.

DUMAS, Y.; LEONI, C.; PORTAS, C. A. M. AND BIÈCHE, B. 1994. Influence of water and nitrogen availability on yield components of processing tomato in the European Union Countries. Acta Horticulturae 376: 185-189.

FERREYRA, R. 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.

GONZÁLEZ, M. I. 1997. Alternativas hortícolas industrializables para la zona centro sur. *In*: Anuario del Campo. Publicaciones Lo Castillo S.A. Santiago, Chile. p. 98-104.

LOCASCIO, S. J.; OLSON, S. M., AND RHOADS, F. M. 1989. Water quantity and time of N and K application for trickle-irrigated tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 (2): 265-268.

LOCASCIO, S. J., AND SMAJSTRLA, G. 1996. Water application scheduling by pan evaporation for drip-irrigated tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (1): 63-68.

MENEZES DOS SANTOS, J. R. 1992. Producción de tomate en América Latina y el Caribe. *In*: Izquierdo J., Paltrinieri G., Arias C. (Eds.). Producción, Postcosecha, Procesamiento y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. FAO. Santiago, Chile. p. 173-215.

MAY, D. M. AND GONZÁLEZ, J. 1994. Irrigation and nitrogen management as they affect fruit quality and yield of processing tomatoes. Acta Horticulturae 376: 227-234.

RODRÍGUEZ, A.; LEONI, S.; BUSSIÈRES, P.; DADOMO, M.; CHRISOU, M.; MACUA, I. J. AND CORNILLON, P. 1994. Influence of water and nitrogen availability on yield components of processing tomato in the European Union Countries. Acta Horticulturae 376: 275-277.

RODRÍGUEZ, R.; TABARES, J. M. Y MEDINA, J. A. 1989. Técnicas de cultivo. *In*: Cultivo moderno del tomate. Madrid. España. Editorial Mundiprensa. p. 189.

SADZAWKA, A. 1990. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie La Platina N° 16. 130 p.

SORENSEN, J. N.; JOHANSEN, A. S. AND KAACK, K. 1995. Marketable and nutritional quality of leeks as affected by water and nitrogen supply and plant age at harvest. J. Sci. Food Agric. 68 (3): 367-373.