

RESPUESTA DEL TOMATE PARA CONSUMO FRESCO A LA FERTILIZACION NPK Y A LA PARCIALIZACION DE LA DOSIS DE NITROGENO¹

Response of tomatoes (fresh consumption) to NPK fertilization and to N partial applications

Rafael Ruiz S.²

SUMMARY

Based on three trials on fresh consumption tomatoes, it can be concluded that, when the soil has a low level of N and P, and the yield is about 50 ton/hectare, there is a positive response, up to 120–180 kg of N/hectare and 90 kg of P₂O₅/hectare, with a clear interaction between these nutrients. No response to K was obtained, in spite of the low level of K in the soil (55 ppm).

At the maximum yield, N extraction varied between 100–120 kg/hectare, and P extraction was about 20 kg/hectare. Nitrogen treatments caused a notable increase in the extraction of the other nutrients; P absorption was more related to the addition of N than of P. Nitrogen efficiency was calculated as 50%. Considering this value, N needs (2.7 kg/ton), and soil supply, a model is proposed to calculate N fertilization needs, in relation to potential yield. With 120 N, P absorption efficiency was 15%. Split application of N did not show advantage. However, late applications of N, produced more fruit at the end of the season.

A preliminary foliar standard for fresh consumption tomatoes could be, in NO₃-N: more than 5,400 ppm, at early bloom; more than 3,300 ppm, at fruit forming; and over 800 ppm, at the beginning of color formation.

INTRODUCCION

Al revisar la literatura respecto a experiencias de fertilización y recomendaciones de fertilización en esta especie, sorprende la extraordinaria variación que se produce entre las diferentes áreas de cultivo. En Estados Unidos, en general, se señalan respuestas moderadas a la fertilización NP y no respuesta al K. En Europa, esta especie se cultiva mucho en invernadero y al aire libre; en ambos casos, se señalan recomendaciones de fertilización extraordinariamente altas, que siempre incluyen N, P y K; 400 kg de N, 300 kg de P₂O₅ y 400 kg de K₂O/ha, resultan dosis habituales.

Esta situación se presenta, también, respecto del cultivo del tomate en Brasil, donde existen muchos experimentos, en los cuales las dosificaciones más bajas son aún más altas que las recién anotadas (Oliveira y otros, 1983; Maschio y de Souza, 1982).

Al respecto, existe un problema metodológico que impide sacar conclusiones valederas. El camino frecuentemente elegido para decidir la fertilización, es en base a ensayos, en que se comparan entre sí algunas combinaciones NPK (muchas veces sin consultar testigo), en la misma idea de comparar pesticidas o herbicidas. En el caso de experiencias de fertilización, esta metodología proporciona una información muy limitada y discutible, en base a la cual no es posible plantearse correctamente cual es la alternativa óptima económica. Por otra parte, si bien hay un resultado, se desconocen las relaciones causa—efecto, básicas en cualquier planteamiento científico y que permitan un avance progresivo en el conocimiento del fenómeno.

¹ Recepción de originales: 22 de agosto de 1985.

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

Un camino que ofrece mejores perspectivas, es aquél que busca relaciones consistentes entre los nutrientes y considera los efectos de interés agronómico, en relación con producción y/o calidad. Estas relaciones pueden encontrarse sólo cuando se las estudia en el rango en que los nutrientes son deficitarios. Mientras mayor es la deficiencia relativa, más clara y rápidamente se pueden medir estas relaciones. Combinando esta idea con la de considerar la fertilización como el resultado de un balance, entre la demanda, que es función del rendimiento y de la extracción de nutrientes, y el aporte o poder de suministro del suelo, es posible avanzar en los problemas de fertilización en base a planteamientos más generales, desde los cuales se puede llegar a una situación particular.

Este enfoque será cada vez más efectivo en la medida que se tenga mayor información de los aspectos de aporte del suelo y eficiencia en el uso de abonos por la planta.

Bajo los conceptos recién planteados, es lógico que ocurran todas las situaciones de respuesta, desde nula hasta alta, dependiendo de los dos componentes del balance. Una experiencia que señala claras líneas en esa dirección, es la realizada por Doss, Evans y Johnson (1975): con niveles adecuados de P y K, cuando el rendimiento fue de alrededor de 60 ton/ha, se obtuvo una respuesta al N sólo hasta los 65 kg de N/ha; en las temporadas en que el rendimiento fue mayor (100 ton/ha), la respuesta llegó hasta los 130 kg de N/ha.

En el país, existen pocos antecedentes publicados respecto a la respuesta de este cultivo a la fertilización. Uno de ellos es el trabajo de Alvarado y Rodríguez (1975), en el cual se midió el efecto de diversas dosis de N y P sobre el rendimiento de una variedad de tomate conservero (ES-24). El ensayo señaló una respuesta positiva al N y al P, con una notoria interacción NP. El mayor rendimiento (100 ton/ha) se obtuvo con 150 kg de N y 100 kg de P₂O₅/ha.

El presente trabajo se refiere al análisis de tres ensayos sobre fertilización NPK del cv. Ace 55 VF (consumo fresco), realizados con los siguientes objetivos:

- conocer la respuesta a NPK, en cuanto a producción y calidad, en tomates para consumo fresco;
- conocer la magnitud de la extracción de nutrientes y la eficiencia del uso del N y del P;
- desarrollar estándares de composición nutricional en pecólos, con fines de diagnóstico, y
- conocer el efecto de la aplicación parcializada del N

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se efectuaron en la Estación Experimental La Platina (INIA—Santiago), entre 1981 y 1984. El suelo corresponde a la serie Santiago, de origen aluvial, textura media, profundidad media a delgado, que descansa sobre un substratum fluvio—glacial, de gravas y piedras. El pH es alcalino y hay presencia de carbonato de calcio en el perfil. Los niveles de N mineral (nitratos más amonio) fueron siempre bajos (menos de 20 ppm) y los de P (Olsen) (entre 2 y 5 ppm), estimados bajos. Los niveles de K variaron entre 47 y 110 ppm.

Ensayo Nº 1 (Temporada 1981/82)

En este ensayo, se compararon las dosis 0, 60, 120 y 240 kg de N/ha, en tomates cv. Ace 55. La dosis de P se mantuvo fija en 90 unidades/ha, agregada como superfosfato triple, previo a la plantación. La distancia de plantación fue de 0,4 m sobre la hilera y 1,5 m entre hileras (16.666 plantas/ha). Se consideran cuatro repeticiones, dentro de un diseño de bloques al azar.

En este ensayo el nivel de N mineral fue de 12 ppm, el de P, de 5 ppm y el de K, de 86 ppm, como promedios. La materia orgánica alcanzó a 2,3% y el pH fue de 8,1. La profundidad efectiva del suelo fue sólo de 30 cm.

Se efectuaron evaluaciones de cosecha total y por calidades (calibres); análisis de niveles de NPK en pecólos, considerando la cuarta hoja desde el ápice, en tres épocas (inicio flor, frutos pequeños y frutos en punta); y extracción de nutrientes por la vegetación y la fruta.

Ensayo Nº 2 (Temporada 1982/83)

En este ensayo, se comparó el efecto de cinco dosis de N (0, 60, 120, 180 y 240 kg de N/ha) combinadas con cinco dosis de P (0, 45, 90, 135 y 180 kg de P₂O₅/ha), en un diseño factorial incompleto, en bloques al azar, con 4 repeticiones. Las parcelas fueron de 2 x 5 m, siendo la distancia de plantación 0,3 m sobre la hilera y 1,5 m entre hileras (22.222 plantas/ha).

En un ensayo adyacente, se probó el efecto de 50, 100 y 200 kg de K₂O/ha, agregados al tratamiento de mayor dosificación de N y de P (240 N; 180 P₂O₅).

El nivel promedio de N fue de 13 ppm, el de P, de 5 ppm y el de K, de 55 ppm. El suelo presentó una profundidad efectiva promedio de 45 cm.

Ensayo Nº 3 (Temporada 1983/84)

En esta experiencia se comparó el efecto de la aplicación de 70 y 140 kg de N/ha, como salitre sódico, de

una sola vez en postplantación versus en 2, 3 y 4 parcialidades, considerando diferentes períodos fenológicos; postplantación, inicio de floración, formación de los primeros frutos y frutos en pinta. Además, se agregaron otros tratamientos, que consideraron la aplicación total de 140 kg de N/ha, en floración, frutos pequeños, frutos en pinta y al inicio de la cosecha comercial. Estos tratamientos llevaron un "starter" de 30 kg de N/ha, en postplantación. Todos los tratamientos llevaron 90 unidades de P₂O₅/ha. Las parcelas fueron de 3 x 10 m, bajo un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones. La plantación se efectuó en hileras separadas 1,5 m y a 0,25 m sobre la hilera (26.666 plantas/ha).

El suelo del sector del ensayo mostró una profundidad media de 60 cm. Los niveles de N variaron entre 10 y 14 ppm, los de P, entre 3 y 5 ppm y los de potasio, entre 80 y 110 ppm. El pH fue de 8,1 y la materia orgánica, de alrededor del 2^oo. Cabe señalar que, con el fin de alargar el período de cosecha al máximo, el cultivo se mantuvo permanentemente protegido, en base a aplicaciones muy seguidas de fungicidas e insecticidas, especialmente desde fines de marzo y hasta abril.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayo N° 1

Respuesta al nitrógeno: Los resultados, en cuanto a producción total, aparecen resumidos y expresados gráficamente en la Figura 1, ajustando la respuesta a un modelo de tipo cuadrático. Se observa que la producción se incrementa hasta las 180 unidades de N/ha. Sin embargo, los promedios observados señalarían que la respuesta no continúa aumentando más allá de las 120 u./ha.

En el Cuadro 1 se señalan los valores obtenidos, al estratificar la producción en base a calidades. Se observa que la cantidad de fruta en los calibres mayores (1a + 2a) aumenta hasta una dosis de 120 kg de N/ha; además, sobre esta dosis, no se advierten efectos adversos, en cuanto a aumentar la cantidad de fruta de mala calidad (3a + desecho), incluso hasta los 240 kg de N/ha. Tampoco se observan alteraciones importantes, en cuanto a la proporción de tomates de buena y mala calidad, a través de cosechas sucesivas. La Figura 2 pone de manifiesto que la proporción entre fruta de buena calidad y de mala calidad fue similar en el testigo (N = 0) y con 120 kg de N/ha, a lo largo del período de cosecha. En Brasil (Oliveira y otros, 1981), señalan que el nitrógeno aumentó la cantidad de fruta con "blossom end rot"; sin embargo, dicho efecto se advirtió al comparar dosis extraordinariamente altas (1.000 kg de N/ha) con dosis altas (300 kg de N/ha).

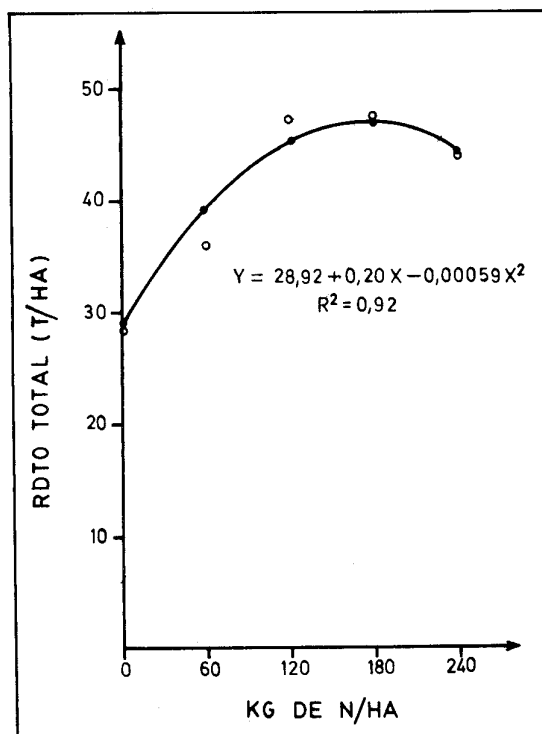


FIGURA 1. Rendimiento total vs. dosis de nitrógeno en tomates cv. Ace 55 VF. 1982.

FIGURE 1. Total yield vs. N doses in tomatoes. 1982.

CUADRO 1. Efecto de los tratamientos nitrogenados sobre la calidad (calibre) del tomate

TABLE 1. Effect of N treatments on tomato quality (caliber)

Tratamiento kg de N/ha	Rendimiento 1a + 2a ton/ha	Rendimiento 3a + desecho ton/ha
0	16,675	13,517
60	19,235	16,757
120	25,740	21,775
180	24,185	21,782
240	23,327	23,310

C.V. 12^oo.

En el presente estudio, no se encontró una relación consistente entre dosis de N y "blossom end rot".

Nitratos en los pecíolos: En la Figura 3 se observa un decrecimiento importante de los niveles de nitratos en pecíolos, a medida que se desarrolla la planta. Por otra parte, se aprecia una relación consistente con la dosis de N aplicado. En base a estos resultados, es posible sugerir algunos valores estándares para tomate, considerando una respuesta positiva hasta las 120

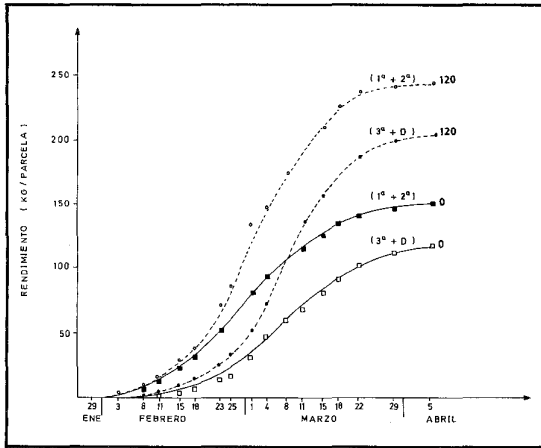


FIGURA 2. Producciones y calidad en cosechas sucesivas de tomate bajo diferentes tratamientos de nitrógeno.
 FIGURE 2. Production and quality of successive tomatoes harvest, with different N treatments.

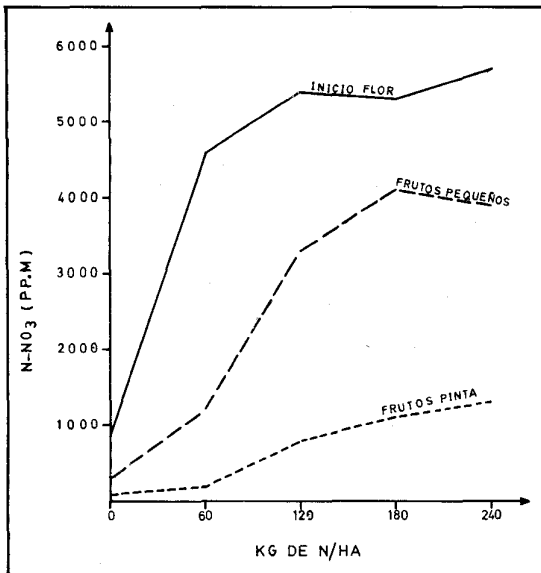


FIGURA 3. Nitratos en pecíolos en relación a dosis de N para tres épocas en tomates Ace 55, 1982.
 FIGURE 3. Nitrates in petioles, with different doses of N, in three periods, in tomatoes.

unidades de N (Cuadro 2). Cabe señalar que la variabilidad del análisis para la primera época resultó bastante alta (C.V. 30%).

Los estándares difieren bastante de los indicados por Lorenz y Tyler (1978): 8.000 ppm, para inicio de flor, 6.000 ppm, para frutos pequeños y 2.000 ppm, para frutos en pinta. Es probable que la diferencia se deba a que en este caso se trataba de tomate conservero.

CUADRO 2. Valores estándares (ppm) sugeridos para concentración de N-NO₃ en pecíolos de tomate para consumo fresco (cv. Ace 55 VF)

TABLE 2. Proposed standards for petiole NO₃-N levels (ppm) in tomatoes (fresh consumption)

Epoca	Deficiente	Bajo	Adecuado
Inicio flor	< 4.600	4.600-5.400	> 5.400
Frutos pequeños	< 1.200	1.200-3.300	> 3.300
Frutos en pinta	< 200	200- 800	> 800

Extracción de nutrientes: La información mundial en cuanto a extracción de nutrientes en esta especie varía bastante, lo cual no es de extrañar, ya que se refiere a rendimientos diferentes y fertilizaciones diferentes. En el Cuadro 3 se presenta la extracción de N, en base al análisis del contenido nutricional de la m.s. de la planta entera, considerando la parte aérea, parte del sistema radicular y la fruta.

CUADRO 3. Extracción de nitrógeno (kg/ha), en relación al tratamiento nitrogenado y al rendimiento de tomates

TABLE 3. Nitrogen extraction (kg/ha) by tomatoes, with different N applications and yields

Dosis N	Extracción			
	Vegetación	Fruta	Total	Rdto. ton/ha
0	17,63	30,99	48,62	30,195
60	27,65	43,97	71,62	35,992
120	53,24	56,52	109,76	47,515
180	63,23	59,86	123,09	43,495
240	57,69	67,22	124,91	44,110

Se observa que la extracción aumentó hasta alrededor de 120 kg de N/ha, valor que resulta inferior a los 150 kg de N señalados por Lorenz (1977). Este aumento fue claro sólo hasta la dosis 120 kg de N/ha, sobre la cual no se observó aumento en producción. La contribución de la vegetación y de la fruta en el total extraído fue variable, de acuerdo a la dosis de N y al rendimiento obtenido, pasando la parte vegetativa de un 36%, en el testigo, a prácticamente un 50%, en las dosis 120 y 180 kg de N/ha.

De acuerdo a estas mediciones, es posible calcular la eficiencia del uso del N, definida como aquella fracción de lo aplicado que se recupera en la biomasa producida. Evidentemente, es necesario descontar la fracción correspondiente a lo que aportó el suelo. Este aporte puede estimarse en lo que extrajo el testigo, que fue 48,62 kg de N/ha. Luego, la eficiencia para las dosis donde se estabiliza el rendimiento, sería:

Eficiencia = Extracción N — Aporte N suelo/Dosis N =
109,76 — 48,62/120 = 50,90/o

Vale decir, de lo aplicado se recupera por el cultivo sólo un 510/o, lo que coincide bastante bien con la que señalan Broadbent, Tyler y May (1980), para esta misma especie. Estos autores, a través del N—15 del fertilizante recuperado en la planta, llegaron a cifras de alrededor del 600/o, para la dosis N—150 en que se estabilizó el rendimiento. Utilizando el método de la diferencia con el testigo (el mismo utilizado en nuestra experiencia), calcularon la eficiencia en un 470/o. Es probable que la cifra real sea 600/o, ya que al menos en nuestra experiencia, no se tomó el total del material vegetal producido (parte del sistema radicular quedó en la tierra).

En cuanto a las extracciones de otros nutrientes, es preciso destacar que el aumento de la dosis de N produce un aumento considerable en la extracción de otros nutrientes, como lo señala el Cuadro 4. Se observa un aumento notorio de la absorción, especialmente del K y del Mg, que prácticamente triplican la extracción del testigo. Esta situación se explicaría porque el N, elemento deficitario, produce un notorio aumento en el desarrollo vegetativo, incluyendo las raíces, las cuales exploran un mayor volumen radicular y absorben el resto de los nutrientes en la magnitud necesaria para cumplir el requerimiento fisiológico. De acuerdo a estos resultados, cabría esperar posibles deficiencias de estos nutrientes, al llegar a niveles altos de productividad y, por lo tanto, de demanda.

Ensayo Nº 2

Respuesta a la fertilización NPK: Los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento total se presentan en el Cuadro 5. Se observa un efecto positivo del N, P y la interacción NP, en los rendimientos totales. Estos efectos quedan más claros al ajustar los datos a una función cuadrática. En la Figura 4 se observa que la respuesta a N se incrementa notoriamente al agregar

CUADRO 4. Extracción de otros nutrientes por efecto del nitrógeno aplicado a tomates

TABLE 4. Other nutrients' extraction, due to N application, in tomatoes

Tratamiento kg de N/ha	Fósforo kg/ha	Calcio kg/ha	Potasio kg/ha	Magnesio kg/ha	Zinc kg/ha
0	11,6	119,5	77,5	12,9	0,20
60	12,3	152,0	96,9	17,3	0,23
120	12,8	215,9	150,3	29,5	0,31
180	19,7	252,6	218,2	33,7	0,33
240	19,8	225,7	202,1	30,3	0,28

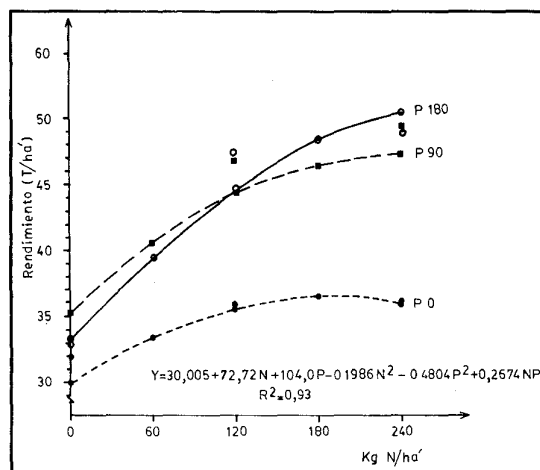


FIGURA 4. Rendimiento total vs. fertilización NP en tomates cv. Ace 55 VF. 1983.

FIGURE 4. Total yield vs. NP fertilization in tomatoes. 1983.

90 ó 180 unidades de P. Estos resultados concuerdan bastante bien con los obtenidos por Alvarado y Rodríguez (1975).

De acuerdo a la ecuación de regresión, la respuesta seguiría aumentando sobre 240 kg de N/ha y 180 kg de

CUADRO 5. Efecto de diferentes combinaciones N x P, sobre el rendimiento total de tomates cv. Ace 55 VF (ton/ha)

TABLE 5. Effect of different N x P combinations on total yield (ton/ha) of tomatoes

N	P2O5 0	P2O5 45	P2O5 90	P2O5 135	P2O5 180	Promedio
0	31,9	33,7*	35,2	35,2*	33,1	33,8
60	33,6*	35,0	40,5*	39,5	39,7*	37,7
120	35,5	41,0*	46,6	45,5*	47,0	43,1
180	36,6*	41,7	46,4*	48,0	48,5*	44,2
240	35,7	42,6*	49,3	50,0*	48,6	45,2
Promedio	34,7	38,8	43,6	43,6	43,3	

*Datos estimados a través de la ecuación de regresión. Sin asterisco, promedio observado.

P205/ha. Sin embargo, los datos de las mediciones reales señalan que el rendimiento se estabiliza con dosis entre 120 y 180 kg de N/ha y con 90 u. de P2O5 (Cuadro 5).

Estos resultados concuerdan, respecto a N, con los obtenidos por Sotomayor, Escaff y Ruiz (1978), donde el rendimiento total de tomates cv Ace 55 VF aumentó significativamente hasta una dosis de 120 kg de N/ha, desde 38,5 ton/ha (testigo) hasta 43,45 ton/ha, llegando hasta 48,4 ton/ha, con 180 kg de N/ha. No concuerdan respecto al P, elemento al cual no se obtuvo respuesta en dicha experiencia, probablemente debido al alto nivel de P-Olsen del suelo (29 ppm).

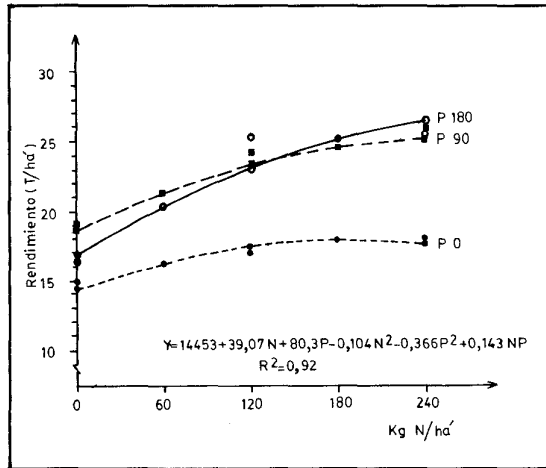


FIGURA 5. Rendimiento de 1a + 2a vs. fertilización NP en tomates cv. Ace 55 VF. 1982.

FIGURE 5. First and second class tomato yields vs. NP fertilization. 1982.

El efecto de la fertilización NP sobre los rendimientos de tomates de buena calidad (1a + 2a), se presenta en la Figura 5 en la cual se ha ajustado la respuesta obtenida a un modelo de tipo cuadrático. Se observa, al igual que en la cosecha total, un efecto claro del N y del P, en aumentar los rendimientos. El efecto del N

aumenta notoriamente al subir las dosificaciones de P, indicando una interacción entre ambos nutrientes.

Respuesta al potasio: No se obtuvo respuesta significativa, a pesar de que el nivel promedio del K en el suelo fue 55 ppm (0,14 meq/100 g), lo cual se considera deficiente. Los datos de extracción, que se señalan en el punto siguiente, indican que, al menos hasta la dosis N-120, la absorción de K sigue aumentando, lo que indicaría que para ese nivel de rendimiento, el elemento no es limitante.

Extracción de nutrientes: La extracción de nutrientes, para algunos tratamientos seleccionados, se presenta en el Cuadro 6. Se observan tendencias similares a las obtenidas en el ensayo anterior: a. aumento en la extracción de N, producto de la agregación del mismo; b. aumento en la absorción de P, producto del tratamiento nitrogenado; y c. aumento en la absorción de K, producto del tratamiento nitrogenado.

El aporte NPK del suelo, estimado biológicamente a través de la extracción del testigo, aumentó, con respecto al ensayo anterior, para N (48 a 63 kg/ha), se mantuvo para P y aumentó para K (77 a 105 kg/ha).

La eficiencia de uso del N, para la dosis N120, fue 48,80/o, semejante a la obtenida en el ensayo anterior (50,90/o). En base a estos valores de eficiencia, es posible estimar la dosis de N que es necesario agregar para otros niveles de rendimiento, en este tipo de suelos; la necesidad de N (promedio de las dos experiencias) es de aproximadamente 2,7 kg de N/ton de fruta. Si al valor resultante se resta el aporte promedio del suelo (55 kg/ha) y se divide por la eficiencia, se obtiene la dosis a agregar. Esta metodología permite estimar dosis de fertilización nitrogenada en otro tipo de suelos, si se llega a conocer o estimar el aporte del mismo.

En el caso del P, es interesante analizar que el aumento en la absorción de este nutriente se debería más a la acción del N que al propio aporte del fertilizante fosfatado. Su adición, sin N, aumenta la extracción total de P desde 11,2 a 13,6 kg/ha, con una eficiencia

CUADRO 6. Extracción de N, P y K para algunos tratamientos NPK, en tomates Ace 55 VF

TABLE 6. Nitrogen, P and K extracción, for some of the NPK treatments, in tomatoes

Tratamientos			Vegetación (kg/ha)			Fruta (kg/ha)			Total (kg/ha)			Rdto.
N	P2O5	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	(ton/ha)
0	0	0	18,0	4,4	23,4	45,0	6,8	82,1	63,0	11,2	105,5	31,9
0	90	0	18,6	4,5	26,2	50,3	9,1	86,9	68,9	13,6	113,1	35,2
120	90	0	43,3	6,7	55,0	78,3	10,8	105,9	121,6	17,5	160,9	46,6
240	90	0	58,3	8,9	53,7	93,8	13,8	112,1	152,1	22,7	165,8	49,3

muy baja (5,8%). Al adicionar 120 unidades de N, esta cifra se eleva a 17,5 kg/ha y a 22,7, con la dosis máxima de N, con eficiencias de 15,3 y 28%, respectivamente. Estos resultados dejan en claro la interacción entre ambos nutrientes: más N, mayor desarrollo de raíces, mayor intercepción del P. Resultados muy parecidos han sido obtenidos en un trabajo anterior, en ajos (Ruiz, 1985).

Ensayo N° 3

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 7. No se produjeron efectos positivos adicionales por la parcialización del N, resultando igual aplicar el elemento de una sola vez en postplantación o parcelado de acuerdo a épocas fenológicas. Incluso, para efectos de la cosecha total, resultó igual la aplicación de la mayor parte del N de una sola vez, en épocas tardías. Es interesante destacar que, bajo esta última modalidad de aplicación, las plantas se mantuvieron durante el período final de cosecha de un color verde más intenso y con un crecimiento más activo, que aquéllas bajo fertilización "normal". Estas diferencias se vieron también reflejadas en la producción de las últimas cosechas, que mostraron tendencia a aumentar, respecto de otros tratamientos. Desgraciadamente, la comparación no pudo continuar en fechas posteriores, debido a que se presentaron heladas, que dañaron totalmente las plantas.

La ausencia de efectos positivos por la parcialización del N en este cultivo, ha sido informada por otros investigadores. Pereira, López y Cavalcanti (1977), en Brasil, señalan igualdad de efectos para la parcialización de 120 kg de N/ha, en 1, 2, 3 y 4 aplicaciones, en dos tipos de suelos (aluvial y latosol). En un suelo de tipo vertisol, hubo ventajas para la aplicación en dos parcialidades. En EUA, Miller y otros (1976) tampoco encontraron efectos positivos adicionales al dividir una aplicación de 80 kg de N/ha, en 2 y 4 parcialidades, en tomates bajo riego por goteo. En dicho ensayo el testigo rindió un 78% del máximo. En el país, Sotomayor (1972) no encontró tampoco diferencias en el rendimiento de tomates Ace 55, al parcializar una aplicación de 150 kg de N/ha, en 1, 2 y 3 parcialidades.

Es posible concluir, entonces, que la parcialización de la dosis de N no produce ventajas sobre una aplicación única en tomates, siendo probable que hayan ventajas en suelos más sujetos a lixiviación, que el de la presente experiencia, que fue de texturas franco-arenosa.

Por último, esta experiencia descartaría ciertos efectos negativos que ocurrirían al aplicar N en floración, como señala Jamick (1966). Según este autor, el nuevo crecimiento, producido por la adición de N, implicaría mal desarrollo de flores y mala fructificación.

CUADRO 7. Efecto de la parcialización y época de aplicación del N en el rendimiento (ton/ha) y calidad de tomates cv. Ace 55 VF, 1984

TABLE 7. Effect of partialization of N application on quality (caliber) and yield of tomatoes

kg N	Tratamiento		Calibre comercial			Total
		Parcialización	1a	2a	3a	
0		—	2,4 b	7,3 b	23,1 a	32,8 b
70		1	5,0 a	15,4 a	27,9 a	48,3 a
70		2	4,1 a	13,3 a	29,5 a	46,9 a
70		3	6,1 a	17,4 a	28,4 a	51,9 a
70		4	3,7 a	14,3 a	31,6 a	49,6 a
140		1	6,9 a	16,2 a	30,9 a	54,0 a
140		2	5,4 a	16,7 a	34,0 a	56,1 a
140		3	4,1 a	17,1 a	29,7 a	50,9 a
140		4	6,4 a	12,1 a	28,7 a	47,2 a
140*		todo inicio flor	7,6 a	15,9 a	32,2 a	55,7 a
140*		todo fruto pequeño	6,5 a	13,8 a	28,7 a	49,0 a
140*		todo fruto en pinta	7,0 a	12,3 a	25,1 a	44,4 a
140*		todo inicio cosecha	5,3 a	14,6 a	25,6 a	45,5 a

Promedios con la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente.

*Estos tratamientos llevan además 30 kg de N/ha, como "starter".

RESUMEN

En base a tres ensayos, es posible concluir que, en suelos con bajo aporte de N, bajos niveles de P—Olsen y producciones de 50 ton/ha, se produce una respuesta positiva, hasta 120—180 kg de N/ha y 90 kg de P₂O₅/ha, existiendo una clara interacción entre ambos nutrientes. No se observó respuesta al K, a pesar de los bajos niveles en el suelo (55 ppm).

En el rendimiento máximo, la extracción de N fluctuó entre 100 y 120 kg/ha, mientras que la de P, fue de alrededor de 20 kg/ha. El tratamiento nitrogenado produjo un notorio aumento en la extracción del resto de los nutrientes. El P aumenta más su absorción como efecto indirecto del N, que por la adición del fertilizante fosfatado. La eficiencia de uso de N se

calculó en 50%. Tomando en consideración este valor, la necesidad de N (aproximadamente 2,7 kg de N/ton) y el aporte del suelo, se plantea un modelo que permite definir la fertilización nitrogenada en relación al rendimiento potencial. La eficiencia de P (en presencia de N—120) fue de 15%. No hubo efectos positivos adicionales con la parcialización de la dosis de N, en cuanto a producción total, observándose sólo una mayor tasa de producción al final del período de cosecha, en los tratamientos que consultaron aplicaciones más tardías.

Un estándar foliar preliminar para tomates de consumo fresco, sería: en inicio de floración, N—nitratos 5.400 ppm; en frutos pequeños, 3.300 ppm y en frutos en pinta, 800 ppm.

LITERATURA CITADA

- ALVARADO, P. y RODRIGUEZ, H. 1975. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre rendimiento y calidad industrial del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) cultivar ES—24. Inv. Agric. (Chile) 1 (2): 90—93.
- BROADBENT, F.E.; TYLER, K.; and MAY, O.M. 1980. Tomatoes make efficient use of applied nitrogen. California Agriculture. 34 (11/12): 24—25.
- DOSS, B.D.; EVANS, C.E.; and JOHNSON, W.A. 1975. Rates of nitrogen and irrigation for tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 (4): 435—437.
- JARRICK, J. 1966. A ciencia da Horticultura. Río de Janeiro, USAID: 202—237.
- LORENZ, O.A. 1977. Fertilizing California tomatoes. American Vegetable Grower 25 (5): 42—67.
- LORENZ, O.A. and TYLER, K.B. 1978. Plant tissue analysis of vegetable crops. En: Soil and plant testing in California. Univ. Calif. Bulletin 1879. p: 11—14.
- MASCHIO, L.M. de A. e DE SOUSSA, G.F. 1982. Adubacao basica, nitrogenio em cobertura, espacamento e desbrota na producao do tomateiro. Pesq. Agropec. Bras. (Brasilia) 17 (9): 1309—1315.
- MILLER, R.J.; BOLSTON, O.E.; RAUSCHKOLB, R.S.; and WOLFE, D.W. 1976. Drip application of nitrogen is efficient. California Agriculture 30 (11): 16—18.
- OLIVEIRA, C.; CARRIJO, O.; OLITTA, A.; NEVILLE, V.B. e RUY FONTES. 1983. Irrigacao por gotejamento com nitrogenio e potasio em tomateiro. Pesq. Agropec. Bras. (Brasilia) 16 (2): 259—263.
- PEREIRA, J.B.; LOPEZ FILHO, F. e CAVALCANTI, M.A.A. 1977. Parcelamento do nitrogenio na cultura do tomateiro industrial, var. Rossol. Anais do XVII Congresso da Sociedade de Olericultura do Brasil, Juazeiro—Bahia. p: 159—160.
- RUIZ, R. 1985. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y respuesta a fertilizaciones NP en ajos. Agricultura Técnica (Chile) 45 (2): 153—159.
- SOTOMAYOR, I.; ESCAFF, M. y RUIZ, R. 1978. Dosis de N x P en tomate. Dosis de K en tomates. Informe Técnico, Temporada 1977—1978. Estación Experimental La Platina (INIA).
- SOTOMAYOR, I. 1972. Abonos nitrogenados por épocas de aplicación en tomates. Informe Técnico, Temporada 1971—72. Estación Experimental La Platina (INIA).