

RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y AL EFECTO ADICIONAL DEL SULFATO DE POTASIO EN UN SUELO USTIFLUVENTS. LA VILLA, PANAMÁ. 1996.

Araiz Cajar Sierra.¹; Florentino Vega ²; José Candelario Cedeño ³

INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*) tiene gran importancia en Panamá, sobre todo por su gran demanda como materia prima industrial y para el consumo fresco.

Investigaciones realizadas en la región de Azuero en los últimos años (Cajar, 1995; Pérez; 1987; Capitaine, 1970) indican que el tomate responde a la fertilización con nitrógeno (N), por lo que se deduce que este elemento debe incluirse en los planes de nutrición del cultivo.

La literatura plantea que el tomate, al igual que otros cultivos, depende del balance del nitrógeno (N) con otros nutrientes. El azufre (S) está muy relacionado con la asimilación y metabolismo del N en la planta de tomate (Hernando, 1964). Cajar (1995) encontró una correlación negativa entre la concentración de N-foliar y la de S-foliar; además, hubo una tendencia a disminuir el S-foliar con el incremento de N aplicado al suelo.

Este trabajo se realizó en la época seca, en un suelo aluvial donde se cultivó tomate industrial por varias temporadas, sin prácticas de rotación de cultivos y dejando el campo en descanso durante la época lluviosa. Además, se han estado aplicando abonos compuestos, exclusivamente con N- P- K.

¹ Ing. Agr., M.Sc. Edafólogo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIAAZ). e-mail: acajar@idiap.gob.pa

² Lic., M.Sc. Biometrista. IDIAP. Nivel Central. e-mail: fvega@idiap.gob.pa

³ Ing. Fitotecnista, NESTLÉ de Panamá.

En el área, los análisis de suelo muestran altos contenidos del P, según reporta Pérez (1987) y Cajar (1995). Este alto contenido de fósforo, puede afectar la absorción de S y del Zn, que es un micronutriente, según se desprende de trabajos realizados en América Latina (Malavolta, 1994).

El efecto del azufre se evaluó en el cultivo de maíz, desarrollado en época lluviosa, en suelos residuales Ustalfs de Azuero (Gordón, 1989) y se encontró respuesta al nutriente, lo que fundamenta este trabajo, ya que se debe fertilizar con azufre, para lograr un buen desarrollo de los cultivos en Azuero.

Trabajos realizados en Cuba por Heredia (s/f), con solución nutritiva, demostró que el tomate, en casa de vegetación, respondió mejor a altas concentraciones de S que con P. Este resultado, comenta el autor, podría estar relacionado con la influencia del azufre sobre el intercambio de carbohidratos, que es similar a los nitratos.

Estudios realizados en Korea (1988) muestran que entre los cultivos con mayor demanda de azufre está el tomate, superando al maíz, la cebolla y la soya. Kemmler (1987) reporta que para obtener 50 t/ha de tomate, el cultivo extraerá 30 kg/ha de azufre. Por otra parte, los productores de las provincias centrales no poseen suficiente información técnica sobre el uso efi-

ciente del N y el S, así como las dosis que maximicen los rendimientos físicos y la rentabilidad en el Tomate Industrial.

Con base a estos antecedentes el presente experimento tuvo los siguientes objetivos:

- 1) Estudiar la respuesta del N en el cultivo del Tomate Industrial para mejorar los rendimientos físicos.
- 2) Evaluar el efecto del sulfato de potasio en presencia de N para determinar su influencia en los rendimientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la época seca (1995-1996), en el Centro Experimental de Azuero en la Nestlé; ubicado entre los 7° 57' de latitud Norte y los 80° 25' longitud Oeste y una altitud de 16.5 msnm, con precipitación promedio anual de 1,000 mm. El área se caracteriza por un clima tropical de sabana (AWI), con temperatura que varía entre 26° y 34° C y 1,000 mm de precipitación promedio anual. Los suelos son terrazas aluviales con textura franca, sometidos a un régimen ústico de humedad. El terreno se inunda durante la época lluviosa.

Se empleó el diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones o bloques, con cuatro tratamientos, tres con

niveles crecientes de N con K_2SO_4 y uno con nivel medio de N, donde se aplicó KCl como fuente de potasio. El Cuadro 1 indica los tratamientos utilizados.

La unidad experimental consistió de una parcela de tres surcos de 5 m de largo y 4.20 m de ancho y una separación de 1.40 m entre surcos. El área de la parcela fue de 21 m².

Los componentes variables fueron los niveles de nitrógeno y la fuente de potasio que fueron K_2SO_4 y el KCl (Cuadro 1).

Los componentes fijos empleados en el ensayo fueron los siguientes:

- Cultivar de tomate, Entero Chico LS903C (de la Nestlé).
- Dosis de P_2O_5 (Superfosfato Triple) y elementos menores.
- Tecnología de manejo del riego, el manejo integrado de plagas y enfermedades, así como las demás prácticas agronómicas.
- Metodología de muestreo y análisis de laboratorio de suelos.
- Programa de distribución de los fertilizantes y el fraccionamiento del nitrógeno.

En los tratamientos 1, 2 y 3 se utilizó como fuente de K_2O , el K_2SO_4 y en el tratamiento 4, el KCl, para aportar el K en ausencia de SO_4^{2-} y poder comparar.

El manejo agronómico se basó en la preparación del suelo con un pase de rastra pesada y el posterior surcado en curvas de nivel. El semillero se hizo siguiendo las normas técnicas recomendadas por la empresa colaboradora y el trasplante se realizó a los 25 días después de la siembra del semillero.

Las características físicas y químicas del suelo donde se realizó el ensayo se presentan en el Cuadro 1. Para hacer este análisis, se tomó una muestra compuesta en cada repetición a una profundidad de 20 cm, en enero de 1996, antes de plantar el experimento. A las muestras de suelo se les realizaron análisis; según la metodología descrita por Díaz-Romeu y Hunter (1978), mientras que la extracción de P y K se realizó con la solución de Mehlich 1; método descrito por Name y Villarreal (1996). Para la determinación del S disponible en el suelo, se empleó la técnica de turbimetría desarrollada por Bettany and Halseted (1972).

La dosis de fertilización y las fuentes para suplir los dos elementos que no participaron en el estudio, se presenta en el Cuadro 2.

A las parcelas se les aplicó todo el superfosfato triple así como el K_2SO_4 y el KCl en los tratamientos correspondientes, a los ocho días después del trasplante (8 ddt). La urea

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS.

N°	Dosis en estudio (kg/ha)		Fuentes (kg/ha)		
	N	SO ₄	Urea	K ₂ SO ₄	KCl
1	50	40	111.1	80	0
2	100	40	222.2	80	0
3	150	40	333.3	80	0
4	100	0	222.2	0	66.7

se aplicó en tres partes, a los 8 ddt, a los 30 ddt y a los 45 ddt.

La única variable de respuesta que se midió fue la producción de tomate frescos por unidad de superficie en kg de fruto /ha. Se realizaron cinco cosechas con intervalos de una semana aproximadamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los tratamientos en los rendimientos

El Cuadro 4 presenta los resultados de rendimiento de frutos del tomate. Los resultados del análisis de varianza, indicaron que hubo diferencia altamente significativa por efecto de los tratamientos.

Efectos de los niveles de N en los rendimientos

Mediante la prueba de "Duncan" (Cuadro 3), se estudió el efecto individual de los niveles de N en presencia de K₂SO₄, donde se encontró que el tratamiento 3 (150 kg de N/ha) superó al tratamiento 1 (50 kg de N/ha), mas no así al tratamiento 2 (100 kg de N/ha). Esto implica que hubo una respuesta del cultivo a los niveles de N como se aprecia en la Figura 1, lo que confirma los resultados encontrados por Cajar (1995), en trabajo realizado el año anterior en el mismo campo experimental, donde encontró que la dosis de 150 kg/ha, supera a los demás tratamientos al obtenerse mejores rendimientos y, además, según el estudio económico también resultó la mejor.

Se hizo un estudio de regresión para determinar la función de respuesta

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO DE RÍO LA VILLA, 1996.

Bloque	Color	A-L-Arc %	pH	mg/kg			Cmol/kg de suelo				mg/kg		
				P	S	K	Ca	Mg	Al	Mn	Zn		
I	P. grisáceo	42-28-30	5.8	210	1.2	134	1.44	0.80	0.1	28	3		
II	P. grisáceo	38-28-34	5.7	210	0.3	157	1.50	0.85	0.1	32	2		
III	P. grisáceo	42-28-30	5.6	124	0.3	161	1.54	0.88	0.2	27	4		
			5.7	181.3	0.6	150.6	1.49	0.84	0.13	29	3		

CUADRO 2. DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y FUENTES DE LOS NUTRIMENTOS DE MANEJO.

Nutrimiento	Fuente de abonamiento	kg del nutrimento/ha	kg del abono/ha
P ₂ O ₅	Superfosfato triple (P ₂ O ₅ = 46%)	75	152.18
	Sulfato de potasio (K ₂ O = 50%)	40	80
K ₂ O	Cloruro de potasio (K ₂ O = 60%)	40	66.7

de los rendimientos por efecto de las tres dosis de N, y se una tendencia lineal, con $R^2 = 0.9324$, lo que demuestra el efecto del nitrógeno sobre los rendimientos de tomate; sin embargo, aún no se encuentra el nivel óptimo, por lo que se infiere que podemos aplicar más nitrógeno y se podría obtener mayores rendimientos.

La Figura 2 indica los resultados del estudio de regresión donde se indica la ecuación resultante.

Estudio del efecto del K_2SO_4 sobre el rendimiento

Tal como se observa en los resultados de la prueba de Duncan, se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos que llevaron sulfato de potasio y el que no llevó este fertilizante, pero llevó KCl. La misma prueba de Duncan, indica que el tratamiento 2, que recibió 100 kg de N/ha más 80 kg de K_2SO_4 /ha superó al tratamiento 4 que recibió la misma cantidad de N y 66.7 kg/ha de KCl, en ausencia del SO_4 ; confirmando el efecto positivo del S en los rendimientos, tal como se observa en la Figura 3.

Posteriormente, se hizo una prueba de contraste entre los tratamientos 1, 2 y 3 que llevaron fuente sulfatada y el 4, en ausencia de ésta. Se confirmó que los rendimientos en este último tratamiento fueron infe-

riores a los demás, con diferencia altamente significativa ($P < 0.0001$).

Este estudio confirma el efecto positivo de la aplicación de azufre en el cultivo del tomate, al igual que los resultados encontrados por Cajar (1991), en evaluación hecha en el Ejido de Los Santos con zapallo, usando el K_2SO_4 , como fuente de azufre y por Gordón (1989), en varios sitios de Los Santos, usando como fuente el $CaSO_4$ en el cultivo de maíz.

CONCLUSIONES

- * El tomate, sembrado en los "bajos" (Ustifluvents) de Río La Villa, responde a la fertilización nitrogenada.
- * La ecuación que describe la función de respuesta nos indica que el nivel de 150 kg de N/ha no es el más recomendable para maximizar los rendimientos de tomate bajo las condiciones edafoclimáticas en que se desarrolló el ensayo y en donde hay respuesta a la fertilización con Sulfato de Potasio.

RECOMENDACIONES

- ❖ Se debe realizar un ensayo donde se evalúe tres niveles de N y tres de S para identificar posibles

CUADRO 3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE FRUTO DE TOMATE. LA VILLA, LOS SANTOS, PANAMÁ. 1996.

N°	Dosis en estudio (kg/ha)		Fuentes (kg/ha)		
	N	SO ₄	Urea	K ₂ SO ₄	KCl
1	50	40	111.1	80	0
2	100	40	222.2	80	0
3	150	40	333.3	80	0
4	100	0	222.2	0	66.7

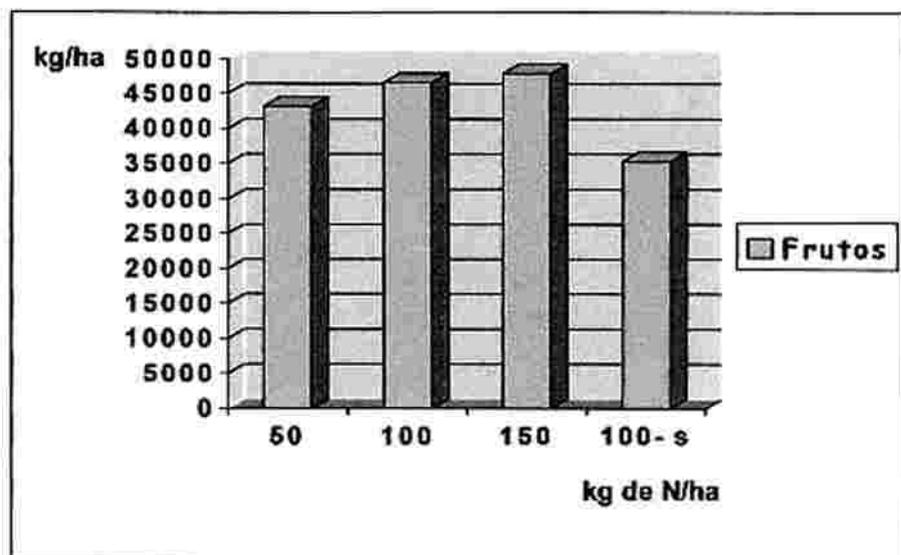


FIGURA 1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE TOMATE FRESCO.

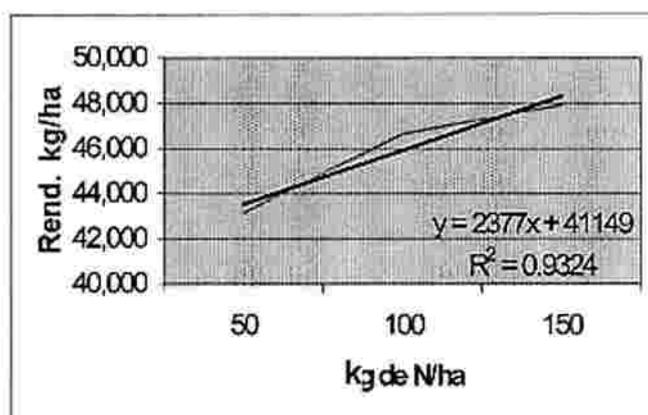


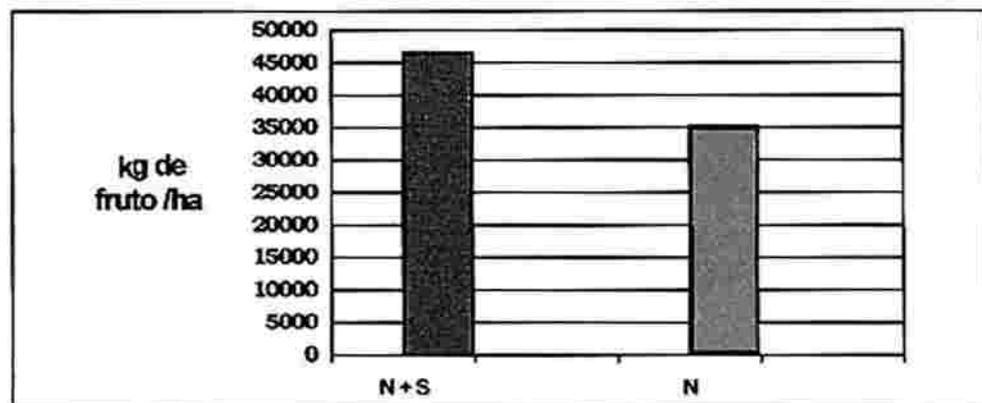
FIGURA 2. RESPUESTA DEL TOMATE A LAS DOSIS DE N APLICADOS. LA NESTLÉ, 1996.

interacciones entre estos dos elementos.

- ✱ Se deben hacer evaluaciones en campo y casa de vegetación para establecer el nivel crítico de S en el tejido y el nivel óptimo de fertilización con azufre en el cultivo en suelos disímiles.
- ✱ Se deben establecer trabajos experimentales en cuyo desarrollo el Laboratorio de Suelos juegue un papel activo desde el diseño, seguimiento (muestreo) y evaluación de resultados.
- ✱ En futuros estudios del N en tomate se deben usar dosis más altas para establecer una función de respuesta que se ajuste al "Platón" y así encontrar el nivel máximo.

BIBLIOGRAFÍA

- BETTANY J. R.; HALSTEAD, E. H.. 1972. An automatic procedure for the nephelometric determination of sulfate in soil extracted. Can. J. Soil Sci. 52:127-129.
- CAJAR S., ARAIZ. 1991. Respuesta del Zapallo (*Cucurbita mochoata*) a dos fuentes de abonamiento con potasio. El Ejido. Presentado ante el encuentro de Investigación Agropecuario en IDIAP Divisa, 1993. (Sin publicar)
- CAJAR S., ARAIZ. 1995 Respuesta del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Bailey) a la fertilización con nitrógeno. La Villa. Presentado al VII Congreso Científico



Nota: N = 100 kg/ha y K_2SO_4 = 80 kg/ha.

FIGURA 3. EFECTO DEL SULFATO DE POTASIO SOBRE LOS RENDIMIENTOS. LA NESTLÉ, 1996.

Nacional Agropecuario organizado por la UNP (Sin Publicar).

CAPITAINE, R. C., 1970. Estudio de fertilidad, Conservación y Mejoramiento de suelo. Recuperación de suelos salinos-alcalinos de Albina, Chitré, Panamá, MAG - FAO. 77 p.

GORDÓN M., R.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 1989a. Evaluación de dosis y métodos de aplicación de Azufre en el cultivo de maíz en tres localidades de Azuero. En Trabajos presentados de los Proyectos Colaborativos en Agronomía, Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma de Maíz (*Zea mays* L.)

HEREDIA, C. s/f. Estudio de la nutrición mineral en plantas mediante el empleo de las Variantes Sistemáticas. Instituto Superior de Ciencias de la Habana, Cuba. 38 p.

HERNANDO, V.; JIMENO, L.; CADAHIA, C. 1964. Estudio del estado de nutrición de las tomaters mediante el análisis de la savia. Anales de Edafología y Agrobiología (España) 23: 65-79.

HOMES, M.; VAN SCHOOR, G. H. 1975. El óptimo de la interacción en el abono mineral de los vegetales. Anales de Fisiología Vegetal. Univ. de Bruselas. Vol. 20, Fasc. 1. p. 59.

- KEMMLER, G.; HOBT, H. 1987. Potash: a product of nature. *International Fertilizer Correspondent* 29 (4) 3419: 112.
- MALAVOLTA, E. 1994. Relación entre el fósforo y el Zinc. *En Informaciones Agronómicas*, INPOFOS, Quito, Ecuador 15: 5-7.
- PÉREZ, F. 1987. Fertilización en Tomate Industrial. Tesis, Ingeniero Agrónomo. Universidad de Panamá. 53 p.
- WANG-KEUN, OH. 1988. Plant Response to Sulphur Application. *In Proceedings International Symposium on Sulphur for Korean Agriculture*. pp. 118-130.