

**RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) A LA
FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO EN UN INCEPTISOL.
LA VILLA, LOS SANTOS, PANAMÁ. 1995-1996.**

**RESPONSE OF TOMATOE TO PHOSPHORUS FERTILIZATION
ON AN INCEPTISOL. LA VILLA, LOS SANTOS,
PANAMA. 1995-1996.**

Araíz Cajar S.¹; José C. Cedeño²; Roberto Cohen³

INTRODUCCIÓN

El cultivo del Tomate (*Lycopersicum esculentum*) se adapta a suelos ligeramente ácidos, con pH entre 5.5 a 7.0, profundos, francos, bien aireados y con fertilización media (Casseres, 1971).

Uno de los principales factores limitantes para el mejoramiento del cultivo, es la falta de conocimientos sobre la demanda de nutrimentos por la planta, en los diferentes tipos de suelos en la región.

La fertilidad del suelo y su fertilización están ligadas a factores como clima, material parental, tiempo y manejo. Para lograr el balance nutricional correcto, se tiene que tomar en cuenta que la dinámica de los procesos en el suelo está determinada por la condición edáfica y climática de cada sitio, ya que este balance puede variar, incluso con la época del año (Homes y Van Schoor, 1975).

El fósforo (P) se caracteriza por ser un elemento poco móvil en el perfil del suelo, debido a su baja solubilidad y a su fijación, sobre todo en los suelos ácidos de las regiones tropicales (Sánchez, 1981). En el suelo, el superfosfato aplicado como fertilizante (fosfato monocálcico), forma una solución de ácido fosfórico con un pH

¹ Ing Agr. M.Sc. Edafólogo. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León". Los Santos, Panamá. e-mail: idiap_azu@cwpanama.net

² Ing. Agr. Fitotecnista. NESTLÉ de Panamá.

³ Ing. Agr. Fitotecnista. MIDA. Los Santos.

de 1.8, que en suelos con buen contenido de cationes básicos, reacciona con el calcio dando origen a la precipitación de fosfatos cristalinos o amorfos, menos solubles; pero se revierte con las reacciones ácidas propias del continuo laboreo y las actividades biológicas en el suelo. También en trabajos citados por Bornemisza (1966), se destaca que en el rango de temperatura de 25° a 35°C, la mineralización del fósforo orgánico es acelerada, siendo el rango de temperatura que predomina en el área donde se condujo este ensayo.

En general, es común que los cultivos respondan a la fertilización con este nutrimento en las provincias centrales, hecho que se corrobora con los trabajos de Gordón y col. (1993) en maíz. Sin embargo, en aquellos suelos que presentan concentraciones mayores de 60 mg/kg, se espera que no haya respuesta significativa a la aplicación de fósforo (Name y Cordero, 1987).

Los productores del área usan como fuente del fósforo el superfosfato triple, el cual generalmente viene contenido en el abono compuesto ("completo"), sobre todo el llamado "mezcla física", el cual se aplica al momento de la siembra, al fondo del surco y luego a los 10 días después del trasplante del tomate. Estas aplicaciones se hacen localizadas junto a la planta. Según Fassbender (1984), esta técnica se usa para lograr una liberación continua y persistente de P desde el abono aplicado

y una concentración a largo plazo en la "zona del fertilizante" para que la planta aproveche en forma óptima el nutrimento aplicado; por lo tanto, resulta muy importante la elección del fertilizante a usarse, la dosis, el tamaño de las partículas, la forma y su época de aplicación.

Según varios estudios hechos en el trópico, la planta de tomate extrae entre frutos y follaje, un promedio de 55 kg/ha de P_2O_5 ; mucho menos que los 205 kg/ha de N y 380 kg/ha de K_2O (Rodríguez, 1996).

Como los productores de las Provincias Centrales no poseen suficiente información técnica sobre el uso eficiente del fósforo, es necesario realizar ensayos de campo para generar la información sobre las dosis y el manejo adecuado de este nutrimento.

El objetivo de este ensayo fue determinar el nivel óptimo de fósforo para el cultivo del tomate industrial, en un inceptisol del Río La Villa, Los Santos, sometido a un régimen ústico de humedad e isohipertérmico de temperatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se inició en diciembre de 1995 con la instalación de los semilleros; el trasplante se realizó el 10 de enero de 1996. El ensayo fue instalado en el Campo Experimental de La Nestlé en Río La Villa, Los Santos.

El sitio del ensayo está ubicado a 10 msnm, con clima tropical y temperatura que varía entre 26° y 34°C. La precipitación promedio del área es de 1,000 mm al año, distribuidos entre los meses de mayo a mediados de diciembre. Los suelos son inceptisoles aluviales con textura franco, sometidos a un régimen ústico de humedad. El terreno se inunda en la época lluviosa.

En el ensayo se evaluaron siete niveles de fósforo a intervalos uniformes: 0, 50, 100, 150, 200, 250 y 300 kg de P_2O_5 .

Los tratamientos fueron ubicados en campo, siguiendo un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

Los tratamientos se aplicaron en parcelas (unidad experimental), con una superficie de 15 m², con tres surcos de ancho, separados 1.25 m entre ellos y 4.00 m de largo. No se dejó "borde" y se hicieron cinco cosechas a partir de la primera quincena de marzo.

Para la fertilización se siguió la técnica de manejo tradicional para la región y que recomiendan autores como Rodríguez (1996) y Jonas (1985), que consiste en aplicar el 100% del fósforo (P), potasio (K) y azufre (S) y el 25% del nitrógeno, ocho días después del transplante (ddt). Posteriormente, se aplicó el resto del nitrógeno (N) en forma de urea, en dos partes, 50% a los 30 ddt y 25% a los 50 ddt. Este plan de fertilización responde a la siguiente dosis de abonamiento: N, 240;

K_2O , 120 y S, 36 kg/ha. Además, se aplicó This Ca en dosis de 2 lt/ha, al momento de la floración.

El manejo de la sanidad vegetal en las parcelas consistió de las siguientes actividades:

▽ Control manual de malezas seguido de una aplicación de paraquat (Gramoxone 20SL, 1lt/ha).

▽ Antes del trasplante, en las raíces de las plántulas se aplicó una mezcla de mancoceb + metalaxil (Ridomil 72 WP, 5 g/lt) con captan (Orthocide 80 WP, 2.5 g/lt).

▽ El control de insectos se realizó con aplicaciones de oxamil (Vidate L 24SL, 5 g/lt) al semillero antes del trasplante; posteriormente, se incorporó al suelo carbofuran (Furadán 10 G, 10 kg/ha).

▽ Para insectos del follaje se aplicó diazinón (Diazinón 60 EC, 1lt/ha) en la etapa vegetativa y de floración; endosulfan (Thiodan 35 EC, 1lt/ha) en la etapa de cuajo de frutos y metomil (Lannate 90 SP, 0.5 kg/ha) después de la primera cosecha.

Las características físicas y químicas del suelo donde se realizó el ensayo se presentan en el Cuadro 1. Para este análisis, se tomó una muestra compuesta en cada repetición a una profundidad de 20 cm, en diciembre de 1995, antes de instalar el experimento. A las muestras de suelo se les realizaron análisis del pH,

bases cambiables, aluminio intercambiable, textura y algunos elementos menores, según la metodología para análisis descriptiva 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 (1990).

Para el análisis del efecto de tratamientos sobre la producción de frutos frescos de tomate, se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

en donde:

Y_{ij}	=	variable de respuesta
μ	=	media general
T_i	=	efecto de fósforo (tratamiento)
B_j	=	efecto de bloque
e_{ij}	=	error experimental

Ajustando la información a este modelo se realizan los análisis de varianza y la prueba de Duncan.

Para determinar la función de respuesta del cultivo a los niveles de P_2O_5 aplicadas, se utilizaron los modelos estadísticos, lineal y cuadrático.

$$Y = b_0 + b_1P$$

$$Y = b_0 + b_1P + b_2P^2$$

En donde:

Y	=	variable de respuesta
b_0	=	efecto de ambiente (constante)
b_1P	=	efecto lineal del fósforo
b_2P^2	=	efecto cuadrático del fósforo

La variable evaluada (parámetros estimados) fue rendimiento de frutos en kg/ha.

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

Bloque	Color	A-L-Arc	pH	mg/kg		cmol/kg de suelo			mg/kg	
		%		P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Zn
I	P. grisáceo	50-28-22	5.5	161	169	1.26	1.1	0.3	43	2
II	P. grisáceo	50-26-24	5.6	177	169	1.25	1.0	0.3	35	1
III	P. grisáceo	46-26-28	5.8	177	228	1.35	1.2	0.2	37	1
\bar{X}			5.6	171.6	188.6	1.28	1.1	0.27	38.3	1.3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento del tomate en respuesta a niveles de fósforo

Los rendimientos producidos en los tratamientos evaluados no mostraron diferencias estadísticas por efecto de las dosis de P_2O_5 aplicadas. También se destaca que el coeficiente de variación fue de 13.85%, aceptable bajo las condiciones en que se desarrolló este ensayo.

En la Figura 1 se observa la tendencia, donde aparentemente hay un aumento entre los niveles de 100 a 150 kg de P_2O_5 /ha, aunque no fue significativo.

Función de respuesta de los rendimientos de tomate y los niveles de fósforo aplicados al suelo

La relación entre las variables independientes (niveles de P_2O_5) y los rendimientos de tomate, queda definida por una función lineal con un $R^2 = 0.62$, considerado bajo, para cualquier predicción. Esto indica que hay posibilidades que los rendimientos estén afectados por otros factores, además de los niveles de fertilización estudiados. Entre los factores que pudieron afectar los rendimientos se pueden mencionar la presión biótica por la mosca blanca y enfermedades micóticas del follaje, además de las limitaciones abióticas, como las altas temperaturas al momento de "cuajado" de frutos, la mala distribución de humedad en el sistema de

riego por gravedad y fuertes vientos, entre otros.

La ecuación de regresión que resultó del análisis estadístico y que predice la producción de tomate fue:

$$Y = 43826.3 + 31.7 P$$

$$R^2 = 0.62$$

En un ensayo de fertilización en tomate, realizado en un "bajo" del Río La Villa, se encontró que los tratamientos que no recibieron el fósforo superaron a los que recibieron altas dosis del mismo, aunque no se encontró diferencia significativa entre medias (Pérez, 1987). En aquel terreno, la concentración de P era de 136 mg/kg de suelo, lo que confirma lo planteado por Name y Cordero (1987).

Los altos niveles de fósforo en los suelos (>150 mg/kg) donde se desarrolló este estudio se presume que sea producto de la acumulación de P en la superficie, como lo demuestran algunos estudios de Fassbender (1984).

Jonas (1985) plantea los factores que se deben tomar en cuenta para hacer una recomendación de fertilización con fósforo:

- ⊗ Nivel de fósforo aprovechable en el suelo (análisis del suelo).
- ⊗ Propiedades químicas del suelo (contenido de hierro y aluminio).

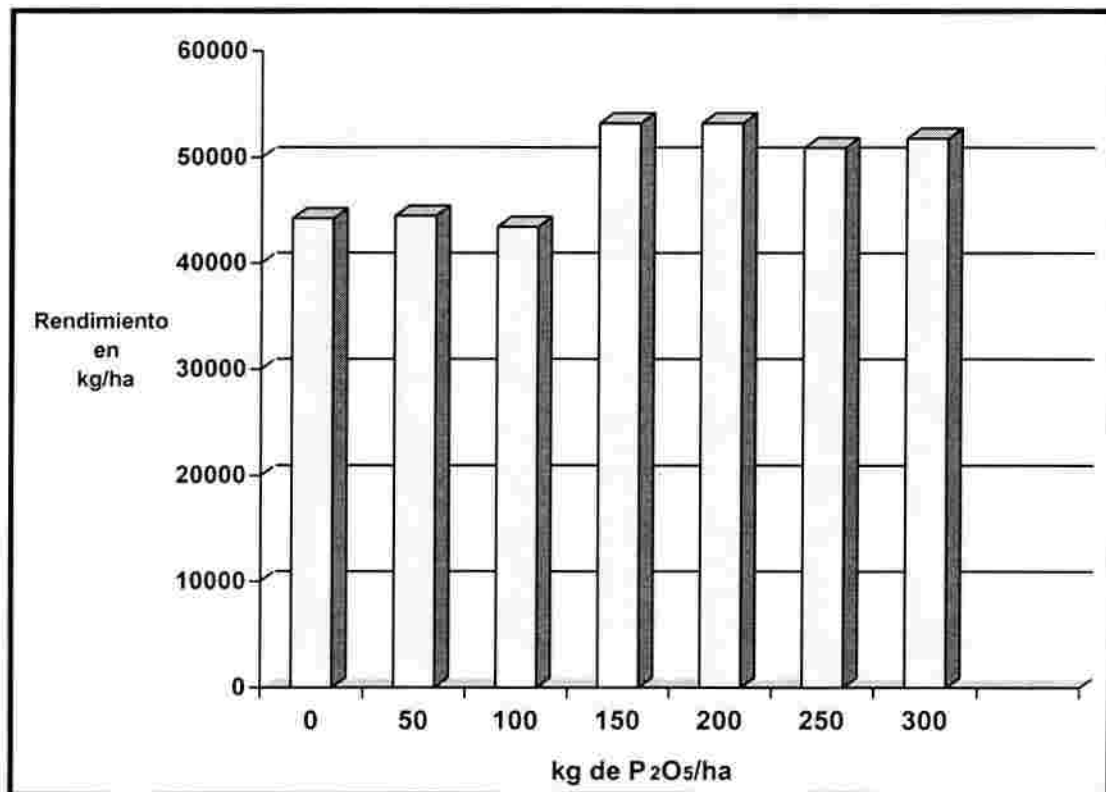


FIGURA 1. EFECTO DE LOS NIVELES DE FÓSFORO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE FRESCO. LA VILLA, LOS SANTOS. 1996.

- ⊗ El cultivar de tomate a utilizar (industrial o de mesa).
- ⊗ Fertilización anterior y manejo.

De acuerdo a lo expuesto por este autor, se considera que los resultados obtenidos tienen mucho que ver con el historial de manejo de los fertilizantes a base de fósforo, en suelos donde no hay fijación del mismo.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de este ensayo, la fertilización con fósforo no afectó los rendimientos de tomate industrial. Se confirma que si el suelo contiene más de 60 ppm de fósforo disponible, la respuesta a este nutriente no es significativa.

RECOMENDACIONES

- ❖ En los suelos con altas concentraciones de fósforo disponible, sólo se debe aplicar una dosis mínima del nutriente para reponer lo extraído por las plantas (55 kg/ha).
- ❖ Realizar ensayos en otras localidades con suelos inceptisoles y alfisoles para identificar la respuesta del cultivo al fósforo, utilizando modelos según un diseño de tratamientos que permita definir, con mayor precisión, una función de respuesta al fósforo.
- ❖ Se debe evaluar niveles de fósforo en combinación con otros nutrientes como el azufre, magnesio y calcio para evaluar las posibles interacciones.

BIBLIOGRAFÍA

- BORNEMISZA, E. 1966. El fósforo orgánico en suelos tropicales. IICA. Revista Turrialba (Costa Rica) 16 (1): 33-38.
- CASSERES, E. 1971. Producción de Hortalizas. Herrero Hermanos. pp. 240-242.
- DIAZ-ROMEY, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigación de invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 61 p.
- FASSBENDER, H. W. 1984. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. IICA. 4ª reimp. San José, Costa Rica. pp. 268-302.
- GORDON, R. y col. 1993. Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fósforo y azufre en la región de Azuero. Panamá, 1989-1992. En Síntesis de los resultados experimentales del programa de maíz, IDIAP-PRM, 1992-93. pp. 64-69.

- HOMES, M.; VAN SCHOOR, G.H. 1975. El óptimo de la interacción en el abono mineral de los vegetales. *Anales de Fisiología Vegetal*. Universidad de Bruselas. Vol. 20. fasc. 1. 59 p.
- JONAS, J. 1985. Recomendaciones sobre la aplicación de fertilizantes y cal en el cultivo de Tomate. *Miscelánea Técnica N° 7*. IDIAP, Panamá. 13 p.
- NAME, B; CORDERO, A. 1987. Recomendaciones para la fertilización de suelos. Hoja guía para el cultivo. *En Compendio de los resultados de investigación presentados en la Jornada Científica*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- NAME, B; VILLARREAL, J. 1990. Manual de laboratorio de suelos. Divisa, Panamá, IDIAP. (Sin publicar).
- PÉREZ, M., F. J. 1987. Fertilización en Tomate Industrial. (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad DINA. Universidad de Panamá. Tesis, Ingeniero Agrónomo. 53 p.
- RODRÍGUEZ S., F. 1996. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. A.G.T. Editor, S.A. 3ª reimp. México, D.F. 157 p.
- SÁNCHEZ, P. 1981. Suelos del Trópico. Características y manejo. Edilberto Camargo (Tr.). San José, Costa Rica. IICA. 660 p.