

---

# CAPÍTULO 3

## DOSIS ÓPTIMA DE FERTILIZACIÓN

### EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE (*SOLANUM* *LYCOPERSICUM L.*) A DOBLE TALLO

---

Florinda García Pérez<sup>1</sup>  
Delia Rosa Aragón Peralta<sup>2</sup>  
César Sánchez Hernández<sup>3</sup>  
Guillermina García Figueroa<sup>4</sup>  
Miguel Ángel Sánchez Hernández<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Novauniversitas, Carretera Oaxaca-Puerto Ángel Kilómetro 34.5, 71513 Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México. Correo para correspondencia: florgp@novauniversitas.edu.mx

<sup>2</sup> Novauniversitas, Carretera Oaxaca-Puerto Ángel Kilómetro 34.5, 71513 Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México.

<sup>3</sup> Novauniversitas, Carretera Oaxaca-Puerto Ángel Kilómetro 34.5, 71513 Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México.

<sup>4</sup> Novauniversitas, Carretera Oaxaca-Puerto Ángel Kilómetro 34.5, 71513 Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México.

<sup>5</sup> Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Av. Ferrocarril s/n C.P. 68400. Loma Bonita, Oaxaca, México.



## **Resumen**

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de N, P y K sobre el crecimiento y desarrollo de tomate a doble tallo en condiciones controladas. La investigación se realizó en San Pedro Amatlán, Miahuatlán, Oaxaca, de septiembre de 2023 a febrero de 2024. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron dosis de 0, 80, 160, 240 y 320 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno; 0, 20, 40, 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0, 30, 60, 90 y 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro del tallo, área foliar/planta, peso de frutos/planta, número de frutos/planta y diámetro longitudinal y ecuatorial de frutos. El análisis de varianza mostró que la dosis intermedia (80-40-60) manifestó un mayor crecimiento, diámetro de tallo, área foliar e incremento en el número de frutos/planta. Se concluye que aportes intermedios de NPK generaron los mayores rendimientos (146.16 t ha<sup>-1</sup> y 138 t ha<sup>-1</sup>), evidenciando una mayor eficiencia en el uso de nutrientes sin necesidad de recurrir a las dosis más elevadas.

**Palabras clave:** tomate, fertilización edáfica, NPK, dosis óptima.

## **Abstract**

*The aim of this study was to evaluate the effect of different levels of N, P and K on the growth and development of double-stemmed tomatoes under controlled conditions. The research was conducted in the community of San Pedro Amatlán, Miahuatlán, Oaxaca, from September 2023 to February 2024. The experimental design was completely random blocks with four replications. We evaluated the following levels of fertilizer: 0, 80, 160, 240 and 320 kg ha<sup>-1</sup> N; 0, 20, 40, 60 and 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; and 0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. The variables evaluated were stem height and diameter, leaf area, fruit and plant weight, number of fruits per plant, and fruit longitudinal and equatorial diameter. The analysis of variance showed that the intermediate dose (80-40-60) resulted in greater growth, stem diameter, leaf area, and an increase in the number of fruits per plant. It is concluded that intermediate NPK applications generated the highest yields (146.16 t ha<sup>-1</sup> and 138 t ha<sup>-1</sup>),*

*demonstrating greater nutrient use efficiency without the need for the highest doses.*

**Key words:** *tomato, soil fertilization, NPK, optimal dosage.*

### **Introducción**

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las especies hortícolas más producidas en México, debido a que tiene importancia no sólo como generador de divisas, sino también por la elevada derrama económica que genera (Reyes *et al.*, 2017 como se citó en Gómez *et al.*, 2022). La producción nacional se concentra principalmente en los estados del norte del país, Sinaloa, San Luis Potosí y Michoacán (SIAP, 2023), mientras que en Oaxaca representa un componente relevante de la economía local, distribuyéndose mayormente en Valles Centrales (86.5%), seguida de la Mixteca (6.97%), Sierra Juárez (3.69%), Cañada (2.11%) e Istmo (0.7%) (SIAP, 2024).

Para optimizar la producción, es fundamental considerar la dosificación correcta, el momento oportuno de aplicación, los nutrientes adecuados para cada etapa del cultivo y la técnica de aplicación. En consecuencia, resulta esencial que los productores cuenten con información suficiente y actualizada para un manejo eficiente del cultivo (Leguizamón *et al.*, 2024).

Diversos estudios han evaluado el efecto de la fertilización y el manejo agronómico en el rendimiento y calidad del tomate (*S. lycopersicum*). Arellano *et al.* (2006) analizaron nueve esquemas de nutrición de N, P, K, Ca y Mg en el cultivar Tequila y encontraron que las combinaciones 200-120-120-0-0 y 300-150-300-25-25 kg ha<sup>-1</sup> incrementaron significativamente el número y peso de frutos. De manera similar, Lozano *et al.* (2023) reportaron que, en tomate indeterminado, el fertirriego con 140-60-200 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K permitió alcanzar el mayor número de frutos y rendimiento.

Finalmente, Mngoma *et al.* (2022) evaluaron diferentes sistemas de conducción en tomate indeterminado en ambiente protegido, concluyendo que la conducción a doble tallo o dos plantas por maceta aumentó el número de frutos y el índice de color, optimizando el rendimiento y la calidad del cultivo.

De acuerdo con investigaciones realizadas, la fertilización edáfica es una buena alternativa para reducir costos de producción al depender

menos de los fertilizantes solubles, corregir los índices de fertilidad del suelo e incrementar las reservas de P que mejoren su eficiencia de uso a largo plazo (Barrios *et al.*, 2015). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de N, P y K sobre el crecimiento y desarrollo de tomate a doble tallo en condiciones controladas.

### *Estado del arte*

En tomate se ha evaluado el rendimiento de fruto en plantas injertadas y conducidas a doble tallo en condiciones de invernadero (Kalykov y Polat, 2023), y en respuesta a fertilización orgánica (Hernández, 2011) e inorgánica (Barrios *et al.*, 2015; Leguizamón *et al.*, 2024) conducidas a un tallo. Ante las malas prácticas del uso de fertilizantes convencionales, incremento de los precios de fertilizantes y semillas, y al aumento de la superficie cultivada en el estado de Oaxaca, destaca la importancia de generar una dosis óptima de fertilización para plantas de tomate a doble tallo; es decir, la cantidad de insumo que maximiza la rentabilidad de este cultivo y que al aportarle una mínima dosis de fertilización el cultivo incremente su producción y al aplicar estos fertilizantes tenga un menor impacto en la contaminación ambiental. En la actualidad no se cuenta con información específica sobre el manejo de una dosis óptima de fertilización con NPK en plantas de tomate a doble tallo; por ello, es importante generar información que potencialice la producción y que además permita reducir la contaminación ambiental.

### *Materiales y métodos*

El estudio se realizó en un invernadero de 200 m<sup>2</sup> ubicado en la comunidad de San Pedro Amatlán, Miahuatlán, Oaxaca, en la región de la Sierra Sur, con coordenadas de 16° 19' 36.202'' de latitud Norte y 96° 26' 54.316'' de longitud Oeste, a una altitud de 1,565 metros sobre el nivel del mar y una precipitación anual de 600 mm (Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI], 2024).

Las condiciones del suelo fueron: pH 7.89, materia orgánica 0.87%, nitrógeno 16 ppm, fósforo 40 ppm, potasio 210 ppm, calcio 3870 ppm, Fe 10.30 ppm, CIC 27.23 Meq/100 gr, densidad aparente 0.94 gr/ml. Arena 77%, limo 14% y arcilla 9% generaron una textura de suelo franco arenoso. Los resultados obtenidos en el análisis de

suelo mostraron un pH alcalino de 7.89. Para su corrección, se aplicaron 20 kg de azufre agrícola por cada 200 m<sup>2</sup>, incorporados manualmente para garantizar una mezcla homogénea.

Posteriormente, se verificó el pH con un medidor portátil (Genérica), registrándose un valor de 6.8, lo que confirmó la corrección de la alcalinidad antes de iniciar el experimento.

Se utilizaron plántulas de tomate (*S. lycopersicum* var. Super óptimo), en un estado vegetativo de tres hojas verdaderas. El trasplante se realizó en cuatro camas de 0.50 m de ancho x 20 m de largo, se sembró a una distancia de 40 cm entre plantas y un metro entre filas y la inducción a doble tallo se realizó a los 21 días después del trasplante (DDT). Cada cama se dividió al azar en nueve tratamientos, ocho con NPK y un testigo (Tabla 1). Las plantas se fertilizaron con dosis de 0, 80, 160, 240 y 320 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno; 0, 20, 40, 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 0, 30, 60, 90 y 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, mediante las fuentes de urea (46-00-00), Superfosfato simple de calcio (00-20-00) y cloruro de potasio (00-00-60).

**TABLA 1.** TRATAMIENTOS SELECCIONADOS PARA DETERMINAR LA DOSIS ÓPTIMA DE FERTILIZACIÓN DE NPK EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE TOMATE A DOBLE TALLO

	N	P	K		N	P	K
T <sub>1</sub>	240	40	60	T <sub>5</sub>	160	40	30
T <sub>2</sub>	160	60	90	T <sub>6</sub>	320	60	90
T <sub>3</sub>	80	40	60	T <sub>7</sub>	240	80	90
T <sub>4</sub>	160	20	60	T <sub>8</sub>	240	60	120
				T <sub>9</sub>	Testigo sin fertilizar		

Se realizaron cuatro fertilizaciones durante todo el ciclo del cultivo tomando en cuenta la dosis requerida por tratamiento. Las aplicaciones se realizaron a los 15, 35, 55 y 75 días después del trasplante (DDT). El control de malezas fue manual y se hizo un control químico de plagas y enfermedades.

Se generaron 14 tratamientos mediante la Matriz Plan de Puebla para tres factores de los cuales sólo se eligieron ocho (tabla 1), con la finalidad de reducir los costos experimentales y maximizar la eficiencia de estimación de respuesta, además se incluyó un testigo sin fertilizar.

El diseño fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones y nueve tratamientos. Cada unidad experimental estuvo constituida por tres plantas, por lo que la investigación requirió de 108 plantas.

Durante tres meses se realizó el seguimiento en campo (etapa vegetativa), registrando altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT) y área foliar (AF) a los 60, 90 y 120 DDT. La AP se midió desde el cuello hasta la yema apical con cinta métrica; el DT con un vernier digital en la porción media, y el AF mediante mediciones de largo (L) y ancho (W) de las hojas, siguiendo la metodología y fórmula de Bouzo *et al.* (2001).

$$FA = 0.34 (W * L) - 9.31 \quad (1)$$

Durante la etapa reproductiva se registraron las variables de Peso de Frutos por Planta (PFP), Número de Frutos por Planta (NFP), Diámetro Longitudinal (DLF) y Ecuatorial de Frutos (DEF), considerando cuatro cortes, conforme a la práctica local de los productores. Para PFP se utilizó una báscula digital de 40 kg marca Gutstark. El DLF y DEF, se midió con la ayuda de un vernier de capacidad 200 mm marca Tramontina.

La información se sometió a un análisis de varianza (ANOVA), mediante el procedimiento GLM y se complementó con una prueba de comparación de medias Duncan ( $\alpha = 0.1$  y  $0.05$ ). Para el análisis de todos los parámetros, se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 9.3 (SAS, 2010).

### ***Resultados y discusión***

Al estudiar diferentes niveles de fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate conducido a doble tallo, el análisis de varianza detectó diferencias significativas respecto a las variables observadas.

#### *Variables de crecimiento*

##### *Altura de planta (cm)*

El análisis de varianza evidenció diferencias significativas en la altura de planta entre los tratamientos evaluados (tabla 2). La prueba de

Duncan ( $\alpha = 0.1$ ) confirmó una clasificación estadística definida, en la cual los tratamientos T3 (80-40-60) y T1 (240-40-60) registraron las mayores alturas de planta, con promedios de 189 cm y 188.49 cm, respectivamente.

Los tratamientos T2 (160-60-90), T4 (160-20-60) y T5 (160-40-30) presentaron valores similares, sin diferencias estadísticas entre ellos. Finalmente, el tratamiento T9 (testigo) obtuvo la menor altura promedio, con 169.22 cm.

El tratamiento 3 (80-40-60) presentó la mayor altura de planta, lo que sugiere que una dosis intermedia de fertilización puede ser suficiente para favorecer el crecimiento en altura, sin necesidad de aplicar cantidades excesivas de nutrientes. Esto concuerda con lo planteado por Castellanos *et al.* (2000), quienes señalan que una fertilización equilibrada promueve un adecuado desarrollo vegetal sin generar excesos que puedan afectar el rendimiento. Por lo contrario, el tratamiento 6 (320-60-90), que presentó mayor contenido de nitrógeno, no generó un incremento en la altura de la planta ni en el rendimiento, lo cual sugiere que un exceso de este nutriente no necesariamente se traduce en un mejor desarrollo del cultivo. Tal como lo señalan Romojaro *et al.* (2006), un exceso de nitrógeno favorece el desarrollo de la parte aérea, pero afecta negativamente la calidad, firmeza y, en consecuencia, el rendimiento comercial del fruto.

Por otra parte, el tratamiento 9 (testigo) presentó la menor altura de planta. Este resultado puede atribuirse a la ausencia de fertilización, lo cual limitó la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento vegetativo, especialmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), que son fundamentales en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Según Castellanos *et al.* (2000), el suministro equilibrado de macronutrientes es clave para alcanzar un crecimiento óptimo, y su deficiencia puede traducirse en un desarrollo limitado y baja productividad.

### *Diámetro de tallo (mm)*

Los mayores grosores de tallo se registraron en los tratamientos T3 (80-40-60), T4 (160-20-60) y T5 (160-40-30), con valores entre 8.61 mm y 8.82 mm. Los tratamientos T1 (240-40-60) y T7 (240-80-90) mostraron grosores intermedios, mientras que el

menor valor correspondió al testigo (T9). Estos datos coinciden con lo reportado por Méndez (2019), quien indicó que con la aplicación de fertilizantes químicos obtuvo diámetros de tallos de 8.72 mm, 8.38 mm y 7.79 mm. Por otro lado, García (2023), reportó que con la dosis de 180-40-80 generó los mayores diámetros de tallo, lo que resulta similar a los resultados obtenidos con las dosis del tratamiento T4 y T5; además, menciona que a partir de los 42 DDT el crecimiento es continuo, pero con menor magnitud y a los 56 DDT el crecimiento del tallo es mínimo y hasta incluso se detiene.

**TABLA 2. PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA CON N, P Y K SOBRE LAS VARIABLES VEGETATIVAS EN PLANTAS DE TOMATE CONDUCIDAS A DOBLE TALLO**

Trat	Dosis de fertilización N-P-K	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)
1	240-40-60	188.49±0.63 a	8.13±0.30 abc
2	160-60-90	186.30±0.65 ab	8.32±0.33 ab
3	80-40-60	189.00±0.48 a	8.82±0.35 a
4	160-20-60	183.57±0.63 ab	8.61±0.34 a
5	160-40-30	183.81±0.54 ab	8.72±0.26 a
6	320-60-90	175.12±0.51 bc	8.38±0.29 ab
7	240-80-90	176.59±0.57 bc	8.17±0.34 abc
8	240-60-120	178.66±0.59 abc	7.91±0.27 bc
9	Testigo	169.22±0.49 c	7.59±0.26 c

Medias con la misma literal dentro de cada variable son estadísticamente iguales (Duncan,  $p \leq 0.1$ ).

### *Área foliar (cm<sup>2</sup>)*

El área foliar presentó diferencias significativas entre los tratamientos (tabla 3). Los valores más altos se observaron en T3 (80-40-60) y T2 (160-60-90), con promedios cercanos a 350 cm<sup>2</sup>.

Los tratamientos T5 (160-40-30), T6 (320-60-90), T4 (160-20-60) y T7 (240-60-90) mostraron valores intermedios sin diferencias estadísticas entre ellos.

Por su parte, los menores valores correspondieron a T1 y T8, aunque no fueron significativamente inferiores al testigo (T9). Hernández (2011), menciona que el área foliar tiene un mayor impacto en las hojas, ya que éstas poseen una mayor capacidad de fotosíntesis y, por ende, mayor producción de fotosintatos. Además, contribuyen a la generación de raíces, lo que permite que la planta tenga éxito y resistencia ante el estrés. Por otro lado, Kozlowsky *et al.* (1991, como se citó en Hernández, 2011), indica que la determinación del área foliar es crucial para las plantas, ya que tiene gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo.

**TABLA 3. PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA CON N, P Y K SOBRE EL DESARROLLO DEL ÁREA FOLIAR EN PLANTAS DE TOMATE CONDUCIDAS A DOBLE TALLO**

Trat	Dosis de fertilización N-P-K	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
1	240-40-60	288.17±0.001 c
2	160-60-90	345.83±0.002 a
3	80-40-60	349.32±0.002 a
4	160-20-60	325.48±0.002 abc
5	160-40-30	334.58±0.001 ab
6	320-60-90	338.11±0.002 ab
7	240-80-90	328.76±0.002 abc
8	240-60-120	292.07±0.001 c
9	Testigo	299.13±0.001 bc

Medias con la misma literal dentro de cada variable son estadísticamente iguales (Duncan, p≤0.05).

### *Variables de rendimiento*

#### *Número de frutos/planta*

El mayor número de NFP se registró en T3 (80-40-60) y T5 (160-40-30), con promedios de 7.46 (FP) y 7.32 (FP), respectivamente

(tabla 4). Por su parte, los tratamientos T6 (320-60-90) y T7 (240-80-90) presentaron promedios similares, con 6.62 (FP) y 6.60 (FP). El menor número de frutos se observó en T8 (240-60-120), con un promedio de 5.86 frutos por planta, aunque sin diferencias significativas respecto al tratamiento testigo (T9). Picado y Aguirre (2016) evaluaron tres cultivares de tomate en relación con tres dosis de fertilización y reportaron un promedio de 4.33 y 4.97 frutos por planta. Estos valores fueron superados por lo obtenidos con los tratamientos T3 (80-40-60) y T5 (160-40-30), que alcanzaron 7.46 FP y 7.32 FP, respectivamente. Rizo y Meza (2015) obtuvieron un promedio de 6.62 tomates por planta, un resultado similar al alcanzado con los T6 (320-60-90) y T7 (240-80-90). Por lo anterior, se observó que prácticas como la fertilización, poda, riego y control de plagas y enfermedades son determinantes para la productividad del tomate.

#### *Peso de frutos/planta (g)*

El peso de frutos por planta mostró diferencias significativas entre tratamientos (tabla 4). El mayor rendimiento se obtuvo en T4 (160-20-60), con 609 g/planta. Los tratamientos T1 (240-40-60), T2 (160-60-90) y T5 (160-40-30) presentaron pesos intermedios (570 g/planta) y el menor rendimiento correspondió al testigo (T9), con 450 g/planta. Estos resultados evidencian que el rendimiento de una planta está estrechamente relacionado con la genética, prácticas de manejo agronómico y las condiciones edafoclimáticas, los cuales actúan de manera conjunta para definir el desempeño productivo de la planta. Esta interacción determina la eficiencia en la absorción de nutrientes, el crecimiento vegetativo y la capacidad de formación y llenado de frutos.

De acuerdo con la ficha técnica de la variedad “Súper Óptimo”, el peso de los frutos oscila entre 120 gramos y 130 gramos. Sin embargo, en este estudio no se lograron obtener frutos con dichas características, lo cual podría atribuirse a la influencia de diversos factores tanto abióticos (como condiciones climáticas, características del suelo y manejo del riego) como bióticos (plagas, enfermedades y competencia entre plantas, entre otros).

**TABLA 4. PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA CON N, P Y K SOBRE EL NÚMERO Y PESO DE FRUTOS EN PLANTAS DE TOMATE CONDUCIDAS A DOBLE TALLO**

Trat	Dosis de fertilización	Número de frutos/planta	Peso de frutos/planta (kg)
1	240-40-60	6.85±0.43 ab	0.570±0.03 ab
2	160-60-90	6.71±0.46 ab	0.575±0.04 ab
3	80-40-60	7.46±0.42 a	0.560±0.3 abc
4	160-20-60	7.01±0.49 ab	0.609±0.04 a
5	160-40-30	7.32±0.48 a	0.571±0.03 ab
6	320-60-90	6.62±0.45 abc	0.474±0.03 bc
7	240-80-90	6.60±0.53 abc	0.497±0.04 bc
8	240-60-120	5.86±0.46 c	0.508±0.07 abc
9	Testigo	6.21±0.43 bc	0.459±0.03 c

Medias con la misma literal dentro de cada variable son estadísticamente iguales (Duncan,  $p \leq 0.1$ ).

#### *Diámetro longitudinal de frutos (mm)*

El diámetro longitudinal de los frutos mostró diferencias entre tratamientos (tabla 5). El mayor valor se registró en T2 (160-60-90) con un valor promedio de 62.63 mm. Valores intermedios se observaron en T3 (80-40-60), T5 (160-40-30) y T7 (240-80-90), mientras que T8 presentó 57.33 mm y el menor diámetro correspondió a T6, con 55.23 mm. Estos resultados coinciden con Leguizamón *et al.* (2024), quienes, al estudiar el efecto de fertilización potásica, produjeron frutos con un diámetro longitudinal de 62 mm utilizando una dosis de 88.33 kg ha<sup>-1</sup> de K, similar a la dosis del T2 (160-60-90), en la que se registró un diámetro de 62.63 mm. Los diámetros longitudinal y ecuatorial determinan el tamaño de los frutos de tomate, siendo importantes en la comercialización y determinación del precio del producto para consumo en fresco. Cárdenas y Buschting (2004), reportan que, con el tratamiento (90-60-60), obtuvieron un diámetro longitudinal de 57.77 mm, un valor similar al encontrado con los tratamientos T3, T5 y T7. Asimismo, los menores diámetros polares registrados coinciden con los resultados de Cárdenas y Buschting (2004), quienes reportaron un valor de 54.75 mm.

*Diámetro ecuatorial de frutos (mm)*

El diámetro ecuatorial de los frutos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, lo que refleja una alta uniformidad en este parámetro (tabla 5). Por ello, es importante señalar que el número de frutos y, en consecuencia, su peso marcó la diferencia en el incremento de la producción ya que están relacionados con el tamaño y el peso de los mismos. Aunque los tratamientos se ubicaron en una misma categoría estadística, los mayores valores productivos se lograron con T2 (160-60-90) y T6 (320-60-90), que aportaron niveles adecuados de fósforo y potasio, nutrientes esenciales para la fructificación. Estos datos son similares a los resultados encontrados por Cárdenas y Buschting (2004), quienes, al estudiar las dosis de NPK, no encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (0-0-0), (158-62-31), (70-0-0), (90-0-0), (90-60-60) y (70-50-0). Como resultado, obtuvieron diámetros ecuatoriales de 51.7 mm, 54.8 mm, 55.5 mm, 55.7 mm, 56.3 mm y 58.3 mm.

**TABLA 5.** PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA CON N, P Y K SOBRE EL DIÁMETRO LONGITUDINAL Y ECUATORIAL DE FRUTOS EN PLANTAS DE TOMATE, CONDUCIDAS A DOBLE TALLO

Trat	Dosis de fertilización	Diámetro longitudinal de frutos (mm)	Diámetro ecuatorial de frutos (mm)
1	240-40-60	61.23±0.14 ab	46.51±0.11 a
2	160-60-90	62.63±0.06 a	48.12±0.06 a
3	80-40-60	59.31±0.13 abc	45.03±0.11 a
4	160-20-60	60.25±0.19 ab	46.54±0.15 a
5	160-40-30	59.66±0.13 abc	45.93±0.11 a
6	320-60-90	55.23±0.21 c	47.45±0.48 a
7	240-80-90	57.96±0.18 abc	44.61±0.14 a
8	240-60-120	57.33±0.22 bc	43.46±0.17 a
9	Testigo	61.51±0.10 ab	46.30±0.06 a

Medias con la misma literal dentro de cada variable son estadísticamente iguales (Duncan,  $p \leq 0.05$ ).

### *Rendimiento t ha<sup>-1</sup>*

El rendimiento del cultivo mostró que las dosis intermedias de NPK fueron las más eficientes. El tratamiento T4 obtuvo la mayor producción (146.16 t ha<sup>-1</sup>), seguido de T2, T5 y T1, todos con rendimientos altos y similares. En cambio, la dosis más elevada de fertilización (T6) generó uno de los rendimientos más bajos, lo que sugiere efectos negativos por exceso de nutrientes. El testigo (T9) presentó la menor producción, confirmando la importancia de una fertilización equilibrada. En conjunto, los resultados indican que el uso de dosis moderadas optimiza la productividad del tomate a doble tallo y evita pérdidas asociadas a deficiencias o excesos, siendo factible de ser empleadas por los productores de tomate de la región, contribuyendo a la sostenibilidad y rentabilidad al tener un ahorro por concepto de fertilizante.

Cárdenas y Buschting (2004) encontraron que tratamientos con mayores cantidades de fertilizantes presentaron menores rendimientos, por lo que es importante regular la dosis de N en función de la disponibilidad de P y K en el suelo, así como del estado fenológico del cultivo. Estos resultados coinciden con lo observado en el tratamiento 4 (160-20-60), donde una dosis intermedia de nitrógeno y potasio, combinada con una baja concentración de fósforo, permitió alcanzar el mayor rendimiento de frutos en el cultivo.

### *Dosis óptima de fertilización*

No se logró determinar la dosis óptima de fertilización ya que no se encontraron diferencias significativas con base en el análisis de regresión lineal; sin embargo, se puede contribuir al contenido de macronutrientes. Se esperaba tener diferencia significativa con respecto al tratamiento 3, que fue el que se comportó de mejor manera en etapa vegetativa. Sin embargo, es probable que si esta investigación se hubiera desarrollado utilizando sustratos inertes como medio de cultivo en lugar de siembra en el suelo mineral, se hubiera observado mayor diferenciación con los niveles de fertilización. Esto porque los sustratos, al no poseer un complejo coloidal como tal, presentan una capacidad de intercambio catiónico más reducida (Handreck y Black, 2002, como se citó en Quesada y Bertsch, 2012), proceso de interacción de nutrientes entre las fases sólidas y líquidas que define en buena medida el aprovechamiento de los elementos requeridos para el establecimiento y

óptimo desarrollo de los cultivos (Alcántar y Trejo, 2007, como se citó en Quesada y Bertsch, 2012). Los resultados obtenidos de la presente investigación proporcionan una base para recomendar la fertilización del cultivo de tomate a los productores de la región de Amatlán, Miahuatlán, Oaxaca, contribuyendo a la sostenibilidad y rentabilidad al realizar aplicaciones moderadas de fertilizantes inorgánicos en condiciones de suelo en invernadero. Se deben realizar estudios adicionales que consideren los micronutrientes, el pH del suelo, otras variedades de tomate y un mayor número de racimos en el proceso de evaluación.

### *Conclusión*

La fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio favoreció el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. Entre los tratamientos evaluados, la dosis 80-40-60 (T3) mostró el mejor comportamiento en la mayoría de las variables medidas; sin embargo, no fue posible definir una dosis óptima de fertilización.

### *Referencias*

- Arellano-Gil, M., y Gutiérrez-Coronado, M. A. (2006). Rendimiento de calidad poscosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 12(1), 113-118. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912115>
- Barrios-Díaz, J. M, Suárez-Blanco, B., Cruz-Romero, W., Barrios-Díaz, B., Vásquez-Huerta, G., Ibáñez-Martínez, A., y Moreno-Velázquez, D. (2015). Fertilización fosfatada en rendimiento y calidad de tomate en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 897-904).
- Bouzo, C. A., Favaro, J. C., y Astegionado, E. D. (2001). Estimación del área foliar en distintos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) utilizando medidas foliares lineales. *Investigación agraria, Producción y protección vegetales*, 16(2), 249-256.
- Cárdenas Meza, J., y Buschting Marín, W. J. (2004). Evaluación de dosis de NPK con fertirriego en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <https://repositorio.una.edu.ni/1951/1/tnf04c266.pdf>

- Castellanos, J. X., Uvalle, B. J. X., Aguilar, S. A. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelo y aguas. 2ª Ed. Lincapa, México, 226 p.
- García Monroy, A. (2023). Cultivo de jitomate en invernadero con monitoreo continuo del estado hídrico, nutricional y ambiental. Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/32913f1a-2578-4a60-a558-bd13d54c2d1d/content>
- Gómez-Gómez, A. A., Gómez-García, C. A., Luquez-Gaitan, C. E. (2022). Competitividad de la producción de jitomate en el estado de Oaxaca, región Valles Centrales. *Revista de Geografía Agrícola*, 70, 1-18. <http://doi.org/10.5154/r.ga.2023.70.01>
- Hernández Palomo, J. B. (2011). Soluciones nutritivas orgánicas en la producción de plántulas de tomate. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Recuperado de [https://1library.co/article/di%C3%A1metro-tallo-soluciones-nutritivas-org%C3%A1nicas-producci%C3%B3n-pl%C3%A1ntulastomate.zgg9d46z?utm\\_source=chatgpt.com](https://1library.co/article/di%C3%A1metro-tallo-soluciones-nutritivas-org%C3%A1nicas-producci%C3%B3n-pl%C3%A1ntulastomate.zgg9d46z?utm_source=chatgpt.com)
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2024). Espacio y datos de México. Recuperado el 6 de septiembre 2024 de: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/ahl/>
- Kalykov A., Polat E. (2023). The effects of double-stemmed grafted tomato plants on yield and quality of tomato cultivation. *Mediterr Agric Sci* 36(2):53-57. Doi:10.29136/mediterranean.1146193
- Leguizamón-Resquín, A., Fleitas-Quintana, L. R., Sánchez-Gonzales, M. A., Balbuena-Candado, A., Quintana-Fleitas, C. A., y Ruiz-Díaz, E. D. (2024). Efecto de la fertilización potásica y arreglos espaciales en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil). *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 8(22), 2024.
- Lozano-Sacoto, A. Y., Peña-Haro, C. A., Chan-Castro, E. V., Gavilanes-Muñoz, H. R. y Viera-Aguilera, R. A. (2023). Aplicación del fertirriego en el rendimiento del cultivo de tomate, en zona Balzar-Guayas. *Universidad y Sociedad*, 15(5), 49-56.
- Mngoma, M. F., Magwaza, L. S., Sithole, N. J., Magwaza, S. T., Mditshwa, A., Tesfay, S. Z., y Ncama, K. (2022). Effects of stem training on the physiology, growth, and yield responses of indeterminate tomato (*Solanum lycopersicum*) plants grown in protected cultivation. *Heliyon*, 8(5). doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09343

- Picado Rivera, A. J., y Aguirre Gámez, J. J. (2016). Evaluación de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y tres dosis de fertilización, bajo riego por micro aspersión en época seca, UNA, Managua. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Recuperado de <https://repositorio.una.edu.ni/3463/1/tnf04p585.pdf>
- Quesada-Roldán, G., Bertsch-Hernández, F. (2012). Fertirriego en el rendimiento de híbridos de tomate producidos en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*, 23(1), 117-128. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43723963013>
- Rizo Úbeda, E. J., y Meza González, J. A. (2015). Evaluación de tres láminas de riego y tres distancias de siembra en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. Butero, UNA, Managua. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <https://repositorio.una.e>
- Romojaro, F., Botella, M. A., Obando, V., y Fernández-Muñoz, R. (2006). Calidad de frutas y hortalizas. *Revista de Ciencia de los Alimentos y Agricultura*, 86(3), 359-367
- SIAP. (2023). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible en <https://nube.siap.gob.m|x/cierreagricola/> (10 de junio de 2024).
- SIAP. (2024). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible en <https://nube.siap.gob.m|x/cierreagricola/> (19 de noviembre de 2025).
- Statistical Analysis System. (2010). SAS. Version 9.3. Sas Institute, Cary, NC. USA.

---

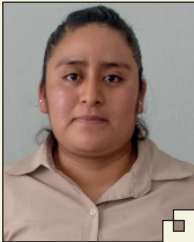
## ACERCA DE LOS AUTORES

---



• Dra. Florinda  
**García Pérez**

Profesora-investigadora de la Universidad NovaUniversitas. Identification of *Bradysia impatiens*1 from *Lilium* sp. in Ocotlán de Morelos, Oaxaca, Mexico. Southwestern Entomologist, 50(2), 556-564. Candidata a investigadora nacional. Forma parte del comité editorial de la Revista Ciencias Agronómicas Aplicadas y Biotecnología del SOMUCAAB. Revisora en par, autora y coautora de artículos científicos, así como de capítulos de libro publicados en revistas nacionales e internacionales. Dirige y asesora tesis de licenciatura. Carretera Oaxaca Puerto Ángel, kilómetro 34.5, 71513, Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México. Correo: florgp@novauniversitas.edu.mx, 9514580627.



• I.A. Delia Rosa  
**Aragón Peralta**

Licenciatura en ingeniería en agronomía, egresada de la Universidad Novauniversitas. Emprendedora en la producción de tomate en condiciones controladas y crianza de peces. Carretera Oaxaca Puerto Ángel, kilómetro 34.5, 71513, Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México. Correo: deliaaragon07@gmail.com, 9515778670.



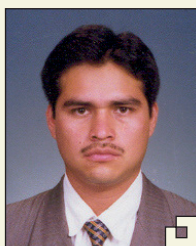
• Dr. César  
**Sánchez Hernández**

Profesor investigador de la Universidad Novauniversitas. Rendimiento de grano de *Vigna radiata* L. en diferentes densidades de población en trópico húmedo. Rev. Fit. Mex. Vol. 47(3):243-251. Carretera Oaxaca Puerto Ángel, kilómetro 34.5, 71513, Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México. Correo: cesarsh79@hotmail.com, 9513564745.



• Guillermina  
**García Figueroa**

Profesor-investigador de la Universidad NovaUniversitas. Perspectivas económicas a mediano plazo para mercados cíclicos: un estudio de caso de las granjas porcinas mexicanas. Carretera Oaxaca Puerto Ángel, kilómetro 34.5, 71513, Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México. Correo: garfig25@hotmail.com. 9514256751.



• Dr. Miguel Ángel  
**Sánchez Hernández**

Profesor-investigador de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400. Corn kernel and corn fodder yield in four maize varieties in the humid tropics of Mexico. AgroProductividad. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i12.2775>. Correo: mangelsan@hotmail.com



Volver al contenido

