Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

EFECTO DE FERTILIZACION FOLIAR ORGÁNICA DE TOMATE TIPO SALADETTE (Palermo F1) EN INVERNADERO

Davino Pérez Mendoza[1§]; Erila Moreno Alberto[2]; Raúl Rene Robles Lacayo[2]; Lorenzo Licea Rojas[1]; J. Guadalupe García Rodríguez[1]; Juan Pablo González Morales[1]

[1]Docentes del TecNM/ITR, Celaya, Gto.; [2]Estudiante de Agronomía del TecNM/ITR, Celaya, Gto, [§]Autor de correspondencia: davino.pm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el Evaluar el efecto de la fertilización foliar orgánica sobre el crecimiento vegetativo, el rendimiento y la calidad del tomate tipo Saladette (Palermo F1) cultivado bajo condiciones de invernadero. El experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones dando un total de 25 unidades experimentales. Los tratamientos aplicados fueron; Tratamiento 1 (testigo o control con agua), el Tratamiento 2 (Guano de murciélago) y el Tratamiento 3 (Algas marinas), las variables evaluadas fueron Altura de planta, grados brix, número de frutos, número de racimos, peso de frutos y rendimiento total. Con base a los resultados obtenidos se pudo determinar que el mejor tratamiento fue el Tratamiento 2 (Guano de murciélago) presento los valores medios más altos a los 68, 71 y 80 ddt con valores de 1.76, 4.05 y 5.88 m, respectivamente en altura de planta, siendo esta una de las variables a evaluar en la investigación de igual manera se evaluó, peso del futo, grados brix y número de racimos por planta el análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS versión 9.4.

Palabras clave: *Efecto, fertilización, orgánica, Variedad, invernadero*

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of organic foliar fertilization on the vegetative growth, yield, and quality of Saladette-type tomato (Palermo F1) grown under greenhouse conditions. The experiment was established under a completely randomized experimental design with five treatments and five replications, giving a total of 25 experimental units. The applied treatments were; Treatment 1 (control with water), Treatment 2 (Bat guano) and Treatment 3 (Seaweed), the evaluated variables were Plant height, degrees Brix, number of fruits, number of clusters, fruit weight and total yield. Based on the results obtained, it was determined that the best treatment was Treatment 2 (Bat Guano), which presented the highest mean values at 68, 71, and 80 DDT with values of 1.76, 4.05, and 5.88 m, respectively, in plant height, this being one of the variables evaluated in

the research. Similarly, fruit weight, degrees Brix, and number of clusters per plant were evaluated. The statistical analysis was carried out with the SAS statistical package version 9.4.

Keywords: *Effect, fertilization, organic, Variety, greenhouse*

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes a nivel mundial por su volumen de producción, valor económico y aporte nutricional. La producción global supera los 180 millones de toneladas anuales, siendo China, India, Turquía, Estados Unidos y México los principales productores (FAO, 2022). En México, el tomate representa uno de los cultivos de mayor relevancia para la exportación, particularmente el tipo saladet destinado al mercado fresco de Estados Unidos y Canadá (Castillo, 2022).

En este contexto, la fertilización foliar orgánica emerge como una herramienta prometedora. Al aplicarse directamente sobre el follaje, los productos orgánicos (basados en aminoácidos, extractos de algas marinas, ácidos húmicos y fúlvicos, humus o microorganismos benéficos) facilitan una absorción rápida y eficiente de nutrientes a través de los estomas y cutícula foliar, corrigen deficiencias de manera puntual y reducen significativamente el riesgo de contaminación edáfica y acuífera. Diversos estudios científicos respaldan los beneficios de este enfoque. (Pérez, 2017), por ejemplo, evaluaron el efecto de fertilizantes foliares en tomate cultivado en hidroponía bajo invernadero y observaron incrementos significativos en rendimiento, contenido de sólidos solubles (°Brix), licopeno y potasio en el fruto, especialmente con formulaciones ricas en K^+. De igual forma, (Marquez-Hernández, 2013), compararon fuentes orgánicas de fertilización en tomate de invernadero y reportaron rendimientos hasta 37 % superiores al testigo, junto con mejoras en altura de planta y calidad organoléptica, sin diferencias negativas respecto a tratamientos inorgánicos. La producción en invernadero ha adquirido gran importancia en el país porque permite mayor control de condiciones ambientales, ciclos más largos, rendimientos superiores (frecuentemente entre 200-300 t/ha en sistemas tecnificados) y mejor calidad del fruto respecto al cultivo a cielo abierto.

El tomate tipo saladette, de fruto alargado y firme, es altamente demandado por su excelente durabilidad en postcosecha. 11 El híbrido Palermo F1 (Vilmorin) es un tomate saladette indeterminado de vigor medio, buen cuajado, alto rendimiento potencial y adaptabilidad a ciclos semilargos en invernadero, características que lo hacen atractivo para productores mexicanos (Vilmorin Mikado, s.f.; descripciones comerciales técnicas). La nutrición es un factor determinante en el rendimiento y calidad del tomate. Aunque la fertirrigación constituye la base del programa nutricional, la fertilización foliar complementaria permite una absorción rápida de nutrientes,

corrigiendo deficiencias, mejorando la eficiencia de uso de nutrientes y estimulando procesos fisiológicos como floración, cuajado y llenado de frutos. Esto resulta especialmente útil en invernadero, donde pueden presentarse limitaciones radiculares o estrés por densidad de siembra y temperatura (Pérez et al., 2017).

En los últimos años ha crecido el interés por fertilizantes foliares de origen orgánico (extractos de algas, bioles, purines de lombricompost, humus líquido, biofermentos, etc.). Estos productos aportan no solo macro y micronutrientes, sino también compuestos bioactivos como ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos, hormonas naturales y microorganismos benéficos que mejoran la salud planta-suelo, la resistencia a estrés y la calidad del fruto (Rodríguez, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

EL experimento se realizó en uno de los invernaderos experimentales del Tecnológico Nacional de México, campus Roque (ITR) que se encuentra ubicado en la Carretera Celaya - Juventino Rosas, kilómetro 8, Rancho o Ranchería Roque (ITA), C.P. 38124, en Celaya, Guanajuato, México. Es conocido coloquialmente como "La Escuela de Roque" y se encuentra a unos 6 km de la cabecera municipal de Celaya.

El proyecto se llevó acabo en un invernadero destinado a la investigación. El cual se localiza cerca de parcelas destinadas al mismo fin, el invernadero cuenta con 24 m de largo y 10 de ancho, dando un total de 24 m^2 de superficie, cuenta con arcos metálicos galvanizados y con una cubierta con plástico de polietileno traslucido calibre de 800 galgas, la cual permite una adecuada distribución de la radiación solar dentro del invernadero, tiene un sistema de riego de 5 líneas las cuales permite conectar cintilla de goteo.

En primer lugar, se aflojó la tierra con herramientas manuales para mejorar su estructura y aireación, y se dejó en reposo durante dos días con el fin de permitir la 22 estabilización física del sustrato. Posteriormente, se conformaron cinco camas de cultivo, cada una con dimensiones de 10 m de largo por 40 cm de ancho. En cada cama se instalaron cintas de riego por goteo para garantizar un suministro uniforme de agua y nutrientes. De manera paralela, se realizó la limpieza exhaustiva de los tinacos de almacenamiento de agua utilizados para la preparación de las soluciones de fertilización foliar. Este procedimiento aseguró condiciones homogéneas de suelo en todas las unidades experimentales, favoreciendo el establecimiento adecuado de las plantas de tomate tipo Saladette (Palermo F1) bajo condiciones de invernadero.

El trasplante se realizó de manera manual el día 4 de noviembre de 2024. Las plantas, previamente sembradas en charolas de poliestireno expandido y mantenidas en el vivero hasta alcanzar el estado de 4-5 hojas

verdaderas, fueron colocadas en las camas de cultivo preparadas, respetando la separación de 20 cm entre plantas dentro de cada cama. Esta operación se efectuó con cuidado para evitar daños en el sistema radicular, asegurando un buen contacto entre las raíces y el suelo. Inmediatamente después del trasplante se aplicó riego por goteo para favorecer el prendimiento y reducir el estrés hídrico de las plántulas.

El riego por goteo es la técnica estándar en jitomate protegido, con goteros espaciados a 30-40 cm y caudal de 1.5-2.5 L/h por emisor. Las necesidades hídricas varían según etapa fenológica: 2-4 mm/día en plántula, 4-6 mm en vegetativo y hasta 6-8 mm en fructificación plena, ajustadas por evapotranspiración. La fertirrigación permite aplicar nutrientes disueltos directamente a la raíz, evitando estrés hídrico que causa caída de flores, frutos pequeños o pudriciones. Se recomienda mantener el suelo en capacidad de campo (sin encharcar) y monitorear pH de la solución (5.5-6.5) para óptima absorción. En regiones áridas mexicanas, 23 esta práctica ahorra hasta 70 % de agua comparado con riego por gravedad, promoviendo eficiencia y sostenibilidad. La fertilización foliar se evaluó mediante tres tratamientos aplicados al cultivo de tomate tipo Saladette (Palermo F1) bajo condiciones de invernadero. Cada unidad experimental correspondió a una cama de plantas con separación de 20 cm entre plantas.

La concentración de sólidos solubles totales se cuantificó utilizando un refractómetro digital portátil. Se extrajo una muestra alícuota de jugo de tres frutos al azar por cada tratamiento; previo a cada lectura, el equipo fue calibrado con agua destilada a una temperatura de 20°C. Se realizó un conteo manual directo de todos los racimos producidos por planta que alcanzaron el estado de madurez fisiológica. No se contabilizaron aquellos racimos que presentaron aborto floral o daños mecánicos significativos. Se obtuvo realizando el conteo individual de los frutos presentes en cada racimo evaluado. Posteriormente, se calculó el promedio aritmético por planta para determinar la capacidad de cuajado de la variedad bajo estudio. La medición se efectuó desde la base del tallo, a nivel del sustrato, hasta el meristemo apical de la planta. Para esta labor se utilizó una cinta métrica graduada en milímetros, realizando las mediciones en intervalos quincenales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos podemos observar que a los 68 ddt no hubo diferencias significativas, pero si a los 71 y 80 ddt, sin embargo, el tratamiento 2 Guano de murciélago, presentó los valores medios más altos a los 68, 71 y 80 ddt con valores de 1.76, 4.05 y 5.88 m, respectivamente. Los valores medios más bajos los presentó el tratamiento 1 Control (agua), con valores medios de 1.68, 3.48 y 3.12 m respectivamente.

Cuadro 1. Comparación de medias de la variable altura de planta (AlPta) del cultivo de tomate saladette en invernadero ciclo productivo otoño-invierno ITRoque, 2025.

Trat.	AlPta68ddt (m)	Trat.	AlPta71ddt (m)	Trat.	AlPta80ddt (m)

2	1.76 a	2	4.06 a	2	5.88 a
3	1.72 a	3	3.39 b	3	4.54 b
1	1.68 a	1	2.48 c	1	3.12 c

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Trat. = Tratamiento, AlPta = Altura de Plantas, ddt = días despues de trasplante

De acuerdo con Tovar (2026). Menciona en su investigación Efecto de la Aplicación foliar de Fosfonato de potasio en tomate saladette (*Solanum lycopericum* L.) en invernadero que obtuvo medias de 170.37 cm como un máximo y 154.74 cm como mínimo. Estos valores son inferiores a los obtenido en esta investigación.

De acuerdo a los datos obtenidos podemos observar que a los 58 ddt si hubo diferencias significativas, pero no a los 68, 71 y 80 ddt, sin embargo, el tratamiento 2 Guano de murciélago presento los valores medios más altos de los 58 a los 80 ddt con valores de 5.88, 7.65, 7.65 y 7.60 grados brix, respectivamente. Los valores medios más bajos los presento el tratamiento 1 Control (Agua), con valores medios de 3.63. 7.00, 6.98 y 6.98 m respectivamente, del día 58 al 80 ddt.

Cuadro 2. Comparación de medias de la variable grados brix (GrBx) del cultivo de tomate saladette en invernadero ciclo productivo otoño-invierno ITRoque, 2025.

Trat	GrBx58ddt	Trat	GrBx68ddt	Trat	GrBx71ddt	Trat	GrBx80ddt
2	5.88 a	2	7.65 a	2	7.65 a	2	7.60 a
3	4.57 b	3	7.15 a	3	7.15 a	3	7.12 a
1	3.63 c	1	7.00 a	1	6.98 a	1	6.98 a

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Trat. = Tratamiento, GrBx = Grados brix, ddt = días despues de trasplante

Chávez (2025) menciona en una investigación donde se evaluo la “Aplicación Foliar de algas marinas de tomate saladette (Solanum lycopersicum L.) en invernadero con fertirriego”, se obtuvieron medias de 3.46 Grados brix como máxima y 2.93 Grados brix como mínimas. Estos resultados no son similares a los obtenidos en la investigación realizada.

De acuerdo a los datos obtenidos podemos observar que a los 58 y 68 ddt no hubo diferencias significativas, pero si a los 71 y 80 ddt, sin embargo, el tratamiento 2 Guano de murciélago presento los valores medios más altos a los 71 y 80 ddt con valores de 7.64, 766.44, 1422.9 y 1503 kg, respectivamente. Los valores medios más bajos los presento el tratamiento 3 Algas marinas Mar y Tierra, con valores medios de 3.63. 7.00, 6.98 y 6.98 m respectivamente, del día 58 al 80 ddt.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable peso de fruto (PsFr) del cultivo de tomate saladette en invernadero ciclo productivo otoño-invierno ITRoque, 2025.

Trat	PsFr58ddt	Trat	PsFr68ddt	Trat	PsFr71ddt	Trat	PsFr80ddt
2	7.64a	2	766.44a	2	1422.9a	2	1503.5a
1	7.16a	1	718.98a	3	1183.5ba	1	1000.0b
3	7.10a	3	709.42a	1	919.3b	3	972.6b

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Trat. = Tratamiento, PsFr=peso por futo, ddt = días después de trasplante

Jordan y Ruiz (2026) En un a investigación donde se evaluó el efecto de fertilización foliar y drench con micronutrientes quelatodos en tomate saladette (Solanum lycopersicum L.) en invernadero en base a los resultados que obtuvo la investigación muestra una media 3593.8 g por lo tanto este valor está por arriba de la media obtenida en la presen te investigación.

De acuerdo a los datos obtenidos podemos observar que a los 68 y 71 ddt no hubo diferencias significativas, pero si a los 58 y 80 ddt, sin embargo, el tratamiento 2 Guano de murciélago presento los valores medios más altos de los 58 a los 80 ddt, con valores de 5.90, 1.40, 1.55 y 1.68 racimos, respectivamente. Los valores medios más bajos los presento el tratamiento 1 Control (Agua) de los 58 a los 80 ddt, con valores medios de 3.25, 1.22, 1.26 y 1.00 racimos, respectivamente. Cuadro 9. Comportamiento de medias de la variable número de racimos (NrRc) del cultivo de tomate saladette en invernadero ciclo otoño invierno ITRoque del 2025,

Cuadro 4. Comportamiento de medias de la variable número de racimos (NrRc) del cultivo de tomate saladette en invernadero ciclo otoño invierno ITRoque.del 2025,

Trat	NrRc58ddt	Trat	NrRc68ddt	Trat	NrRc71ddt	Trat	NrRc80ddt
2	5.90 a	2	1.40 a	2	1.55 a	2	1.68 a
3	5.60 a	3	1.33 a	3	1.51 a	3	1.32 ab
1	3.25 b	1	1.22 a	1	1.26 a	1	1.00 b

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Trat. = Tratamiento, NrRc=número de racimos, ddt = días despues de trasplante.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que la aplicación foliar de extracto de guano de murciélago (Tratamiento 2) optimiza de manera más efectiva el vigor vegetativo y los parámetros de calidad del fruto en el tomate tipo Saladette (Palermo F1) cultivado bajo condiciones de invernadero en Celaya, Guanajuato. Este tratamiento se consolidó como la alternativa orgánica más eficiente, superando estadísticamente al testigo (Tratamiento 1) y, en varios indicadores clave, al tratamiento con extracto de algas marinas Mar y Tierra.

Específicamente, el extracto líquido de guano de murciélago promovió un mayor crecimiento vertical (altura de planta), un mayor diámetro de tallo y una mejor acumulación de sólidos solubles totales (°Brix) en el fruto, características altamente valoradas en el mercado por su relación con el sabor, la calidad organoléptica y la vida de anaquel. Estos resultados confirman que el guano de murciélago, gracias a su alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y compuestos orgánicos bioactivos, ejerce un efecto positivo tanto en el desarrollo vegetativo como en la calidad nutricional del tomate, sin comprometer el rendimiento.

Desde el punto de vista práctico, el uso de fertilización foliar orgánica con guano de murciélago representa una opción viable y sostenible para los productores de tomate en invernadero. Permite reducir la dependencia de fertilizantes químicos sintéticos, disminuir los riesgos de salinización de sustratos y lixiviación de nutrientes, y responder a la creciente demanda de productos orgánicos y libres de residuos en mercados nacionales e internacionales. Los hallazgos de este estudio contribuyen al conocimiento agronómico al generar información local y específica sobre el comportamiento del híbrido Palermo F1 bajo tres tratamientos de fertilización foliar orgánica. Además, refuerzan la viabilidad de prácticas más ecológicas en la agricultura protegida, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2, 12 y 13) relacionados con la seguridad alimentaria, el consumo y la producción responsables y la acción por el clima. No obstante, se recomienda realizar estudios 34 complementarios que evalúen el efecto de estos tratamientos en diferentes ciclos de cultivo, bajo distintas densidades de plantación y combinados con otras prácticas de manejo (como biofertilizantes o micorrizas), con el fin de validar su consistencia a lo largo del tiempo y en otras regiones del país.

En conclusión, la fertilización foliar con extracto de guano de murciélago surge como una herramienta efectiva y recomendable para mejorar la productividad y calidad del tomate Saladette (Palermo F1) de forma sostenible, representando una alternativa real y económicamente viable para los productores que buscan transitar hacia sistemas de producción más amigables con el medio ambiente sin sacrificar el rendimiento y la calidad comercial del fruto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chávez. (2025). Aplicasion foliar de algas marinas en tomate saladette (solanum lycopersicum L.). celaya: TecNM/Roque.

Jordan Tapia, B. Y., & Ruiz Delgado , I. M. (2026). Efecto de fertilizacion foliar y drench con micronutrientes quelatos en tomate saladette (solanum lycopersicum L.) en invenadero. CELAYA: TecNM/roque.

Marquez-Hernández. (2013). Obtenido de adfsgsghgjgfjj

Tovar. (2026). Efecto de la aplicaion foliar de fosfonato de potacio en toate saladette (Solanum lycopersicum L.) en invernadero. celaya: TecNM/Roque .

Y., W. X. (2020). eaweed extract improved yields, leaf photosynthesis, ripening time, and net returns of tomato (Solanum lycopersicum Mill.). ACS Omega, 5(8), 4242–4249. . Obtenido de eaweed extract improved yields, leaf photosynthesis, ripening time, and net returns of tomato (Solanum lycopersicum Mill.). ACS Omega, 5(8), 4242–4249.