



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

EFFECTO DEL GENOTIPO EN LA MANIFESTACIÓN DEL BLOSSOM END ROT (BER) EN TOMATE ROJO (SOLANUM LYCOPERSICUM L.)

EFFECT OF GENOTYPE ON THE OCCURRENCE OF BLOSSOM END
ROT (BER) IN RED TOMATO (SOLANUM LYCOPERSICUM L.)

Abraham Juárez de la Cruz

Universidad Tecnológica de Tecamachalco, México

Manuel González-Pérez

Universidad Tecnológica de Tecamachalco, México

Pedro Antonio Rodríguez Salazar

Universidad Tecnológica de Tecamachalco, México

Adriana Reyes Castro

Universidad Tecnológica de Tecamachalco, México

Hugo Rodríguez Romero

Universidad Tecnológica de Tecamachalco, México

Gabriela Francisco García

Universidad Tecnológica de Tecamachalco, México

Efecto del Genotipo en la Manifestación del Blossom end Rot (BER) en Tomate Rojo (*Solanum Lycopersicum L.*)

Abraham Juárez de la Cruz¹

abraham.jc@personal.uttecam.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0001-7605-8116>

Universidad Tecnológica de Tecamachalco
México

Pedro Antonio Rodríguez Salazar

pedro.rs@personal.uttecam.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0001-4373-4237>

Universidad Tecnológica de Tecamachalco
México

Hugo Rodríguez Romero

hugo.rr@personal.uttecam.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0003-2466-4928>

Universidad Tecnológica de Tecamachalco
México

Manuel González Pérez

m.gonzalez.perez@personal.uttecam.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-8700-2866>

Universidad Tecnológica de Tecamachalco
Enlace – SECIHTI.
México

Adriana Reyes Castro

adriana.rc@personal.uttecam.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0001-0863-7239>

Universidad Tecnológica de Tecamachalco
México

Gabriela Francisco García

gabriela.fg@personal.uttecam.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0007-7450-4809>

Universidad Tecnológica de Tecamachalco
México

RESUMEN

En el Campo Experimental de la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, se evaluaron cuatro genotipos de tomate rojo (7502F1, Adonis, 2303F1 y 2305F1) de la empresa LUCASEED, bajo condiciones de invernadero rústico entre agosto y diciembre de 2024. El objetivo fue analizar su adaptación al ambiente local con manejo homogéneo. Las plantas se cortaron al sexto racimo y se midieron ocho variables: largo de entrenudos (LAEN), largo de tallo (LATA), número de hojas (NUHO), largo de hojas (LAHO), frutos por racimo (NFPR), peso de fruto (PEFR), porcentaje de frutos con blossom end rot (PFCB) y rendimiento (RETO). El genotipo 2305F1 presentó la mayor altura y número de hojas; Adonis destacó por el mayor largo de hojas, número de frutos por racimo y rendimiento, alcanzando 88.71 t/ha. El genotipo más afectado por BER fue 2303F1, con un 23.4% de frutos dañados, y también mostró el menor rendimiento (42.4 t/ha). Además, 2303F1 presentó la mayor heterogeneidad, con varianzas elevadas en altura de tallo (126.9), número de hojas (6.1) y frutos por racimo (5.4). Estos resultados permiten identificar genotipos con mejor desempeño agronómico y estabilidad fenotípica para su posible recomendación en condiciones similares.

Palabras clave: genotipos de tomate, rendimiento, podredumbre apical, estabilidad fenotípica, adaptación al invernadero

Effect of Genotype on the Occurrence of Blossom end Rot (BER) in Red

¹ Autor principal.

Correspondencia: m.gonzalez.perez@personal.uttecam.edu.mx

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

ABSTRACT

At the Experimental Field of the Technological University of Tecamachalco, four red tomato genotypes (7502F1, Adonis, 2303F1, and 2305F1) from LUCASEED were evaluated under rustic greenhouse conditions between August and December 2024. The objective was to analyze their adaptation to the local environment under uniform management. Plants were pruned at the sixth cluster, and eight agronomic variables were measured: internode length (LAEN), stem length (LATA), leaf number (NUHO), leaf length (LAHO), fruits per cluster (NFPR), fruit weight (PEFR), percentage of blossom end rot (PFBC), and yield (RETO). Genotype 2305F1 showed the greatest stem height and leaf number, while Adonis excelled in leaf length, fruit number per cluster, and yield, reaching 88.71 t/ha. Genotype 2303F1 was most affected by blossom end rot (23.4%) and had the lowest yield (42.4 t/ha), along with the highest heterogeneity in stem height (variance = 126.9), leaf number (6.1), and fruit number per cluster (5.4). These results help identify genotypes with superior agronomic performance and phenotypic stability for potential recommendation under similar conditions.

Keywords: tomato genotypes, yield, blossom end rot, phenotypic stability, greenhouse adaptation

Artículo recibido 20 octubre 2025

Aceptado para publicación: 15 noviembre 2025



INTRODUCCIÓN

Funciones del calcio en las plantas

Marschner, H. (1998), menciona que el calcio interviene en la estabilidad de la membrana plasmática, que es un componente de la lámina media de la pared celular, formando pectatos de calcio, que le conferen consistencia y cierto grado de rigidez a la pared celular. Estos compuestos también protegen a la célula del ataque de patógenos, principalmente hongos. (Reyes, Álvarez-Herrera y Fernández, 2013).

En la mitosis actúa como mensajero secundario para la formación del huso mitótico, facilitando los cambios estructurales necesarios para la división celular (INTAGRI, 2018).

Absorción y movimiento del calcio

Hanson, E. (1995), menciona que para las plantas es difícil transportar el calcio de aquellos tejidos con niveles adecuados a tejidos con niveles deficientes. (Sánchez-Tembleque, 2025) También menciona que el calcio entra a la planta y es transportado por la xilema a distintos órganos de la planta, principalmente a las hojas; esto debido a que las hojas son las que más agua pierden por transpiración, a diferencia de los frutos que pierden poca agua y el flujo es mínimo. (Chavarría, 2025) Otra cosa que dificulta el movimiento del calcio, menciona el mismo autor, que es el hecho de tener doble carga, ya que es atraído más fuertemente a la superficie de las células conductoras, que iones con una carga o con carga negativa. (Ponce, 2025)

Síntomas de deficiencia de calcio

INTAGRI, 2018, menciona que el calcio es un elemento inmóvil en la planta, que depende directamente de la transpiración de la planta, por lo que órganos de baja transpiración como brotes nuevos y frutos, son más sensibles a manifestar deficiencias de calcio. Un ejemplo de la falta de calcio es el desorden fisiológico en tomate conocido como BER, que se manifiesta como pudrición apical del fruto, y que es ocasionado por un deficiente transporte de foto asimilados, un rápido crecimiento y altas temperaturas.

Blossom end rot (BER)

Fisiológicamente el calcio puede formar uniones intermoleculares con pectinas para formar pectatos de calcio, la degradación de estos pectatos se debe a una enzima llamada poligalacturonasa, por esta razón los frutos de tomate que contienen bajos niveles de calcio presentan un incremento en la actividad de



esta enzima provocando la ruptura de protopectinas, que constituyen las paredes celulares ocurriendo así la pudrición apical del fruto. (INGARI (2018) (Veloso, 2025)

Efecto genético en la resistencia a BER

Trono, D. et al 2022, menciona que existen tres receptores específicos que perciben la señal de estrés, ubicados en la membrana plasmática y que la comunican al interior de la célula: las fitohormonas, las especies reactivas de oxígeno (ROS) y los iones de calcio. Dependientes de las proteínas quinasas y fosfatasas, estos activan la fosforilación/desfosforilación, la cual puede regular la expresión de genes sensibles al estrés abiótico. (Vázquez, Rocha-Estrada y Martínez, 2025)

Al respecto, Topcu et al, 2021, mencionan que además de los factores fisiológicos, las variedades de tomate presentan diversos grados de BER, lo que sugiere una base genética para el trastorno. Ellos identificaron y mapearon los primeros loci para la resistencia BER, que facilitaron el mejoramiento asistido por marcadores, no solo en tomate sino en muchas hortalizas afectadas por BER.

METODOLOGÍA

Con fecha 25 de julio de 2024 se trasplantaron 92 plantas de cuatro genotipos de tomate rojo en condiciones semihidropónicas, utilizando como contenedores, bolsas de 10 litros. Se utilizó como sustrato una mezcla con 80% de tepezil blanco y 20% de compost. Se establecieron 23 plantas de cada genotipo utilizado, los cuales fueron: 7502 F1, Adonis, 2303 F1 y 2305 F1.

Las condiciones que prevalecieron fueron una temperatura diurna de 30 a 35 °C y una humedad relativa entre 35 y 40%; mientras que por la noche la temperatura promedio fueron de 10 a 15 °C y una HR entre 60 y 65%. Como infraestructura se utilizó un invernadero de 12 m por 5.6 m.

Las variables a evaluar fueron: largo de entrenudos (LAEN), largo de tallo (LATA), número de hojas por tallo (NHPT), largo de hoja (LAHO), frutos por racimo (FPRA), peso de fruto (PEFR), porcentaje de frutos con BER (FCBER) y rendimiento parcial (RTO).

Para establecer un límite de tiempo en esta investigación, se acotó el cultivo y por lo tanto la cuantificación de las variables, hasta la edad del sexto racimo seis; lo cual ocurrió aproximadamente a los 105 días después del trasplante.

Para las primeras cinco variables, los parámetros o medidas que se consideraron fueron la media, moda, y mediana, así como la desviación estándar como una medida de dispersión.



RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados para cada una de las variables, de acuerdo a los genotipos evaluados, además de la variabilidad presentada (unidades en cm).

Tabla 1, a) Variable: largo de entrenudos (LAEN).

Genotipos/ Parametro	Media	Moda	Mediana	Desv. Estand.	Varianza
7502 F1	23.2	20.0	21.5	8.1	65.5
ADONIS	24.2	26.0	24.0	7.2	52.1
2303 F1	23.5	21.0	22.0	8.7	76.3
2305 F1	26.6	21.0	25.0	8.2	67.6

Tabla 2, b) Variable: largo de tallo (LATA).

Genotipos/ parametro	Media	Moda	Mediana	Desv. Estand.	Varianza
7502 F1	139.2	137.0	21.5	8.1	65.5
ADONIS	143.8	137.0	143.0	12.2	148.9
2303 F1	141.2	151.0	141.0	11.3	126.9
2305 F1	159.7	175.0	156.5	19.2	369.1

Tabla 3, c) Variable: número de hojas por tallo (NHPT)

Genotipos/ parametro	Media	Moda	Mediana	Desv. Estand.	Varianza
7502 F1	21.05	22.0	22.0	2.3	5.3
ADONIS	18.7	18.0	19.0	2.0	4.0
2303 F1	18.9	20.0	19.5	2.5	6.1
2305 F1	20.4	19.0	20.5	2.3	5.1

Tabla 4, d) Variable: largo de hoja (LAHO).

Genotipos/ parametro	Media	Moda	Mediana	Desv. Estand.	Varianza
7502 F1	29.8	36.0	30.5	8.9	79.7
ADONIS	36.0	40.0	39.0	7.2	51.5
2303 F1	27.9	15.0	29.5	9.9	98.2
2305 F1	29.4	40.0	32.5	10.5	110.2

Tabla 4, e). Variable: frutos por racimo (FPRA).

Genotipos/ parametro	Media	Moda	Mediana	Desv. Estand.	Varianza
7502 F1	6.3	6.0	6.0	1.9	3.8
ADONIS	8.0	8.0	8.0	1.4	1.9
2303 F1	6.8	6.0	6.0	2.3	5.4
2305 F1	6.3	7.0	6.0	1.2	1.4



Tabla 5, f). Variable: peso de fruto (PEFR)

Genotipo	Peso (gramos)
7502 F1	78.22
ADONIS	64.89
2303 F1	36.64
2305 F1	71.44

Tabla 6, g). Variable: Porcentaje de frutos con VER (PFCB)

Muestreo y genotipo	Porcentaje de frutos con ber (%)			
	7502 F1	ADONIS	2303 F1	2305 F1
1	6.1	4.8	12.6	0.0
2	10.0	5.0	15.8	2.8
3	16.7	7.0	16.7	11.1
4	0.0	12.0	30.8	4.3
5	10.6	11.3	69.0	4.5
Ponderación	9.4	8.9	23.4	3.9

Tabla 7, h). Variable: rendimiento (RTO) en toneladas por hectárea.

7502 F1	ADONIS	2303 F1	2305 F1
131.53	110.87	43.85	98.95
103.95	104.55	46.79	86.58
73.55	89.91	37.70	110.71
95.24	70.76	38.36	83.48
59.98	82.09	34.30	58.50
84.81	88.71	42.40	76.54

DISCUSIÓN

El genotipo que tuvo el mayor largo de entrenudos y por lo tanto la altura de planta fue el 2305F1, pero también es el que tuvo la mayor variabilidad en altura de planta. Lo anterior se ve reflejado en un mayor número de hojas del mismo genotipo. Se observan racimos con frutos en distintos estadios de maduración, algunos con síntomas de daño fisiológico como BER. Este genotipo presentó el mayor porcentaje de frutos afectados (23.4%) y el menor rendimiento (42.4 t/ha), además de alta heterogeneidad en altura de tallo, número de hojas y frutos por racimo.



Figura 1. Comportamiento fenotípico de 2303 F1 cultivado en invernadero rústico en el Campo Experimental de la UTTECAM (agosto–diciembre 2024).



GENOTIPO: 2303 F1

Fisiológicamente, el mayor porcentaje de frutos con BER fue del genotipo 2303F1, lo que coincide con el menor peso de fruto y por lo tanto menor rendimiento.

Por otra parte, el genotipo ADONIS que tuvo el menor número de hojas, resultó con las hojas más largas.

Figura 2. Comportamiento fenotípico de Adonis cultivado en invernadero rústico en el Campo Experimental de la UTTECAM (agosto–diciembre 2024).



GENOTIPO: ADONIS

Figura 3. Comportamiento fenotípico de 7502F1 cultivado en invernadero rústico en el Campo Experimental de la UTTECAM (agosto–diciembre 2024).



GENOTIPO: 7502 F1

En cuanto al número de frutos por racimo, ADONIS tuvo el mayor dato con 8, sin embargo, el que tuvo el mayor peso fue 7502F1.

CONCLUSIONES

En el invernadero rústico de la UTTECAM, cuatro genotipos de tomate rojo se desarrollaron bajo el mismo manejo, pero cada uno mostró su personalidad agronómica:

7502 F1 se presenta como un genotipo equilibrado. En la imagen, sus frutos maduran de forma ordenada, con racimos bien formados y hojas vigorosas. No lidera en ninguna variable, pero mantiene una estabilidad visual que sugiere buena adaptación sin sobresaltos. Es como un estudiante aplicado: constante, sin llamar demasiado la atención, pero confiable.

Adonis, en cambio, brilla como el protagonista. Sus plantas lucen robustas, con hojas largas y racimos generosos. Los frutos se agrupan con abundancia y maduran con fuerza. Este genotipo alcanzó el mayor rendimiento (88.71 t/ha), mostrando no solo productividad, sino también elegancia estructural. Es el genotipo que “sabe posar para la foto”: vigoroso, ordenado y eficiente.

2303 F1 revela una historia más compleja. En sus imágenes, los frutos muestran signos de daño, como cracking y *blossom end rot*. Aunque hay racimos abundantes, la heterogeneidad es evidente: tamaños irregulares, maduración dispareja y síntomas fisiológicos. Este genotipo tuvo el menor rendimiento (42.4 t/ha) y la mayor variabilidad en altura, hojas y frutos. Es como un estudiante brillante pero inestable, que necesita condiciones más controladas para destacar.

2305 F1 se alza con altura. Literalmente. Sus plantas son las más altas y frondosas, con un porte que domina el invernadero. Aunque no lidera en rendimiento, su arquitectura vegetal sugiere potencial para

ambientes donde la biomasa y la cobertura foliar sean ventajas. Es el genotipo que “crece hacia el cielo”, con ambición estructural.

En general hubo diferencias cuantitativas entre los genotipos, se destaca el caso particular del genotipo 2303F1, el cual presentó fuerte susceptibilidad al BER, manifestado en un menor llenado de fruto con menor tamaño y mayor cantidad de BER, concluyendo en un menor rendimiento.

El genotipo que fue menos afectado por las condiciones genéticas y ambientales fue el 7502F1, con un rendimiento de 88.71 toneladas por hectárea hasta el sexto racimo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Chavarria, Y. A. (2025). Evaluación Agronómica con la Aplicación de FITOKAL-B® y Determinar Variables de Rendimiento, Vigor, Productividad en Banano Gros Michel (Musa AAA Simmonds).
- Hanson, E. (1995). Translocación distribución del calcio en las palntas. Santiago: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/32620>
- INTAGRI. 2018. Funciones del calcio (Ca) en la nutrición vegetal. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 122. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Marschner, P. 2012. Mineral nutrition of higher plants. Third Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier . London, England.
- Ponce Martínez, R. M. (2025). Evaluación del Fosfito de Calcio y Ácido dicloro-ethyl-fosfónico “Etephon” en la estimulación de producción de hule seco en Kg/ha del clon RRIM-600 en el cultivo de Hevea brasiliensis (Will. Ex A. dass.) Müll. Arg.“Hule” en finca Entre Ríos, Cuyotenango, Suchitepéquez (Doctoral dissertation, USAC).
- Reyes, A. J., Álvarez-Herrera, J. G., & Fernández, J. P. (2013). Papel del calcio en la apertura y el cierre estomático y sus interacciones con solutos compatibles. Una revisión. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 7(1), 111-122.
- Sánchez-Tembleque Sosa, C. (2025). Caracterización de la evolución de la señalización sistémica en respuesta a las heridas en plantas.



Topcu, Y., Sapkota, M., Illa-Berenguer, E. et al. Identification of blossom-end rot loci using joint QTL-seq and linkage-based QTL mapping in tomato. *Theor Appl Genet* 134, 2931–2945 (2021).
<https://doi.org/10.1007/s00122-021-03869-0>

Trono, D.; Pecchioni, N. Candidate Genes Associated with Abiotic Stress Response in Plants as Tools to Engineer Tolerance to Drought, Salinity and Extreme Temperatures in Wheat: An Overview. *Plants* 2022, 11, 3358. <https://doi.org/10.3390/plants11233358>

Vázquez, M. A. A., Rocha-Estrada, A., & Martínez, S. M. S. (2025). Morfoanatomía Foliar del Huizache *Vachellia farnesiana* (L.) Wright y Arn. *Revista Planta*, 18(31).

Veloso, N. (2025). Papel de las agallas vegetales como sumidero de nutrientes y minerales (Doctoral dissertation, Universidad de Concepción.

