

Caracterización fisicoquímica de frutos de tinguarake (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) cultivados en invernadero

Francisco Antonio Olmedo-López¹
Ruy Ortiz-Rodríguez²
Rosa Elena Pérez-Sánchez³
Alejandro Morales-Guerrero⁴
Teresita del Carmen Ávila Val¹
Pedro Antonio García-Saucedo^{1§}

¹Facultad de Agrobiología Presidente Juárez-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas 2290, Emiliano Zapata, Melchor Ocampo, Uruapan, Michoacán. CP. 60170. (faol89@gmail.com; tereavilaval@yahoo.com.mx). ²Facultad de Veterinaria-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Acueducto, Matamoros, Morelia, Michoacán. CP. 58130. (ortizprofuy@gmail.com). ³Facultad de Químico Farmacobiología-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tzintzuntzan 173, Matamoros, Morelia, Michoacán. CP. 58240. (rosa.elenap@yahoo.com). ⁴Instituto Tecnológico Superior de Uruapan. Carretera Uruapan-Carapan núm. 5555, Col. La Basilia, Uruapan, Michoacán. CP. 60015. (alejandromorales@tecuruapan.edu.mx).

§Autor para correspondencia: garsapan@gmail.com.

Resumen

El tinguarake (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme), frutilla silvestre semejante al jitomate, crece en bosques de encino, zonas perturbadas y terrenos cultivados. Su fácil desarrollo en diferentes condiciones, junto con un sabor acidulado y su pequeño tamaño, hacen un producto más atractivo que el jitomate comercial. Este trabajo caracterizó fisicoquímicamente frutos de tinguarake y comparó la respuesta con jitomate cherry, ambos en invernadero, como un primer paso para su mejora e incorporación en la dieta del humano. En agosto y septiembre de 2017, se colectaron plantas silvestres de tinguarake (JT) para obtener semillas, mismas que se germinaron junto con semillas de jitomate cherry (JC) en invernadero. Entre los parámetros evaluados se registró: patrón de crecimiento de plantas, peso y producción de frutos maduros, para los análisis fisicoquímicos se siguió la metodología de la AOAC registrando sabor, aporte energético, extracto etéreo, proteína cruda, humedad, materia seca y cenizas, entre otros. La información se analizó con Anova y las diferencias se obtuvieron mediante la prueba de Tukey a un $\alpha=0.05$. La dulzura destacó al cultivar JT en invernadero en comparación con JC (13.4 ± 0.5 y 7.6 ± 0.8 °Brix) y fue ligeramente mayor en pH respecto a JC (4.3 ± 0.1 y 4.1 ± 0.1). Asimismo, JT en comparación a JC registró valores similares en cuanto a proteína (17.5 ± 2.2 y $16.6 \pm 0.6\%$) y contenido energético (5.1 ± 0.4 y $4.9^B \pm 0.1$ kcal g⁻¹ MS, respectivamente). Estos atributos de calidad pueden posicionar al tinguarake como una frutilla con potencial para su mejoramiento y comercialización inmediata.

Palabras claves: cultivo protegido, jitomate silvestre, solanáceas, rescate de plantas.

Recibido: julio de 2019

Aceptado: septiembre de 2019

El tinguaraque (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) es una frutilla silvestre de sabor agradable, con tamaño de 1 a 2.5 cm, similar al jitomate. Se distribuye en zonas templadas y de transición, asociándose a bosques de encino y actúa como pionera en áreas perturbadas desde Estados Unidos hasta Centro América (Álvarez-Hernández *et al.*, 2009). En México se desarrolla en la parte occidental y sureste. Esta frutilla se ha colectado temporalmente para consumo en fresco, salsas, ensaladas y guisos regionales y en ocasiones se recolecta para venta y proveerse de ingresos económicos adicionales (Martínez-De-La-Cruz, 2015).

Los estudios realizados en el aprovechamiento de esta planta se han encaminado principalmente a entender sus mecanismos de defensa para conferirlos a los materiales comerciales. Álvarez-Hernández (2013), reportó que la planta del Tinguaraque puede utilizarse como portainjerto de jitomate comercial gracias a su capacidad adaptativa y resistencia a patógenos del suelo (*Alternaria solani* y *Fusarium* sp.), e incluso confiere tolerancia a plagas como paratíoxa (*Bactericera cockerelli*) y mosquitas blancas (*Bemisia* spp., *Trialeurodes* spp. y *Aleurothrixus* spp.).

En lo referente a la calidad nutrimental, los trabajos son escasos, mencionando Crisanto-Juárez *et al.* (2010) que el tinguaraque bajo fertirriego presenta valores altos de acidez, licopeno y vitamina C. En este sentido, se requiere de más información sobre un manejo adecuado del cultivo de la frutilla para su aprovechamiento y generar estrategias biotecnológicas que pueden ser aplicadas a la planta para su mejoramiento (Camarena-Mayta *et al.*, 2014). Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la respuesta fisicoquímica de los frutos de tinguaraque (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) y comparar con la respuesta del jitomate comercial cherry, ambos cultivados en invernadero.

Durante los meses de agosto y septiembre se colectaron plantas silvestres de tinguaraque (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) con frutilla en el municipio de Parácuaro, Michoacán (19°10' 00'' latitud norte 102° 12' 00'' longitud oeste) y se confirmó su identidad en el INECOL, en Pátzcuaro, Michoacán (núm. de referencia 254838). Una vez recolectados los materiales se trasladaron al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agrobiología 'Presidente Juárez' de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, donde se obtuvieron las semillas del Tinguaraque (JT) y junto con semillas de jitomate Cherry (JC) fueron germinadas en un invernadero de la Institución.

Posterior a su emergencia, las plantas de JT y JC se sometieron al mismo manejo agronómico para su comparación, acorde a lo recomendado por Lesur (2006); Tjalling-Holwerda (2006). Para ello se implementó entutorado vertical omitiendo labores de poda. El riego fue de 1 L día⁻¹ planta⁻¹ durante la etapa de ramificación y en el periodo de floración y fase productiva fue de 1.5 L y 1.9 L día⁻¹ planta⁻¹. La fertilización utilizada fue: 275N-100 P₂O₅-500 K₂O-150 CaO-100 MgO-75 S. Las variables evaluadas fueron: patrón de crecimiento de las plantas, peso y producción de frutos planta⁻¹ además de peso y tamaño de las semillas fruto⁻¹.

Los frutos maduros que se cosecharon durante cinco meses se emplearon para los análisis de sabor, jugosidad, aporte energético y propiedades fisicoquímicas como textura, volumen, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, extracto etéreo (EE), proteína cruda (PC), humedad (H), materia seca (MS) y cenizas, todas las determinaciones se realizaron por cuadruplicado. Los análisis se realizaron por métodos de la AOAC (2012) para frutos frescos, mientras que el aporte energético fue estimado utilizando un calorímetro (Parr Instrument^R) con chaqueta estática y bomba de oxígeno manual.

La metodología se realizó acorde a lo recomendado por el fabricante registrando la temperatura inicial y posterior cada 30 s hasta llegar a 5 min (tiempo de ignición), a partir de entonces la temperatura se registró cada 20 s hasta llegar a 15 min. Para la determinación del color externo de las frutillas, se empleó un colorímetro portátil (Lovibond^R) con el que se obtuvieron los parámetros L*, a*, b*, c* y h*. Los resultados se calcularon con el ángulo de color °Hue, con algunas modificaciones a lo reportado por De-Paula-Olivera (2016).

La información recabada se analizó; a través, de la metodología de Anova y las diferencias entre los materiales de jitomate (JT y JC) se obtuvieron mediante la prueba de Tukey a un $\alpha=0.05$. Para el análisis estadístico se empleó el paquete estadístico SAS 9.1.

Los resultados mostraron que, al desarrollarse en un ambiente óptimo y controlado, de manera general el patrón de crecimiento de JT no mostró cambios significativos en comparación a su desarrollo fuera de invernadero, esto coincide con lo reportado por Letschert y Frese (1993), quienes trabajaron con *Beta vulgaris* en condiciones controladas y observaron cambios mínimos en su patrón de crecimiento. sin embargo, en comparación a JC, se observaron diferencias en el peso de la fruta y el rendimiento de la producción de frutilla por planta, donde JT produjo menos de la mitad registrada para JC peso fruta⁻¹ (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de las variables físicas evaluadas de las plantas, frutillas y semillas.

Variable	Tinguaraque	Cherry
	Promedio	Promedio
Peso por fruto (g)	0.71 ^A ±0.7	3.17 ^B ±0.3
Diámetro ecuatorial (mm)	10.1 ^A ±0.5	18.2 ^B ±0.1
Diámetro longitudinal (mm)	10.9 ^A ±0.6	17.5 ^B ±0.3
Número de semilla por fruto (unidades)	41.7 ^A ±7.5	71.5 ^B ±11.7
Peso de semilla (%)	6.7 ^A ±1.4	3.5 ^B ±0.3
Rendimiento* (t ha ⁻¹)	34.7	74

±= desviación estándar; * = calculado con base a densidad de siembra y producción promedio de la planta (kg de frutilla planta⁻¹); ^{A, B}= indican diferencias ($p < 0.05$) entre promedios dentro de fila.

Con los valores obtenidos de peso por fruto y producción por planta, se estimó una producción de 34.7 y 74 t ha⁻¹ cultivada con JT y JC, respectivamente. Datos esperados por el tamaño significativamente menor de JT (10.9 ±0.6 y 10.1 ±0.5 mm para el diámetro longitudinal y ecuatorial, respectivamente en comparación al tamaño del JC (17.5 ±0.3 y 18.2 ±0.1 mm para el diámetro longitudinal y ecuatorial, respectivamente).

Aunque el número de semillas fue estadísticamente más alto para JT (41.7 ±7.5) respecto a JC (71.5 ±11.7), el tamaño de JT (< 0.4 cm de largo) es menos perceptible que las semillas del material comercial.

En cuanto a la composición químico proximal de los frutos del tinguaraque, éstos presentaron valores mayores ($p < 0.05$) respecto al contenido de minerales (5.4 ±0.3% g⁻¹ MS); asimismo, los valores de contenido energético (5.05 ±0.4 kcal g⁻¹) y de contenido proteico (17.5 ±2.2) fueron iguales a los obtenidos en el JC (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de la composición químico proximal de las frutillas por la especie.

Componente	Tinguaraque	Cherry
	Promedio	Promedio
Humedad (%)	85.9 ^A ±0.6	89.5 ^B ±0.9
Materia seca (%)	14.1 ^A ±0.6	10.5 ^B ±0.9
Cenizas (%)	5.4 ^A ±0.3	4.5 ^B ±0.6
Extracto etéreo (%)	7.4 ^A ±1.7	9.3 ^A ±0.8
Contenido energético (kcal g ⁻¹ MS)	5.1 ^A ±0.4	4.9 ^A ±0.1
Proteína (%)	17.5 ^A ±2.2	16.6 ^A ±0.6

±= desviación estándar; ^{A, B}= indican diferencias ($p < 0.05$) entre promedios dentro de fila.

En lo referente al análisis fisicoquímico, el JT superó los valores del JC en sólidos solubles (°Brix), indicador que, junto con la baja acidez registrada (0.01 Meq ac cítrico) y un pH de 4.3 ± 0.1 del JT favoreció organolépticamente el sabor de esta frutilla silvestre hacia un dulzor agradable (Cuadro 3). En cuanto a porcentaje de jugosidad, el Tinguaraque al presentar el mismo valor estadístico que el jitomate Cherry, suma otro atributo óptimo de calidad.

Cuadro 3. Comparación de las caracterizaciones fisicoquímicas de las frutillas por especie.

Característica	Tinguaraque	Cherry
	Promedio	Promedio
Jugosidad (%)	54.93 ^A ± 8.2	43.6 ^A ± 7.3
pH	4.3 ^A ± 0.1	4.1 ^B ± 0.1
Acidez titulable (meq ac. cítrico)	0.01 ^A ± 0	0.01 ^A ± 0
Sólidos solubles (°Brix)	13.5 ^A ± 0.6	8.9 ^B ± 0.3
(%) de pulpa	40.1 ^A ± 7.6	46.9 ^A ± 8.2
Color (°Hue)	52.8 ^A ± 2.4	41 ^B ± 2.2
Brillo (L [*])	42.9 ^A ± 0.6	36.6 ^B ± 1.2
Textura (mm penetrados)	1.9 ^A ± 0.1	1.2 ^B ± 0.1

±= desviación estándar; ^{A, B}= indican diferencias ($p < 0.05$) entre promedios dentro de fila.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, el Tinguaraque (especie silvestre) es susceptible de mejorar sus características agronómicas y fisicoquímicas al ser establecida en invernadero. Sin embargo, se requiere de un trabajo arduo en la selección (rendimiento: kg de frutilla planta⁻¹ y peso de la frutilla) y propagación de los mejores ejemplares, puesto que el rendimiento de esta especie silvestre (Cuadro 1) es apenas de 45.9% con respecto al rendimiento observado con la especie comercial (jitomate cherry) y cuyo rendimiento productivo fue 80 t ha⁻¹ similar al reportado por Márquez-Quiroz *et al.* (2014).

A pesar del bajo rendimiento productivo del tinguaraque, los altos valores de sólidos solubles de la frutilla silvestre la hacen atractiva de utilizarse para la elaboración de néctares, puesto que la zarzamora (*Rubus fruticosus* L.) con valores de 10.5 ± 0.2 °Brix es útil para este fin (Valencia-Sullca y Guevara-Pérez, 2013). Adicionalmente, si el tinguaraque se empleara en la elaboración de vinos, se podría tener un rendimiento probable de alcohol de 7.5%, valor 2.5% menor al de uvas vinateras (*Vitis vinifera*), pero con posibilidad de aplicarse (Sotomayor-Soler, 1984).

En cuanto al porcentaje de jugosidad de JT, ésta es ligeramente superior al de hortalizas como la zanahoria (*Daucus carota*): 51.7 a 51.7% (Hoyos-Echevarría y Sancho-Barrio, 2002), lo que supone una posible de aplicación en la industria de la elaboración de jugos. Para el caso de la MS del tinguarake, el valor observado fue similar al reportado para chiles paprika maduros (*Capsicum annum*) var. Rokita^R (14.16%). Aspecto que lo hace factible como ingrediente para alimentos deshidratados (Buczowska y Łabuda, 2015).

Un hallazgo importante dentro de los valores fisicoquímicos del tinguarake fue el alto contenidos de minerales (Cuadro 1), puesto que fue superior al de muchas frutillas como el arándano azul (*Vaccinium corymbosum*) del cual se reportan 0.2 g 100 g⁻¹ (Roe *et al.*, 2013) e incluso más alto que el de alimentos como el amaranto (*Amaranthus* spp.) de quien se reporta 3% (Peralta *et al.*, 2011).

Dentro del color, el tinguarake en invernadero manifestó una mayor luminosidad que el jitomate Cherry (Cuadro 3) y al máximo reportado para la frutilla de manera silvestre (Crisanto-Juárez, 2010). Así mismo, la coloración rojiza (52.8 ±2.36 °Hue) fue más atractiva a la reportada para jitomates tipo saladette maduros (59.3 °Hue) por López-Camelo y Gómez (2004).

Debido a las características morfológica del tinguarake (frutilla de pequeñas dimensiones) el rendimiento productivo (kg de frutillas por planta) bajo invernadero, fue muy bajo comparado con el rendimiento de la frutilla cherry. Sin embargo, posee características fisicoquímicas que superan a la frutilla comercial: contiene mayor materia seca, es más jugoso y rico en minerales. Aspecto atractivo para el cultivo y aprovechamiento de esta frutilla silvestre. Sin embargo, se debe establecer una estrategia para que el tinguarake se incorpore a los programas de fitomejoramiento.

Agradecimientos

A la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), por el apoyo económico para el desarrollo de este trabajo y al Instituto Tecnológico Superior de Uruapan (ITSU) por permitir el uso de sus instalaciones.

Literatura citada

- Álvarez-Hernández, J. C. 2013. Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas. *Acta agronómica*. 61(2):117-125.
- Álvarez-Hernández, J. C.; Cortez-Madrigal, H. y García-Ruiz, I. 2009. Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (*Solanaceae*) en tres regiones de Michoacán, México. *Polibotánica*. 28(2):139-159.
- AOAC. 2012. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist 19th (Ed.). Association of Analytical Chemist. 1015 p.
- Buczowska, H. and Łabuda, H. 2015. Utility and biological value of hot pepper fruits from a single harvest. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 14(2):133-143.
- Camarena-Mayta, F.; Chura-Chuquiya, J. y Blas-Sevillano, R. H. 2014. Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Depósito legal de la biblioteca nacional del Perú. Lima, Perú. 278 p.

- Crisanto-Juárez, A. U.; Vera-Guzmán, A. M.; Chávez-Servia, J. L. and Carrillo-Rodríguez, J. C. 2010. Fruit quality of wild tomatoes (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* Dunal) from Oaxaca, Mexico. *Rev. Fitotec. Mex.* 33(4):4-3.
- De-Paula-Oliveira, T.; Sandoval-Zocchi, S.; Pedro-Jacomino, A. 2016. Measuring color hue in 'Sunrise Solo' papaya using a flatbed scanner. *Rev. Bras. Frutic.* 39(2):e-911.
- Hoyos-Echevarría, P. y Sancho-Barrio, S. 2002. Influencia del cultivar sobre diferentes parámetros de calidad de zanahoria de invierno, tipo nantesa, conservada en el suelo. *Seminario de Especialistas en Horticultura.* 10(1):353-366.
- Lesur, L. 2006. Manual del cultivo del tomate. 3ª (Ed.). Editorial Trillas. México, DF. 80 p.
- Letschert, J. and Frese, L. 1993. Analysis of morphological variation in wild beet (*Beta vulgaris*) from Sicily. *Genet. Res. Crop. Evol.* 40(1):15-24.
- López-Camelo, A. F. and Gómez, P. A. 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Hortic. Bras.* 22(3):534-537.
- Márquez-Quiroz, C.; Robledo-Torres, V.; Benavides-Mendoza, A.; Vázquez-Badillo, M. A.; De-la-Cruz-Lázaro, E.; Estrada-Botello, M. A. y López-Espinosa, S. T. 2014. Uso de mallas sombra: una alternativa para la producción de tomate cherry. *Ecosistemas y Recur. Agrop.* 1(2):175-180.
- Martínez-De-La-Cruz, I.; Rubí-Arriaga, M.; González-Huerta, A.; Pérez-López, D. J.; Franco-Mora, O. and Castañeda-Vildózola, A. 2015. Edible fruits and seeds in the State of Mexico. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6(2):331-346.
- Peralta, E.; Villacrés, M. N. y Rivera, M. 2011. Conceptos y parámetros de calidad para el grano de amaranto (*Amaranthus* spp). Programa nacional de leguminosas y granos andinos estación experimental santa catalina. Boletín técnico núm. 54. Quito, Ecuador. 32 p.
- Roe, M.; Church, S.; Pinchen, H. and Finglas, P. 2013. Nutrient analysis of fruit and vegetables. Analytical report First Publication. Department of Health, United Kingdom. 92 p.
- Sotomayor-Soler, J. P. 1984. Determinación de madurez en uvas para vinificar: como medir el contenido de azúcares y ácidos. *IPA, Ouilamapu.* 22(4):22-26.
- Tjalling-Holwerda, H. 2006. Cropkit guía de manejo: nutrición vegetal de especialidad tomate. SQM SA. En colaboración con YARA. Sociedad Química y Minera de Chile. Santiago de Chile. 83 p.
- Valencia-Sullca, C. E. y Guevara-Pérez, A. 2013. Elaboración de néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Scientia Agropecuaria.* 4(2):101-109.