

Caracterización física y química de los frutos de tres variedades de *Prunus persica* L. Batsch en Tlaxcala

Oscar Gumersindo Vázquez-Cuecuecha¹

Elizabeth García-Gallegos¹

José Antonio Chávez-Gómez^{1,§}

1 Maestría en Ciencias en Sistemas del Ambiente-Centro de Investigación en Genética y Ambiente-Universidad Autónoma de Tlaxcala. Autopista San Martín-Tlaxcala km 10.5, San Felipe Ixtacuixtla, Tlaxcala, México. CP. 90120. (oscarvc1@hotmail.com; gallegoseg@hotmail.com).

Autor para correspondencia: jantonichavgom@gmail.com

Resumen

El durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch] es considerado uno de los frutos más importantes a nivel mundial y en México. La investigación se realizó en el municipio de Alzayanca, Tlaxcala, durante 2019. En la localidad se producen las variedades Escarcha, Lucero y el Amarillo criollo, con una aceptación importante por parte del consumidor local y regional. El objetivo fue evaluar las características físicas y químicas en frutos de tres variedades de durazno a través del peso, tamaño, firmeza, pH, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y el índice de madurez (relación SST/AT), características que permitirán determinar su disposición poscosecha. De cada variedad fueron seleccionados cuatro árboles al azar y de cada árbol 10 frutos, en total 40 frutos por variedad. Los datos se sometieron a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para realizar un Anova y una comparación de medias por la prueba Tukey ($p < 0.05$), además, de un análisis de componentes principales (ACP). Los resultados mostraron que, en los frutos de las tres variedades, el contenido de azúcares ($^{\circ}\text{Brix} > 10$) para el mercado es el adecuado, en la variable firmeza el valor promedio fue de 15.1 N, ambos valores de acuerdo con la normatividad mexicana son adecuados para elaborar conservas. A través del ACP, el tamaño, índice de madurez y firmeza fueron determinantes en la variación entre las variedades, en conclusión, las características antes mencionadas pueden considerarse por los productores como buenos indicadores de la madurez y el sabor en la etapa de postcosecha.

Palabras clave:

durazno, madurez, postcosecha.

Introducción

Prunus persica (L.) Batsch se cultiva ampliamente en climas templados, tiene grandes estándares en el mercado internacional, es la tercera fruta de clima templado más importante detrás de la manzana y la pera. Más de 90% de la producción a nivel mundial se destina en fresco. Los frutos se caracterizan por su contenido de vitamina C, carbohidratos, tales como, fructosa, sorbitol, glucosa y sacarosa, así como de ácido oxálico, cítrico, isocítrico, málico, fumárico y siquimato (Nowicka *et al.*, 2019). El durazno es un fruto climatérico, significa que una vez que los frutos son cosechados continúan con actividad metabólica, relacionada con el proceso de maduración en donde se produce energía por la oxidación de azúcares y ácidos orgánicos, que da lugar a la formación de agua y CO₂ (Martínez-González *et al.*, 2017).

Además de contener hormonas vegetales como el etileno, este regula los principales procesos moleculares, bioquímicos y fisiológicos durante la maduración del fruto, reflejándose en el incremento de los grados Brix, cambios de color a nivel de epidermis y pulpa, disminución de la acidez y la firmeza del fruto, a nivel de carbohidratos, en la conversión de almidón a azúcares solubles, lo que acrecienta el sabor dulce de los frutos, también hay degradación de carbohidratos poliméricos, almidón y celulosa (Hiwasa-Tanase y Ezura, 2014).

Aunado a lo anterior en el fruto la firmeza y sólidos solubles totales (SST) originan cambios en las variables organolépticas conforme pasa el tiempo y da inicio la senescencia, lo que genera las mayores pérdidas postcosecha, debido al debilitamiento de la estructura del fruto que se refleja en una menor firmeza y ocasiona una mayor susceptibilidad al daño mecánico y al ataque de patógenos (Farias *et al.*, 2017). Abbasi *et al.* (2019) señalan que la firmeza es el indicador más utilizado para determinar la vida útil (anaquel) potencial de los frutos en postcosecha y para la toma de decisiones en operaciones de selección, embalaje y transporte. Buitrago-Guacaneme *et al.* (2015) mencionan que los SST también son un criterio importante de calidad ya que la determinación de su acumulación en el fruto en conjunto con la acidez titulable (AT), permiten estimar el momento de la cosecha; mientras que, la relación de los SST/AT es un indicador del sabor del fruto durante la maduración (Nowicka *et al.*, 2019).

En México, las principales entidades federativas productoras de durazno son: Zacatecas, Michoacán, Estado de México y Tlaxcala, éste último ocupa el noveno lugar a nivel nacional con una superficie de 1 160 ha plantadas, la mayor producción se concentra al noroeste del estado, los frutos se destinan al mercado local y regional. Uno de los cultivares importantes es Escarcha semiprisco de maduración intermedia a principios de julio (Fernández-Montes *et al.*, 2011), por otro lado, están Amarillo criollo y Lucero, de maduración tardía en el mes de septiembre.

Las variedades son de gran importancia por sus características organolépticas, la producción al 2020 fue de 3 979 t con un precio de \$25 t⁻¹ (SIAP, 2020), además son variedades que se han adaptado al clima local, lo que al productor incentiva a desarrollar un manejo adecuado que le garantice un mayor volumen y calidad (Fernández-Montes *et al.*, 2011).

Para la venta de los frutos se requieren características que les permita la durabilidad en anaquel. La mayoría de los productores desconocen la información de su producto al realizar su cosecha, mientras que, la industria de conservas requiere cultivares con características específicas de textura, firmeza y color de pulpa (Abbasi *et al.*, 2019). Por lo tanto, el cosechar frutos con valores comerciales idóneos es una garantía económica para el productor.

Las características demandadas de madurez son: firmeza y sabor, las cuales permiten estimar la aceptación que tendrá en el mercado (Altube *et al.*, 2017). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar las características físicas y químicas en frutos de tres variedades de durazno en el estado de Tlaxcala, lo que permitirá determinar su disposición postcosecha, bajo la hipótesis que hay diferencias entre las variedades.

Materiales y métodos

La variedad Escarcha procede de la comunidad Concepción Hidalgo ubicada en el municipio de Altzayanca, Tlaxcala (19° 23' 30.61" latitud norte y 97° 49' 35.84" longitud oeste) con una temperatura promedio de 14 °C y una precipitación de 600 mm. Las variedades Lucero y Amarillo criollo se producen en la comunidad de San José Xicohténcatl, Huamantla, Tlaxcala (19° 21' 27.8" latitud norte y 97° 49'.52. 26" longitud oeste), a 16 °C y 700 mm de precipitación (INEGI, 2009) (Cuadro 1). Los suelos de ambos sitios son de textura Arena Francosa, densidad aparente de 1.11 a 1.25 g cm⁻³, pH neutro y un contenido de materia orgánica menor al 1.01% (García-Gallegos *et al.*, 2020).

Cuadro 1. Manejo y rendimiento de tres variedades de durazno en Tlaxcala.

Variedad	DP ha ⁻¹	EP	R (kg árbol ⁻¹)	No. FP árbol ⁻¹	Manejo [†]
Escarcha	785	adulta	13.4	156	Ri, S, CA, MA, C, FQ
Amarillo criollo	1000	adulta	13.04	183	RiG, S, CA y FQ
Lucero	900	adulta	10.5	99	T, S, CA, FQ

DP= densidad de plantación; EP= edad planta; R= rendimiento; No. FP= No. frutos promedio; Ri= riego; RiG= riego por goteo; T= temporal; S= surco; CA= control de arvenses; C= composta (aplicación cada ciclo, el mes de noviembre); MA= malla antigranizo; FQ= fertilización química (urea o nitrato de amonio en floración; Triple 17, después de la cosecha); [†]= información proporcionada por los productores.

Dado que la maduración de las variedades difiere, la recolecta de los frutos para Escarcha fue en el mes de julio; mientras que, para Lucero y Amarillo criollo en septiembre. Se seleccionaron cuatro árboles al azar por variedad y de cada árbol se recolectaron a temprana hora 10 frutos sin daños mecánicos y en buenas condiciones fitosanitarias, en total 40 duraznos por variedad, depositados en bandejas de pulpa de cartón para su traslado al laboratorio de manera inmediata.

Dentro de las características físicas se determinó el peso de cada fruto con una balanza granataria digital (Adam[®]), con un Vernier digital RoHS[®] se midió el tamaño en función del diámetro mayor (diámetro polar) y el diámetro menor (diámetro ecuatorial) por la NMX-FF-009-SCFI-1982 (DOF, 1982), la firmeza se midió con un texturómetro (TAXT Plus[®]), acoplado al software Stable Micro Systems, con punta de 3 mm de diámetro, lo que correspondió a la fuerza máxima en g que se convirtió a kg para después multiplicarla por la constante de la aceleración (9.866 m s⁻²) dando como resultado la fuerza en Newton (N) con base a la NMX-FF-060-SCFI-2009 (DOF, 2009).

Para las características químicas, a los frutos se les retiró el epicarpio y se sumergieron en agua a 100 °C durante 40 s, para luego en agua fría a 5 °C y así inhibir la actividad enzimática; posteriormente, fue retirado el endocarpio y el mesocarpio fue triturado con un procesador eléctrico (Hand Blender[®]), el jugo se extrajo por filtración al vacío.

El pH y la conductividad eléctrica (CE) se determinaron en jugo en una relación 1:1 v/v (agua/jugo), con un potenciómetro (Conductronic[®]) y un conductímetro (ExStik[®] II modelo EC500) (AOAC, 1990). Los SST se cuantificaron con un refractómetro digital de sobremesa (Atago[®] modelo 1T), se obtuvo un índice de refracción y un valor en °Brix, previo se calibró con dos gotas de agua destilada, la AT fue determinada en una relación 1:1 v/v (agua/jugo) por titulación, valorada con NaOH 0.1 N y fenolftaleína como indicador, se utilizó la fórmula de López y Argaiz (1993) refieren que los datos como acidez (% ácido cítrico) = $(V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{meq ácido cítrico} / V) \times 100$. Donde: V_{NaOH} = volumen de NaOH en la titulación; N_{NaOH} = normalidad NaOH (0.1 N); meq ácido cítrico= 0.064 g ácido cítrico; V= volumen de la muestra; además, se estimó el índice de madurez (IM) de los frutos por medio de la división de los valores de los SST (°Brix) entre el porcentaje de ácido cítrico que corresponde a la AT (Abbasi *et al.*, 2019).

Los datos obtenidos se sometieron a las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks ($p > 0.05$) y homogeneidad de varianzas de Levene ($p > 0.05$), una vez cumplido los supuestos se realizó el Anava bajo el modelo lineal: $Y_{ij} = \mu + (i + (ij)$, Donde: Y_{ij} = respuesta de la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento; (i) = efecto del tratamiento i ; (ij) = error aleatorio asociado a la observación Y_{ij} . Después una prueba de Tukey ($p \neq 0.05$) para identificar diferencias entre variedades. Se realizó un análisis de correlación de Pearson ($p \neq 0.05$) y para determinar el grado de asociación de las características del fruto y las variedades se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Lo anterior empleando el software estadístico Info Stat versión 2008 (Di Rienzo *et al.*, 2008).

Resultados y discusión

En el peso del fruto se observaron diferencias entre variedades ($p \neq 0.05$), la variedad Lucero presentó el mayor peso (Cuadro 2) y fue la que tuvo un rendimiento por árbol de 10.5 kg ha^{-1} y $99 \text{ frutos árbol}^{-1}$ en comparación con las variedades Escarcha y Amarillo criollo (Cuadro 1). Sin embargo, los valores fueron inferiores a lo reportado para frutos de la variedad Dorado (181 g), aunque, es importante considerar que el peso disminuye a la poscosecha, debido a la pérdida de humedad y por la temperatura durante el almacenamiento o transporte (Africano *et al.*, 2016). Sun *et al.* (2018) reportan una reducción de 2.43% en la variedad Sugar Top y Okubao, una vez cosechados la pérdida de peso a 28 días fue de 6.4 , 7.6 , 8.4 y 8.8% almacenado a 0 , 2 , 5 y $8 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente, lo que puede suceder con las variedades analizadas.

Respecto al diámetro polar, hubo diferencias significativas entre las variedades, se presentó el mismo patrón que en el peso ($p \neq 0.05$) (Cuadro 2). De acuerdo con la clasificación por tamaño que señala la NMX-FF-060-SCFI-2009 (DOF, 2009) los frutos evaluados en este estudio son óptimos para su consumo en fresco. Díaz-Martínez *et al.* (2017) reportan para durazno tipo criollo de Santiago Papasquiario, Durango un diámetro polar de 54.92 mm , valor superior a los obtenidos; mientras que, el diámetro ecuatorial de 52.48 mm fue inferior a Escarcha y Lucero.

Cuadro 2. Características físicas de frutos de *P. persica* L. Batsch en Tlaxcala, México.

Variedad	Peso (g)	DP (mm)	DE (mm)	Firmeza (N)
Escarcha	$84.99 \pm 9.02 \text{ b}$	$50.01 \pm 1.46 \text{ b}$	$53.1 \pm 2.4 \text{ a}$	$8.74 \pm 2.72 \text{ c}$
Amarillo criollo	$63.43 \pm 7.66 \text{ c}$	$46.69 \pm 0.94 \text{ c}$	$47.17 \pm 2.1 \text{ b}$	$14.43 \pm 1.99 \text{ b}$
Lucero	$106.95 \pm 3.71 \text{ a}$	$54.65 \pm 1.6 \text{ a}$	$56.23 \pm 0.87 \text{ a}$	$22.13 \pm 1.98 \text{ a}$

DP= diámetro polar; DE= diámetro ecuatorial. Medias \pm desviación estándar. Letras distintas por columna indican medias significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Tukey ($p \neq 0.05$); $n = 40$.

En cuanto a los valores de firmeza, se tuvo que el cultivar Lucero fue significativamente más alto seguido por el Amarillo criollo y Escarcha ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2). No obstante, estos valores son menores a lo que indica la NMX-FF-060-SCFI-2009, la cual establece una firmeza general de 34.32 N , por lo que el tiempo de comercialización de las variedades evaluadas se pudiera restringir. Africano *et al.* (2016) reportan para la variedad Dorado una firmeza de 12.81 N , mayor a la variedad Escarcha y menor a las otras dos variedades.

Para la variedad Flordaking se reporta una firmeza de 36.35 N en postcosecha y disminuye a la sexta semana a 8.73 N . Abbasi *et al.* (2019) señalan que la firmeza de los frutos de durazno tiende a disminuir a medida que avanza la maduración. El ablandamiento del fruto se da como un proceso de modificaciones en la estructura de la pared celular donde se presentó la despolimerización de glucanos y solubilización de pectina; así mismo, la disminución de la firmeza se puede relacionar con una alta concentración de nitrógeno en el fruto (Santiago-Mejía *et al.*, 2008), lo que va a depender de la variedad y manejo proporcionado por el productor (Cuadro 1).

En el jugo, el pH de la variedad Escarcha fue más ácido con respecto a los valores obtenidos en el Amarillo criollo y Lucero ($p \leq 0.05$) (Cuadro 3). Miranda *et al.* (2019) para la variedad Chimarrita

un valor de 3.2. La NMX-F-034-1982 (DOF, 1982) establece un pH de 3.5 como mínimo y un 4.2 máximo para la elaboración de duraznos en almíbar, por lo que, las variedades analizadas no cumplen para dicho propósito; sin embargo, la norma permite agregar ácido cítrico como acidulante cuando se requiera alcanzar el pH requerido.

Cuadro 3. Características químicas de frutos de *P. persica* L. Batsch, Tlaxcala, México.

Variedad	pH	CE (mS cm ⁻¹)	AT (%)	SST (°Brix)	SST:AT (índice)
Escarcha	4.3 ±0.12 b	1.88 ±0.11 c	0.35 ±0.06 a	11.43 ±0.6 b	33.67 ±5.8 b
Amarillo criollo	4.5 ±0.2 a	2.75 ±0.33 b	0.25 ±0.1 ab	10.53 ±1.11 b	46.4 ±14.28 b
Lucero	4.8 ±0.25 a	3.61 ±0.26 a	0.13 ±0.03 b	13.53 ±0.41 a	108.27 ±33.66 a

Medias ± desviación estándar. CE= conductividad eléctrica; AT= acidez titulable; SST= sólidos solubles totales. Letras distintas por columna indican medias significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Tukey ($p < 0.05$); n= 40.

En la conductividad eléctrica (CE) los valores promedios fueron diferentes entre las variedades, el más alto lo tuvo Escarcha ($p \# 05$) (Cuadro 3), aun así, menor en comparación a lo reportado por Bonazzola *et al.* (2007) para las variedades Flordarking y Forastero (5.1 y 5.4 mS cm⁻¹). Uno de los elementos más abundante en la pulpa del durazno es el K, seguido del Ca, Mg y Na, pero su concentración puede disminuir durante la maduración del fruto (Dabbou *et al.*, 2017).

Para la acidez titulable (AT) los valores mostraron que la variedad Escarcha es significativamente más alta con respecto a Lucero ($p \# 0.05$) (Cuadro 3). Las tres variedades analizadas presentaron valores menores a lo evidenciado por Africano *et al.* (2016) para la variedad Dorado, con un porcentaje de 0.87%, mientras que, en la variedad Flavorcrest pasó de 0.96 en la primera cosecha a 0.74% en la última del año 2010, y de 0.47 a 0.5% en 2012 (Altube *et al.*, 2017).

En la misma variedad, Abbasi *et al.* (2019) reportan un porcentaje de acidez de 1.09 al momento de la cosecha y a la sexta semana de almacenamiento disminuyó a 0.63%, superiores a lo que tuvieron frutos de Tlaxcala. Los ácidos orgánicos predominantes en los frutos de *Prunus persica* (L.) Batsch son el ácido málico y cítrico, los cuales disminuyen con la maduración, estos ácidos representan 65% del contenido total de ácidos orgánicos en el fruto, además de ácido oxálico, fumárico e isocítrico (Nowicka *et al.*, 2019).

Respecto a los SST, el valor de la variedad Lucero fue significativamente más alto, respecto a Escarcha y Amarillo criollo ($p \# 0.05$) (Cuadro 3). El contenido de azúcares en los frutos se encuentra dentro de lo que establece la NMX-FF-060-SCFI-2009 (DOF, 2009) la cual, como especificación de madurez estipula que el contenido mínimo de SST en frutos de todos los duraznos debe ser de 10 °Brix. La variedad Lucero presentó una cantidad de azúcares mayor a lo reportado por Africano *et al.* (2016) para la variedad Dorado con 11.6 °Brix; Farias *et al.* (2017) reportan valores de 11.45 °Brix para el genotipo Cascata 1513, incrementándose a 12.66 °Brix a los 10 días de almacenamiento, similar a la variedad Escarcha.

En frutos maduros, los sólidos solubles incluyen: oligosacáridos, polisacáridos, ácidos orgánicos, pigmentos y taninos, entre otros, pero su contenido suele ser mayor en frutos de color intenso (Nowicka *et al.*, 2019), que al darse el proceso de degradación se generan azúcares solubles, lo que incrementa los SST en el fruto (Buitrago-Guacaneme *et al.*, 2015).

En el caso de los frutos climatéricos se incrementa la tasa respiratoria en la maduración para producir la energía necesaria para la hidrólisis del almidón que conlleva a la síntesis de monosacáridos como glucosa y fructuosa entre 30 y 50%, en menor cantidad sacarosa, lo que representó 1.5 y 5% del peso total del fruto (Agustí, 2013). Al establecer la relación SST:AT para obtener el índice de madurez, la variedad Lucero tuvo un incremento significativo, resultado de la reducción de la AT e incremento de los SST (Cuadro 3).

Los frutos de la variedad Escarcha presentaron un índice de 33.67, esta relación es un indicador de madurez del fruto, esta variedad es de maduración intermedia y por su condición de

semiprisco la época de recolección del fruto pudiera ser con anterioridad a la establecida por el productor. Marques-Costa *et al.* (2008) señalan que un índice de madurez para duraznos varía de 16.5 a 36.0; sin embargo, valores de 25 o menor indican una madurez óptima para su recolección, de acuerdo con este valor, los frutos de las tres variedades fueron cosechados después del punto óptimo.

Leonel *et al.* (2014) reportan un índice de madurez de 12.5 a 21.4 para frutos climatéricos como el durazno. Africano *et al.* (2016) obtuvieron un índice de madurez de 12.41 para la variedad Dorado, valores inferiores a lo reportado en este estudio para las variedades de Tlaxcala. En árboles de tres años de la variedad August Flame se reporta un índice de madurez de 1.4, incrementándose conforme avanza el tiempo de almacenamiento a la cuarta semana a 2.76 (Ceccarelli *et al.*, 2019).

Las diferencias entre las variedades (Cuadros 2 y 3) es resultado del genotipo, pero además es importante mencionar que factores agroecológicos como humedad, temperatura, manejo (Cuadro 1) y posibles efectos de plagas y enfermedades influyen en las características evaluadas y en el potencial productivo y calidad del fruto (tamaño, forma, contenido de azúcares, acidez y vida postcosecha) (Fernández-Montes *et al.*, 2011). Por otro lado, Nowicka *et al.* (2019) indican que la relación SST:AT también puede emplearse para clasificar a los frutos de durazno con base a su sabor, así un índice de madurez de 5 a 7 son ácidos, de 17 a 24 agridulces y de 31 a 98 dulces, con base a esta clasificación los frutos de las tres variedades analizadas se consideran dulces, aunque la variedad Lucero superó el valor más alto de la clasificación por 10.27 unidades, esto puede indicar que es un fruto cosechado posterior al tiempo óptimo y por lo tanto, su vida postcosecha se verá afectada.

El análisis de correlación muestra que, a mayor diámetro polar y ecuatorial del fruto se tendrá un mayor peso. A un incremento en la firmeza del fruto se obtuvo una mayor conductividad eléctrica y por lo tanto, un aumento en el valor del pH (Cuadro 4). A menor acidez un incremento en el índice de madurez, lo que coincide con Buitrago-Guacaneme *et al.* (2015) quienes reportan que esta relación SST:AT muestra un incremento durante la maduración del fruto, resultado de la reducción de la acidez e incremento de los SST, lo que se refleja en la variedad Lucero.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación de Pearson para las características fisicoquímicas de los frutos de tres variedades de *P. persica* L. Batsch, Tlaxcala.

	Peso	DP	DE	Firmeza	pH	CE	AT	SST	SST:AT
Peso	1								
DP	0.99*	1							
DE	0.98*	0.96*	1						
Firmeza	0.58*	0.64*	0.45ns	1					
pH	0.2ns	0.28ns	0.03ns	0.86*	1				
CE	0.45ns	0.53*	0.31ns	0.95*	0.89*	1			
AT	-0.25ns	-0.45ns	-0.26ns	-0.75*	-0.75*	-0.69*	1		
SST	0.77*	0.77*	0.7*	0.67*	0.44ns	0.66*	-0.42ns	1	
SST:AT	0.6*	0.64*	0.49ns	0.79*	0.71*	0.74*	-0.84*	0.74*	1

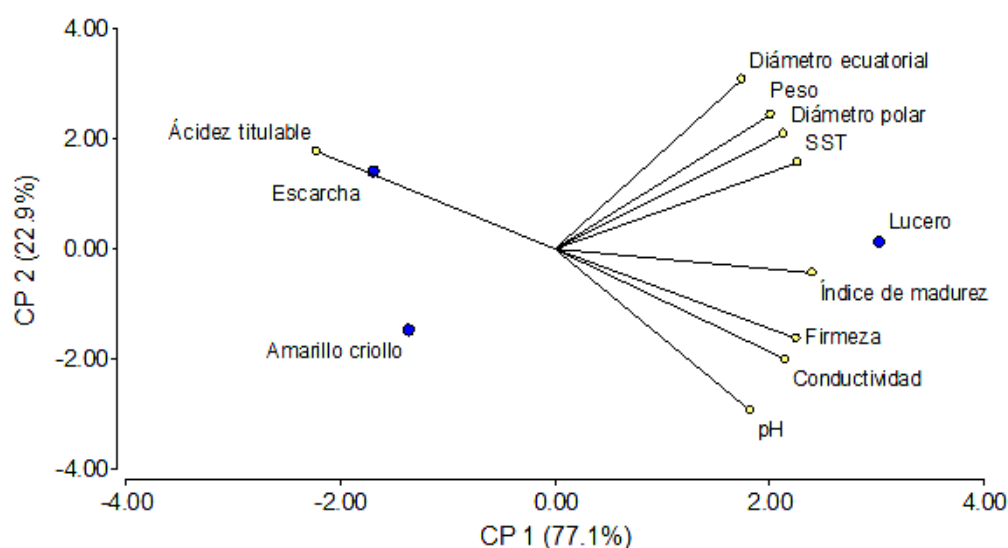
DP= diámetro polar; DE= diámetro ecuatorial; CE= conductividad eléctrica; AT= acidez titulable; SST= sólidos solubles totales. *Coeficiente de correlación de Pearson ($p < 0.05$); ns= no significativo.

El análisis de componentes principales (ACP) muestra que la variabilidad total es explicada por los componentes CP1 (77%) y CP2 (23%), estos dos componentes explican 100% de la variación total de los datos. Las características que señalan un mayor peso en el CP1 índice de madurez, SST, AT y firmeza. El CP2 es explicado por el diámetro ecuatorial y pH (Cuadro 5 y Figura 1).

Cuadro 5. Componentes principales de las características del fruto de tres variedades de *P. persica* L. Batsch, Tlaxcala, México.

Indicador	CP1	CP2
Peso	0.32	0.38
Diámetro polar	0.33	0.33
Diámetro ecuatorial	0.27	0.48
Firmeza	0.35	-0.26
pH	0.29	-0.46
Conductividad	0.34	-0.31
Acidez titulable	-0.35	0.28
SST	0.36	0.24
Índice de madurez	0.38	-0.07

Figura 1. Gráfico Biplot de las características fisicoquímicas del fruto en tres variedades de *P. persica* L) Batsch en Tlaxcala.



Conclusiones

Con base al tamaño las tres variedades cumplen con los estándares de la normatividad mexicana, la firmeza indica que los tiempos de recolección de los frutos no son los óptimos del productor. Por las características químicas los frutos son aptos para elaborar conservas. Con el ACP se determinó que el tamaño, índice de madurez y firmeza para la variedad Lucero son determinantes para su calidad postcosecha y en el caso de la variedad Escarcha lo fue la acidez titulable. Por lo tanto, es importante que los productores consideren estas variables para establecer los tiempos óptimos de recolecta del fruto, así como el manejo en las parcelas (fertilización, riego, control de arvenses, plagas y enfermedades).

Agradecimientos

Se agradece el apoyo para realizar este trabajo a los productores de durazno y al CONACYT por la beca proporcionada para J. A. Chávez Gómez

Bibliografía

- 1 Abbasi, N. A.; Alí, I.; Hafiz, I. A.; Alenazi, M. M. and Shafiq, M. 2019. Effects of putrescine application on peach fruit during storage. *Sustainability*. 11(7): 2-17. <http://dx.doi.org/10.3390/su11072013>.
- 2 AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International. 15th Ed. Washington, DC. EE. UU. 1-8 pp.
- 3 Africano, K. L.; Almanza, M. P. J.; Criollo, E. H.; Herrera, A. y Balaguera, L. H. E. 2016. Caracterización poscosecha del fruto de durazno [*Prunus persica* L. Batsch] cv. Dorado producido bajo condiciones de trópico alto. *Rev. Colomb. Cienc. Hortíc.* 10(2):232-240. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5712>.
- 4 Agustí, M. 2013. Crecimiento y maduración del fruto. *In: fundamentos de fisiología vegetal*. Azcón-Bieto, J. y Talón, M. Coordinadores. 2^{da} Ed. McGraw-Hill. Interamericana de España, S. L. Madrid, España. 519-536 pp.
- 5 Altube, H. A.; Ontivero, M. G.; Rivata, R. S.; Baghin, L.; Taborda, R. J. y Blanco, M. P. 2017. Aspectos fisiológicos durante la maduración que reflejan el momento adecuado de cosecha, mejorando la calidad organoléptica de los frutos de Duraznos cv. "Flavorcrest" (*Prunus persica* L. Batsch). *Rev. Inter. Bot. Exp.* 86(1):79-83. <http://www.revistaphyton.fun-romuloraggio.org.ar>.
- 6 Bonazzola, C.; Alsina, D.; Nescier, I. M.; Santini, Z.; Joris, Z. and Gariglio, N. 2007. Composición fisicoquímica del fruto de dos variedades de duraznero cultivadas en el centro-este de la Provincia de Santa Fe. *Rev. FAVE-Ciencias Agrarias*. 5(6):35-40.
- 7 Buitrago-Guacaneme, C. M.; Rincón-Soledad, M. C.; Balaguera-López, H. E. y Ligarreto-Moreno, G. A. 2015. Tipificación de diferentes estados de madurez del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Rev. Facultad Nacional Agronomía Medellín*. 68(1):7521-7531. <http://dx.doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47840>.
- 8 Ceccarelli, A.; Farneti, B.; Frisina, C.; Allen, D.; Donati, I.; Cellini, A.; Costa, G.; Pinelli, F. S. and Stefanelli, D. 2019. Harvest maturity stage and cold storage length influence on flavour development in peach fruit. *Agronomy*. 9(1):1-15. <http://doi:10.3390/agronomy9010010>.
- 9 Dabbou S.; Maatallah, S.; Castagna, A.; Guizani, M.; Sghaei, W.; Hajlaoui, H. and Ranieri, A. 2017. Carotenoids, phenolic profile, mineral content and antioxidant properties in flesh and peel of *Prunus persica* fruits during two maturation stages. *Plant Foods for Human Nutrition*. 72(1):103-110. <http://doi.org/10.1007/s11130-016-0585-y>.
- 10 Díaz-Martínez, J.; Chairez-Hernández, I.; Gurrola-Reyes, J. N.; Proal-Nájera, J. B.; González-Güereca, M. C. and Castellanos-Pérez, E. 2017. Growth models of peach fruit *Prunus persica* (L) in three handling systems. *Interciencia*. 42(9):598-602.
- 11 Di Rienzo J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 84-167 pp. <http://www.infostat.com>.<http://www.infostat.com>.
- 12 DOF. 1982. Diario Oficial de la Federación. NMX-FF-009-SCFI-1982. Norma Mexicana que establece la determinación del tamaño en base al diámetro ecuatorial de productos alimenticios no industrializados para uso humano, Fruta fresca. Secretaría de Economía (SE). 11-12 pp.
- 13 DOF. 2009. Diario Oficial de la Federación. NMX-FF-060-SCFI-2009. Norma Mexicana para productos alimenticios no industrializados para consumo humano fruta fresca durazno y nectarina (*Prunus persica* L.) Batsch, especificaciones y métodos de prueba. Secretaría de Economía (SE). 10-11 pp.
- 14 Farias, B. C.; Vanni, F. L.; Navroski, S. R.; Feksa, F. S.; Flores, R. F. C. and Vizzotto, M. 2017. Nitrogen fertilization in peach trees (*Prunus persica* (L.) Batsch): Influence on post-

- harvest quality. Rev. Iberoam. Tecnol. Postc. 18(2):93-99. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81353563004>.
- 15 Fernández-Montes, M. R.; Pérez-González, S.; Parra-Quezada, R. A.; Mondragón-Jacobo, C.; Roa-Durán, R.; Zacatenco-González, M. G.; Chávez-Jiménez, A. L. y Rumayor-Rodríguez, A. F. 2011. Variedades mejoradas y selecciones de durazno del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto técnico Núm. 15. 32 p. <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/varDurMIinifap.pdf>
 - 16 García-Gallegos, E.; Vázquez-Cuecuecha, O.; Chávez-Gómez, J. A.; Hernández-Acosta, E.; López-López A. 2020. Relación entre parámetros edáficos y criterios de calidad postcosecha de frutos de *Prunus persica* L. Batsch. por análisis multivariado. Sci. Agropec. 11(4):565-573.
 - 17 Hiwasa-Tanase, K. and Ezura, H. 2014. Climateric and non-climacteric ripening. In: fruit ripening: physiology Signalling and Genomics. Nath, P.; Bouzayen, M.; Mattoo, A. K. and Pech, J. C. Ed. CAB International. London UK. 1-14 pp.
 - 18 INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Altzayanca, Huamantla, Tlaxcala. México: clave geoestadística 29004 y 29013.
 - 19 Leonel, S.; Leonel, M. and Tecchio, M. A. 2014. Fruit quality in the peach and nectarine with application of hydrogenated cyanamide and mineral oil. Rev. Cien. Agron. 45(3):581-587.
 - 20 López, M. A. y Argaiz, A. 1993. Sustitución parcial de sacarosa y ácido cítrico en duraznos conservados por factores combinados. Rev. Inf. Tecnol. 4(1):27-31.
 - 21 Marques-Costa, S.; Manoel, L.; Moreira, G. C.; Lopes-Vieites, R.; Costa-Lima, L. and Pallamin, M. L. 2008. Conservação frigorificada de pêssegos 'Tropic Beauty' irradiados. Rev. Iberoam. Tecnol. Postc. 9(2):131-137. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81315076006.pdf>.
 - 22 Martínez-González, M. E.; Balois-Morales, R.; Alía-Tejacal, I.; Cortés-Cruz, M. A.; Palomino-Hermosillo, Y. A. y López-Guzmán, G. G. 2017. Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 19(esp):4075-4087. <https://redalyc.org/articulo.oa?id=263153823018>.
 - 23 Miranda, J. X.; Braga, A. S.; Vighi, S. A.; Kaitbach, L. P. L. P.; Madruga, L. C. S. and Barbosa, M. M. 2019. Pre-harvest application of salicylic acid influence physicochemical and quality characteristics of "Chimarrita" peaches during cold storage. Emirates J. Food Agric. 31(1):46-52. <https://doi:10.9755/ejfa.2019.v31.i1.1899>.
 - 24 Nowicka, P.; Wojdylo, A. and Laskowski, P. 2019. Principal component analysis (PCA) of physicochemical compounds content in different cultivars of peach fruits, including qualification and quantification of sugars and organic acids by HPLC. Eur. Food Res. Technol. 245(1):929-938. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03233-z>.
 - 25 Santiago-Mejía E.; Cortés-Flores, J. I.; Turrent-Fernández, A.; Hernández-Romero, E. y Jaen-Contreras, D. 2008. Calidad del fruto del duraznero en el sistema milpa intercalada con árboles frutales en laderas. Agric. Téc. Méx. 34(2):159-166. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n2/v34n2a3.pdf>.
 - 26 SIAP. 2018. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Cd. de México.
 - 27 Sun, L.; Liu, S.; Fan, Z.; Li, Y.; Wang, J.; Zhong, Y.; Zhang, Q. and Duan, X. 2018. The impact of storage temperature on fruit quality a chilling injury of "Okubao" peaches. Inter. J. Food Bio. 1(1):12-28.

Caracterización física y química de los frutos de tres variedades de *Prunus persica* L. Batsch en Tlaxcala

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 April 2023
Date accepted: 01 July 2023
Publication date: 01 August 2023
Publication date: July 2023
Volume: 14
Issue: 5
Pages: 086-095
DOI: 10.29312/remexca.v14i5.3197

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

durazno
madurez
postcosecha

Counts

Figures: 1
Tables: 10
Equations: 0
References: 27
Pages: 10