

Caracterización de genotipos de durazno como alternativa para ampliar la oferta de comercialización en fresco

Valentín Melero Meraz¹

Jorge A. Zegbe^{1§}

Mario Rafael Fernández Montes²

Armando José María Carrillo Aguilera³

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. CP. 98500. (melero.valentin@inifap.gob.mx). ²Sitio Experimental Querétaro-INIFAP. Pasteur sur 414, Querétaro. CP. 76040. (fernandez.rafael@inifap.gob.mx). ³Unidad Académica de Ciencias Biológicas-UAZ. Colonia Hidráulica, Zacatecas, México. CP. 98068.

§Autor para correspondencia: zegbe.jorge@inifap.gob.mx.

Resumen

La producción de durazno de Zacatecas actualmente enfrenta baja productividad y competitividad por múltiples factores. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue caracterizar genotipos de durazno con características sobresalientes en época de cosecha y calidad de fruto. Un grupo de 91 genotipos con seis años de una población mejorada de 403 híbridos y segregantes de durazno plantados al azar en altas densidades en 2008, fue seleccionado y evaluado en 2014. Los testigos fueron ‘Victoria’ y un segregante de ‘Victoria’ (VicS). Para la fenotipación de la fruta ($n = 10$), ésta se recolectó en madurez de consumo. Las variables de respuestas de cada fruto fueron: diámetro polar y ecuatorial, masa fresca, masa del endocarpio y mesocarpio y concentración de materia seca de cada fruto; así como el color de la epicarpio y mesocarpio, firmeza y concentración de sólidos solubles totales. Los genotipos sobresalientes de durazno GD1, GD3, GD5 y GD7 maduraron en junio, GD43 en julio, GD45, GD47 y GD68 en agosto, mientras que GD70, GD77 y GD87 maduraron en septiembre, respectivamente. Además, estos genotipos tuvieron las mejores características fenotípicas del fruto. Los resultados sugieren que el periodo de suministro de fruta fresca y la diversificación del durazno con calidad competitiva para Zacatecas y zonas agroecológicas similares pueden ampliarse para mejorar las perspectivas del cultivo en estas regiones.

Palabras clave: *Prunus persica* (L.) Batsch, época de cosecha, fenotipación por calidad de fruto.

Recibido: julio de 2020

Aceptado: agosto de 2020

En Zacatecas actualmente se cultivan 7 356 ha con durazno, de las cuales, 9.8% están bajo riego y el resto es cultivado en temporal con rendimientos de 6.8 t ha⁻¹ y 3.1 t ha⁻¹, respectivamente (SIAP, 2019), siendo una de las especies frutícolas más importantes del estado. Por tradición y falta de variedades adaptadas a las condiciones agroecológicas de las diversas zonas productoras del estado, la mayoría de las huertas han sido establecidas con durazno criollo propagado sexualmente. Esto último, ha generado una rica heterogeneidad genética entre e intra huertas que ha sido aprovechada para la selección de genotipos sobresalientes en adaptación y productividad (Zegbe-Domínguez *et al.*, 1999).

Sin embargo, la mayoría de los genotipos presentan una floración temprana y, por ende, se observan daños recurrentes por heladas tardías durante la floración y asentamiento de la fruta. Esto último llevó a la búsqueda exitosa de genotipos con floración tardía (Zegbe-Domínguez y Rumayor-Rodríguez, 1994). Sin embargo, la estacionalidad de la producción afecta significativamente la competitividad de este producto, porque se genera sobreoferta de la fruta durante agosto y septiembre que impacta negativamente en los precios de venta (Sánchez-Toledano *et al.*, 2019).

Al mismo tiempo, la presencia de microorganismos dañinos como la cenicilla polvorienta (*Podosphaera pannosa*) durante los meses más secos (Pascal *et al.*, 2010) y la pudrición de la fruta ocasionada por *Monilinia fructicola* durante la época lluviosa, además de incrementar costos de producción, merman la calidad y vida postcosecha de la fruta (Yáñez-Mendizábal *et al.*, 2012). El objetivo de este estudio fue caracterizar genotipos de durazno con características sobresalientes en cuanto a épocas de cosecha y calidad de fruto para las zonas productoras del estado de Zacatecas.

Esta investigación se conduce en el Campo Experimental Zacatecas (22° 54' latitud norte y 102° 39' longitud oeste, a 2 197 msnm) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El clima del sitio es semi-árido, con una precipitación media anual de 416 mm, donde 75% de ésta ocurre en los meses de junio a septiembre. La temperatura media anual es de 14.6 °C y la acumulación media anual de frío de noviembre a febrero es de 600 unidades frío. El suelo es del tipo franco arcilloso. El estudio se llevó al cabo en una población de mejoramiento genético plantada en altas densidades (2.5 m × 4.5 m entre árbol e hileras, respectivamente) en agosto de 2008.

Esta población segregante (n= 403) provino de 40 familias de progenies F₂ auto fecundadas y de cruza, donde la variedad 'Victoria' y la selección 'S66' fueron utilizadas como hembras (♀). De esta población dispuesta al azar se seleccionaron 89 genotipos sobresalientes y se incluyó como testigos a la variedad 'Victoria' y un segregante de 'Victoria' denominado 'VicS'. Asimismo, se registró la ocurrencia de la anthesis, ésta se consideró completa cuando cada genotipo alcanzó 90% de esta etapa fenológica, también se registró la fecha en que la fruta mostró el color propio de madurez de consumo de cada genotipo (eg. amarillo, amarillo chapeado, etc.).

La fenotipación físico-química de la fruta se basó en una muestra de 10 frutos por genotipo. La fruta se recolectó al azar, de la parte media y alrededor de los árboles, se procuró que ésta fuese uniforme en tamaño, color, sanidad y en madurez de consumo. En cada fruto se evaluó la dimensión de los diámetros polar y ecuatorial con un vernier digital (Modelo CD-6, CS, Mutituyo Co., Japan). En una balanza analítica (Velab Modelo-VE-303, Clase II) se midió la masa individual de cada fruto fresco. El color del exocarpo (epidermis) y mesocarpo de cada fruto se determinó en dos sitios opuestos en la zona ecuatorial con un espectrofotómetro (X-rite Modelo- SP64, Canadá).

Posteriormente, con penetrómetro equipado con un punzón de 11.1 mm de diámetro (modelo FT 327, Wagner Instruments, Greenwich, CT, USA) se determinó la firmeza en dos sitios opuestos de la parte media de cada fruto. Se tomaron y mezclaron algunas gotas de jugo para cuantificar la concentración de sólidos solubles totales con un refractómetro digital (Modelo PR-32 α , Atago, Co. Ltd., Tokyo, Japón). Cada fruto fue separado en mesocarpio y endocarpio para determinar la masa fresca de ambas estructuras. La concentración de materia seca se determinó con una muestra de 25 g de mesocarpio fresco (incluyendo la epidermis) por fruto y se llevó a peso seco constante en estufa por ocho días a 60 °C. La información se analizó multivariadamente por componentes principales con el sistema de análisis estadístico (SAS Institute v. 9.3, 2002-2010, Cary, NC, USA).

Con base en uno de los objetivos, dentro de la población estudiada, se identificaron 16, 29, 24 y 22 genotipos cuya maduración se presentó en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, respectivamente (Cuadro 1). Los genotipos que maduraron en junio (16 selecciones) y julio (29 selecciones), potencialmente abren una ventana de baja oferta de durazno en el mercado nacional. Con la identificación y cultivo de estos 45 genotipos, en teoría, se terminaría o reduciría la estacionalidad de la oferta del durazno zacatecano y por ende, contribuiría a incrementar la competitividad del mismo en el mercado nacional (Sánchez-Toledano *et al.*, 2019) considerando la norma mexicana para el durazno fresco (NMX-FF-060-SCFI-2009).

Sin embargo, como parte fundamental del mejoramiento genético del durazno (Zegbe-Domínguez *et al.*, 1999), se observó que algunos atributos de calidad tendieron a incrementarse de junio a agosto, para después disminuir durante septiembre (Cuadro 1). Lo anterior, se notó claramente en las dimensiones de la fruta, lo cual sugiere que, en genotipos con un periodo de desarrollo del fruto entre 90 y 100 días, la disponibilidad de carbohidratos, no fue suficiente para exportarlo hacia la fruta (Génard *et al.*, 2003). En consecuencia, los genotipos con fruta de maduración temprana tuvieron, en promedio, las menores dimensiones de fruto, menos concentración de materia seca, firmeza y concentración sólidos solubles totales que aquellos que maduraron en agosto y septiembre (Cuadro 1). No obstante, que la fruta de maduración temprana presentó deficiencias en tamaño, mantuvo las características organolépticas que identifican al durazno zacatecano.

Cuadro 1. Atributos del fruto (\pm desviación estándar; $n = 10$ frutos) de 91 genotipos de durazno analizados en el ciclo 2014. El valor entre paréntesis indica el número de segregantes que compusieron cada promedio.

Variables de respuesta	Época de cosecha			
	Junio (16)	Julio (29)	Agosto (24)	Septiembre (22)
Diámetro polar (mm)	45.9 \pm 5.7	56 \pm 6.7	55.8 \pm 4.1	54.9 \pm 4.1
Diámetro ecuatorial (mm)	46.8 \pm 6.2	57.3 \pm 6.4	58.1 \pm 4.1	56.7 \pm 3.3
Masa fresca del fruto (g)	56.2 \pm 20.7	97.7 \pm 30.1	100.7 \pm 18.3	93.2 \pm 14.5
Masa del mesocarpio (g)	52.3 \pm 20.2	92.8 \pm 28.9	95 \pm 17.9	88.1 \pm 14.3
Concentración de materia seca del fruto (mg g ⁻¹ MFF)	123.3 \pm 23.7	165.4 \pm 24.8	165.2 \pm 19.9	175.1 \pm 18.4
Firmeza (Newtons)	5.6 \pm 1.9	6.7 \pm 2.1	7.8 \pm 1.6	7.4 \pm 2.9
Concentración de sólidos solubles totales (%)	14 \pm 1.5	13.5 \pm 1.5	15.3 \pm 1.4	15.4 \pm 1.5

MFF= es la masa del fruto fresco.

El análisis multivariado por componentes principales reveló que colectivamente las variables físico-químicas de la fruta de los 91 genotipos mostraran particular relevancia en los tres primeros componentes principales (CP) y en conjunto explicarían 72.3% de la variabilidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Vector raíz (Vr) y correlación simple (r) entre valores originales [promedio (\bar{X}) \pm desviación estándar (DE)] de atributos físico-químicos del fruto y los primeros tres componentes principales de genotipos durazno.

Variables de respuesta	$\bar{X} \pm DE$	Componentes principales (CP)					
		I		II		III	
		Vr	r	Vr	r	Vr	r
Diámetro polar (DP)	54.3 \pm 5.7 (mm)	0.42	0.93	-0.18	-0.26	-0.06	-0.07
Diámetro ecuatorial (DE)	55.9 \pm 6 (mm)	0.43	0.95	-0.18	-0.25	0.02	0.03
Relación DE/DP	1 \pm 0.1	0.03	0.57	-0.14	-0.2	0.37	0.4
Masa fresca del fruto	92.3 \pm 25.2 (g)	0.44	0.96	-0.18	-0.26	0.02	0.02
Masa del endocarpio	5.1 \pm 1.2 (g)	0.37	0.8	0.08	0.12	0.08	0.09
Masa del mesocarpio	87.1 \pm 24.3 (g)	0.43	0.95	-0.19	-0.27	0.02	0.02
Concentración de la materia seca del fruto (m g ⁻¹ MFF)	167.5 \pm 17.8	0.02	0.05	0.122	0.17	0.82	0.88
Color de la epidermis	72.5 \pm 8.7 (°Hue)	0.26	0.57	0.421	0.59	-0.16	-0.17
Color del mesocarpio	75 \pm 6.3 (°Hue)	0.12	0.26	0.495	0.7	-0.11	-0.11
Firmeza	68.6 \pm 16.9 (N)	0.17	0.38	0.385	0.54	-0.21	-0.23
Concentración de sólidos solubles totales	14.6 \pm 1.5 (%)	0.11	0.24	0.5	0.7	0.29	0.31
Valor raíz		4.8		2		1.1	
Varianza explicada (%)		43.8		18.1		10.4	

CP I= representa 'dimensiones del fruto'; CP II= representa 'dulzor, firmeza y color de epidermis'; CP III= representa 'la concentración de materia seca del fruto'.

El primer componente (CPI) absorbió la mayor variabilidad (43.8%). Este CP se denominó como 'dimensiones del fruto' porque se asoció con el diámetro polar, diámetro ecuatorial, masa fresca del fruto (MFF), masa del endocarpio (ME) y mesocarpio (MM). El segundo CP explicó 18.1% del total de la variabilidad y se asoció con el color de la epidermis (CE), color del mesocarpio (CM), firmeza de fruto (FF) y la concentración de sólidos solubles totales (CSST); por lo tanto, se denominó como 'dulzor, firmeza y color de epidermis'. El tercer CP explicó 10.4% de la variabilidad, la cual fue atribuida a la concentración de materia seca del fruto (CMSF).

Entre los genotipos de durazno (GD) que maduraron en el mes de junio, considerando los tres primeros CP, los genotipos de importancia fueron: GD1, GD3, GD5 y GD7. Este último genotipo fue seleccionado por producir fruta relativamente grande, pero desafortunadamente mostró, en promedio, valores bajos en CMSF, CSST, FF y epidermis de color rojizo (Figura 1, cuadrante II), características opuestas a los tres primeros genotipos (Figura 1, cuadrante IV).

El genotipo GD43 maduró en julio y produjo fruta grande con CMSF arriba del promedio, color rojizo de epidermis, pero la CSST y la FF se encontraron por debajo del promedio (Figura 1, cuadrante II). Los genotipos GD45, GD47 y GD68 maduraron en agosto. Los dos primeros produjeron frutos grandes con CMSF arriba del promedio, con color rojizo en la epidermis, pero la

CSST y FF se ubicaron por debajo del promedio (Figura 1, cuadrante II). El genotipo GD68 produjo fruta más pequeña que los dos primeros genotipos, pero con alta CSST, FF, CMSF y con epidermis amarilla (Figura 1, cuadrante I).

En la maduración de septiembre sobresalieron los genotipos GD70, GD77 y GD87, donde el GD77 produjo fruta con alta CSST, FF, color amarillo de epidermis y CMSF, pero las dimensiones de fruta fueron menores al promedio (Figura 1, cuadrante IV). En contraste, los genotipos GD70 y GD87 produjeron fruta de dimensiones similares a los testigos ('Victoria' y 'VicS'), pero con mayor CSST, FF, CMSF y color amarillo de epidermis (Figura 1, cuadrante I). 'VicS' y 'Victoria' se ubicaron con características de fruto promedio al criollo zacatecano. Sin embargo, 'Victoria' registró los valores más bajos de CMSF que el resto de los genotipos incluidos en este estudio (Figura 1, cuadrante I).

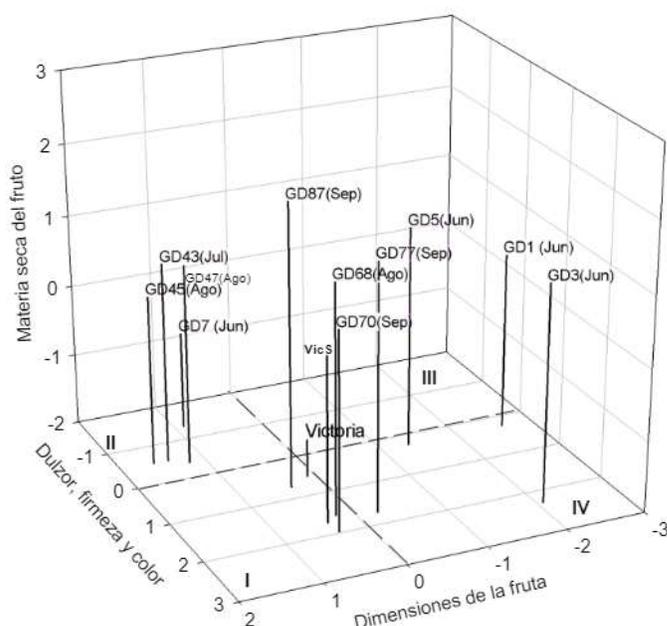


Figura 1. Posición tridimensional de genotipos de durazno (GD) con maduración en junio (Jun), julio (Jul), agosto (Ago) y septiembre (Sep). Con base a los valores de los componentes asociados a las dimensiones (CP I), algunos atributos fisicoquímicos (CP II) y materia seca del fruto (CP III). 'VicS' es el segregante del cultivar 'Victoria'.

Después de siete años de conducir esta población de mejoramiento de durazno compuesta por segregantes F_2 e híbridos de la variedad 'Victoria' (♀) se encontró la variabilidad deseada para ampliar la ventana de oferta de durazno con distintas características físico-químicas de fruto (Rodríguez-A *et al.*, 1986). Aun cuando los genotipos que maduraron en junio no tuvieron las dimensiones de fruto deseadas en el mercado fresco (NMX-FF-060-SCFI-2009), excepto por el GD7, las características fisicoquímicas de su fruta son un atractivo económicamente importante en una época de nula oferta de este producto fresco (Sánchez-Toledano *et al.*, 2019).

Como en otros cultivos frutícolas, como el mismo durazno (Rodríguez-A *et al.*, 1986), cerezo (Iezzoni y Pritts, 1991) o manzano (Posadas-Herrera *et al.*, 2018), los genotipos posicionados en el Cuadrante I (Figura 1) sugieren un claro avance en la mejora genética en las dimensiones de

fruto, FF, CE, CSST y CMSF en relación a los testigos ‘Victoria’ y ‘VicS’ (Figura 1). Por lo tanto, como el mejoramiento genético es dinámico y necesariamente tiene que ser útil, todos aquellos genotipos que se posicionen en la parte inferior izquierda del cuadrante I (Figura 1), sugerirán una mejora genética significativa e importancia económica para el productor de durazno.

Conclusiones

La fenotipación de los genotipos de durazno por atributos de calidad permitió encontrar individuos sobresalientes cuya fruta madura en junio y julio, en consecuencia, esto abre la posibilidad de ampliar la ventana de comercialización en fresco. Las características físico-químicas del fruto de los genotipos GD70, GD77 y GD87 que maduraron en septiembre fueron superiores a los testigos ‘Victoria’ y ‘VicS’; mientras que los genotipos GD7, GD43, y GD45 y GD47 que maduraron en junio, julio y agosto, respectivamente, produjeron fruta de mayores dimensiones que los testigos. Los once genotipos seleccionados podrán ser validados en huertas uniformes con productores cooperantes zacatecanos o en otras regiones del país con características agroecológicas similares.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte del proyecto ‘Selección de genotipos de durazno con alto potencial de cultivo y aceptación comercial para Zacatecas’ financiada, en parte, por el Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (COZCyT) con número de referencia ZAC-2013-C01-203189 (Núm. de Ref. INIFAP 13343632574). Los autores agradecen las sugerencias del editor(a) y los revisores(as) que mejoraron la presentación final del presente documento.

Literatura citada

- Génard, M.; Lescourret, F.; Gomez, L. and Habib, R. 2003. Changes in fruit sugar concentrations in response to assimilate supply, metabolism and dilution: a modeling approach applied to peach fruit (*Prunus persica*). *Tree Physiol.* 23(6):373-85.
- Iezzoni, A. F. and Pritts, M. P. 1991. Applications of principal component analysis to horticultural research. *HortScience.* 26(4):334-338.
- NMX-FF-060-SCFI-2009. Norma mexicana para productos alimenticios no industrializados para consumo humana-fruta, fresca-durazno y nectarina (*Prunus persica* L. Batsch). Especificaciones y métodos de prueba. <https://es.scribd.com/document/150937696/Norma-Durazno>.
- Pascal, T.; Pfeiffer, F. and Kervella, J. 2010. Powdery mildew resistance in the peach cultivar Pamirskij 5 is genetically linked with the gr gene for leaf color. *HortScience.* 45(1):150-152.
- Posadas-Herrera, B. M.; López, P. A.; Gutiérrez-Rangel, N.; Díaz-Cervantes, R. y Ibáñez-Martínez, A. 2018. La diversidad fenotípica de manzano en Zacatlán, Puebla, México es amplia y es aportada principalmente por características de fruto. *Rev. Fitotec. Mex.* 41(1):49-58.
- Rodriguez, A. J.; Sherman, W. B. and Lyrene, P. M. 1986. High-density nursery system for breeding peach and nectarine: A 10-year analysis. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 111(2):311-315.
- Sánchez-Toledano, B. I.; Zegbe-Domínguez, J. A. y Kallas, Z. 2019. Tipología de productores de durazno en Zacatecas, México por atributos de calidad del fruto. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 10(3):243-751.

- SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Anuario estadístico de la producción agrícola. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com-wrapper&view=wrapper &Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com-wrapper&view=wrapper&Itemid=351).
- Yáñez-Mendizábal, V.; Zerriouh, H.; Viñas, I.; Torres, R.; Usall, J.; De Vicente, A. and Pérez-García, A. 2012. Biological control of peach brown rot (*Monilinia* spp.) by *Bacillus subtilis* CPA-8 is based on production of fengycin-like lipopeptides. *Eur. J. Plant Pathol.* 132(4):609-619.
- Zegbe-Domínguez, J. A. and Rumayor-Rodríguez, A. F. 1994. Blooming time differences among seedling peach clones. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture.* 38:127-132.
- Zegbe-Domínguez, J. A.; Rumayor-Rodríguez, A. F. y Reveles-Torres, L. R. y Pérez-Barraza, M. H. 1999. 'Victoria' un clon criollo de durazno de hueso pegado para Zacatecas y áreas similares. *Rev. Fitotec. Mex.* 22(2):227-235.