

CARACTERIZACIÓN DE GENOTIPOS DE DURAZNO PARA ZACATECAS Y REGIONES AGROECOLÓGICAS SIMILARES

Jorge A. Zegbe-Domínguez

Valentín Melero-Meraz

Mario Rafael Fernández-Montes



Centro de Investigación Regional Norte Centro

Campo Experimental Zacatecas

Calera de Víctor Rosales, Zacatecas

Folleto Técnico Núm. 109 Mayo 2021

ISBN: 978-607-37-1305-4

Número de registro de derechos de autor: 03-2021-071214482700-01



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

DR. VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA

Secretario

ING. VÍCTOR SUÁREZ CARRERA

Subsecretario de Alimentación y Competitividad

DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA

Coordinador General de Desarrollo Rural

LIC. IGNACIO OVALLE FERNÁNDEZ

Director General de Seguridad Alimentaria Mexicana

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE

Encargado del Despacho de los Asuntos de la Dirección
General del INIFAP

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG

Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

DR. LUIS ORTEGA REYES

Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO

Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO

DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ

Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ

Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS

Director de Administración

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DR. LUIS ROBERTO REVELES TORRES

Director de Coordinación y Vinculación Estatal

Caracterización de genotipos de durazno para Zacatecas y regiones agroecológicas similares

Jorge A. Zegbe Domínguez
Investigador del Programa de Frutales Caducifolios
Campo Experimental Zacatecas

Valentín Melero Meraz
Investigador del Programa de Frutales Caducifolios
Campo Experimental Zacatecas

Mario Rafael Fernández Montes
Investigador del Programa de Frutales Caducifolios
Campo Experimental Bajío

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas
Calera de V.R., Zacatecas, México
Mayo de 2021

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Alcaldía Coyoacán, C. P. 04010 Ciudad de México.
Teléfono (55) 3871-8700

Folleto técnico Núm. 109

CARACTERIZACIÓN DE GENOTIPOS DE DURAZNO
PARA ZACATECAS Y REGIONES AGROECOLÓGICAS
SIMILARES

ISBN: 978-607-37-1305-4

Primera Edición 2021

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Hecho en México

Contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Materiales y Métodos.....	3
2.1	Sitio experimental y material genético	3
2.2	Diseño experimental.....	4
2.3	Variables de respuesta	6
2.4	Fenotipación físico-química de la fruta	6
2.4.1	Dimensiones del fruto	6
2.4.2	Concentración de sólidos solubles totales	7
2.4.3	Concentración de materia seca	8
2.5	Análisis estadístico	8
3.	Resultados y discusión.....	9
3.1	Análisis multivariado	9
3.2	Selección y descripción de genotipos	21
4.	Fichas técnicas de genotipos	28
5.	Conclusiones.....	37
	Agradecimientos.....	38
6.	Bibliografía	38

1. Introducción

En Zacatecas existen aproximadamente 7,356 ha de durazno, de las cuales, 10 % se cultivan bajo condiciones de riego con rendimientos promedio de 6.8 t ha⁻¹, el resto es explotado en temporal con rendimientos de 3.1 t ha⁻¹. En contraste, el rendimiento promedio nacional de durazno indica 4.7 y 11.4 t ha⁻¹ cultivado bajo temporal y riego, respectivamente (SIAP, 2021).

Por tradición y por falta de variedades adaptadas a las características agroecológicas de las zonas productoras del estado, la mayoría de las huertas han sido establecidas con durazno criollo propagado sexualmente. Esto último, ha generado una gran heterogeneidad genética entre e intra huertas que ha sido aprovechada para la selección de genotipos diferenciados por sus características de adaptabilidad y productividad (Zegbe *et al.*, 1999). Sin embargo, estos genotipos florecen tempranamente, con altas probabilidades de daños por heladas tardías durante la floración y el cuajado

de frutos. Por lo tanto, existe la necesidad de seleccionar y formar cultivares con floración tardía (Zegbe y Rumayor, 1994).

Otro problema que impacta en la competitividad del duraznero, es la estacionalidad de producción, ya que 70% de la producción se cosecha durante la segunda quincena de septiembre, la cual genera, además de sobreoferta del producto, fruta deficiente en tamaño (< 80 g). Ambos factores impactan negativamente en los precios de venta (Sánchez *et al.*, 2012). También, la presencia de microorganismos dañinos como la cenicilla polvorienta (*Podosphaera pannosa*) durante los meses más secos y la pudrición de la fruta ocasionada por *Monilinia fructicola* durante las lluvias, además de incrementar los costos de producción, merma la calidad y vida de anaquel de la fruta (Robles-Yerena *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2017).

Por lo anterior, el INIFAP por casi cuatro décadas, ha dedicado esfuerzos a la generación de variedades de durazno diferenciadas en floración tardía,

maduración de fruta escalonada, con frutos de mayor tamaño y menor susceptibilidad a plagas y enfermedades. Así, los objetivos del programa de mejoramiento genético de durazno del INIFAP son generar nuevas variedades que disminuyan los costos de producción y sean una alternativa rentable para fortalecer el sistema-producto durazno nacional. En particular, el objetivo de este estudio fue seleccionar y caracterizar genotipos de durazno con floración tardía, pero con maduración de temprana a tardía y mejor calidad de fruta para las zonas productoras del estado de Zacatecas y otras regiones con agroclimatología similar.

2. Materiales y Métodos

2.1 Sitio experimental y material genético

Esta investigación se realizó en el Campo Experimental Zacatecas (22° 54' latitud N y 102° 39' longitud W, a 2197 msnm) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. El clima del sitio es semi-árido, con una precipitación media anual de 416 mm, donde el 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 entre noviembre y febrero es de 600 unidades frío (Richardson *et al.*, 1974). El suelo del sitio experimental es de tipo Kastañozem, textura franco-arenosa con un pH de 7.5 y con menos de 1% de materia orgánica.

La investigación se hizo en una huerta fenológica con una población de 403 árboles, plantados en agosto de 2008 a una distancia de 2.5 x 4.5 m entre árbol e hileras, respectivamente. Dichos árboles formaban parte de 40 familias obtenidos de progenies F_1 y F_2 , provenientes de cruza y autofecundaciones, de donde se preseleccionaron y seleccionaron los genotipos con mejores atributos (Cuadro 1).

2.2 Diseño experimental

En las evaluaciones preliminares, los bancos fenológicos y los programas de mejoramiento genéticos, no cuentan con repeticiones de las accesiones. Este estudio incluyó una población de 403 genotipos de durazno dispuestos al azar de

donde se seleccionaron 87 accesiones e incluyó la variedad Victoria y un segregante de 'Victoria' como testigos.

Cuadro 1. Progenie, generación filial y consanguinidad de genotipos de durazno. Los símbolos \odot , σ y ρ significan autofecundación, genotipos usados como macho o hembra, respectivamente.

No. de familia	Progenie \odot	Generación	No. de familia	Cruza		Generación
				σ	ρ	
1	HI	F ₂	23	CPC2	Victoria	F ₂
2	Rayado	F ₂	24	CPE1	Victoria	F ₂
3	Manzano	F ₂	25	CPJ1	Victoria	F ₂
4	SJF 1	F ₂	26	A33 Noria	Victoria	F ₁
5	SJF 2	F ₂	27	ZS3	Victoria	F ₁
6	SJF 3	F ₂	28	VH3	Victoria	F ₁
7	SJF4	F ₂	29	A1 Noria	Victoria	F ₁
8	ANA 5	F ₂	30	CPI	Victoria	F ₂
9	ANA 6	F ₂	31	Blanco nieve	Victoria	F ₁
10	Florencia	F ₂	32	FRED	Victoria	F ₁
11	A. Jerez	F ₂	33	VH33	Victoria	F ₁
12	ANA 3	F ₂	34	608 X Toro	Victoria	F ₁
13	ANA 4	F ₂	35	608 X Toro	S66	F ₁
14	ANA	F ₂	36	Blanco nieve	S66	F ₁
15	ANA 1	F ₂	37	CPC3	Victoria	F ₂
16	ANA 2	F ₂	38	Fred	S66	F ₁
17	30	F ₂	39	VH3	S66	F ₁
18	81	F ₂	40	VH33	S66	F ₁
19	153	F ₂				
20	13-abr	F ₂				
21	Sicilia	F ₂				
22	VH33	F ₂				

La caracterización físico-química de la fruta se basó en un tamaño de muestra de 10 frutos por genotipo. La fruta fue uniforme en tamaño, color, sanidad y madurez de consumo. La fruta se recolectó al azar, de la parte media, externa y periférica de la copa de

los árboles. Los árboles fueron raleados 30 días después de plena floración, dejando un fruto por cada dos yemas florales (Zegbe, 2004).

2.3 Variables de respuesta

Época de floración. Los árboles se monitorearon periódicamente hasta que la etapa del 90% de floración, considerada como floración completa, se alcanzó y registró la fecha de ocurrencia del evento.

Época de cosecha. Se registró la fecha de cosecha de cada genotipo. Para ello, se consideró como fruta madura, aquella que mostró el color propio de cada genotipo, por ejemplo, amarillo chapeado o blanco crema (Altube *et al.*, 2001).

2.4 Fenotipación físico-química de la fruta

2.4.1 Dimensiones del fruto

El diámetro polar y ecuatorial se determinaron con un vernier digital (Modelo CD-6, CS, Mutituyo Co., Japan). El diámetro polar se determinó desde el punto apical al basal del fruto y el diámetro ecuatorial se obtuvo de la parte media del fruto

evitando la sutura. El peso individual de cada fruto se cuantificó en una balanza analítica (Velab Modelo-VE-303, Clase II). Después se determinó el color de epidermis (cáscara o piel) y mesocarpio (pulpa) en dos sitios opuestos en la zona ecuatorial con un espectrofotómetro (X-rite Modelo- SP64, Canadá). Después, la firmeza (N = Newtons) se determinó en dos sitios opuestos de la parte media del fruto (excluyendo la epidermis). Esto se hizo con penetrómetro equipado con un punzón de 11.1 mm de diámetro (modelo FT 327, Wagner Instruments, Greenwich, CT, USA). Finalmente, cada fruto fue separado en mesocarpio y endocarpio (semilla) para determinar la masa fresca del endocarpio, y por diferencia se obtuvo la masa del mesocarpio.

2.4.2 Concentración de sólidos solubles totales

De ambas perforaciones hechas con el penetrómetro, se tomaron y mezclaron varias gotas de jugo; con ello, se determinó la concentración de sólidos solubles totales usando un refractómetro digital con compensación automática por

temperatura (Modelo PR-32 α , Atago, Co. Ltd., Tokyo, Japón).

2.4.3 Concentración de materia seca

La concentración de materia seca del mesocarpio se determinó en base a masa fresca (MF) por fruto (mg g^{-1} MF); ésta se determinó tomando una muestra de 25 g del mesocarpio fresco (incluyendo la epidermis) por fruto y se llevó a masa seca constante en una estufa con aire forzado a 60 °C por ocho días.

2.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis multivariado por componentes principales con la declaración PRINCOMP del sistema de análisis estadístico (SAS). Las respuestas de cada variable de los diez mejores genotipos fueron discriminadas contra el clon 'Victoria' usando la prueba de Dunnett (H_0 : Genotipo = 'Victoria'). La información se analizó con el programa SAS (SAS, versión 9.3, 2002-2010: SAS Institute, Cary, NC, USA).

3. Resultados y discusión

3.1 Análisis multivariado

El análisis de componentes principales (ACP) permitió la agrupación de las progenies de acuerdo a cada época de maduración y calidad de fruto. También, el ACP facilitó la selección de aquellos genotipos con la combinación de atributos de calidad con similitud a los duraznos zacatecanos. Las líneas evaluadas se enfocaron a la obtención de genotipos con frutos de tipo criollo, de pulpa amarilla, con buen tamaño, coloración, firmeza y sabor. De igual forma, el ACP reveló que colectivamente las variables físico-químicas de los 89 genotipos de durazno tuvieron particular relevancia en los cuatro primeros componentes principales, ya que en conjunto acumularon 81% de variabilidad y registraron los valores raíz más altos. El primer componente (CP I) explicó la mayor variabilidad (43.8%) que colectivamente generaron los 11 atributos físico-químicos incluidos en esta investigación. Este CP se identificó colectivamente

por las variables relacionadas con las dimensiones del fruto, como diámetro polar, ecuatorial, masa fresca del fruto, masa del endocarpio y masa del mesocarpio que fueron los atributos de mayor relevancia; por lo tanto, este CP se denominó como “Dimensiones del fruto” (Cuadro 2).

El segundo componente (CP II) explicó 18.1% del total de la variabilidad. Este CP sugirió que las variables matiz (color) de la epidermis y del mesocarpio, firmeza de fruto y sólidos solubles totales podrían constituir colectivamente a este CP; por lo que se denominó como “SST (sólidos solubles totales), FF (firmeza del fruto) y °Hue (ángulo hue, color de la epidermis y mesocarpio)” (Cuadro 2).

El tercer componente (CP III) explicó 10.4% de la variabilidad expresada principalmente por la materia seca del mesocarpio; de acuerdo con los valores vectoriales y la correlación, este componente se nombró “Materia seca” (Cuadro 2).

El cuarto componente (CP IV) explicó 8.8% de la variabilidad, en donde únicamente la relación diámetro ecuatorial-polar del fruto fue el atributo

más importante. Esta característica física de la fruta es visualmente importante; es decir, los frutos más redondos y simétricos tienden a ser más aceptados por el consumidor. Por lo que este componente se llamó “Relación de diámetros de fruto” (Cuadro 2).

.

Cuadro 2. Vector raíz (Vr) y correlación simple (R) entre valores originales de atributos físico-químicos del fruto y los primeros cuatro componentes principales de genotipos de durazno.

Variables de respuesta	$\bar{X} \pm DE$	Componentes principales							
		I		II		III		IV	
		Vr	R	Vr	R	Vr	R	Vr	R
Diámetro polar (mm)	54.3± 5.7	0.422	0.93 ***	-0.184	-0.26 *	-0.063	-0.07 NS	-0.102	-0.10 NS
Diámetro ecuatorial (mm)	55.9± 6.0	0.433	0.95 ***	-0.177	-0.25 *	0.024	0.03 NS	0.018	0.02 NS
Relación DE/DP	1.0± 0.1	0.027	0.57 NS	-0.142	-0.20 NS	0.370	0.40 ***	0.898	0.88 ***
Masa fresca del fruto (g)	92.3± 25.2	0.436	0.96 ***	-0.184	-0.26 *	0.019	0.02 NS	-0.035	-0.03 NS
Masa del endocarpio (g)	5.1± 1.2	0.366	0.80 ***	0.085	0.12 NS	0.083	0.09 NS	-0.06	-0.06 NS
Masa del mesocarpio (g)	87.1± 24.3	0.433	0.95 ***	-0.195	-0.27 *	0.016	0.02 NS	-0.033	-0.03 NS
Materia seca del fruto (mg g ⁻¹ PF)	167.5± 17.8	0.024	0.05 NS	0.122	0.17 NS	0.825	0.88 ***	-0.288	-0.28 *
Color de epidermis (°Hue)	72.5± 8.7	0.259	0.57 ***	0.421	0.59 ***	-0.161	-0.17 NS	0.203	0.20 NS
Color del mesocarpio (°Hue)	75.0± 6.3	0.12	0.26 *	0.495	0.70 ***	-0.106	-0.11 NS	0.198	0.19 NS
Firmeza (N)	68.6± 16.9	0.172	0.38 **	0.385	0.54 ***	-0.214	-0.23 *	0.035	0.03 NS
Sólidos solubles Totales (%)	14.6± 1.5	0.108	0.24 *	0.5	0.70 ***	0.294	0.31 **	-0.115	-0.11 NS
Valor raíz		4.82		1.99		1.14		0.97	
Varianza explicada (%)		43.8		18.1		10.4		8.8	

DE es la desviación estándar; *, **, *** y NS indican, respectivamente, significación con $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$; $p \leq 0.001$ o no significativo.

Considerando los dos primeros componentes, los genotipos que maduraron en el mes de junio, julio y el genotipo GD76 de maduración en septiembre tuvieron menor tamaño de fruta, en comparación con aquellos, cuya maduración se presentó en agosto y septiembre incluyendo a los testigos ('Victoria' y el segregante de 'Victoria', VICS) en términos de masa fresca del fruto. También, los genotipos que maduraron en junio y julio tendieron hacia genotipos con menos firmeza, sólidos solubles totales y epidermis más rojiza que aquellos que maduraron en agosto y septiembre, y donde se ubicaron los testigos 'Victoria' y VICS (Figura 1). Los genotipos de mayor relevancia en cuanto a dimensiones del fruto, sólidos solubles totales, firmeza y color amarillo en la epidermis fueron GD54, GD68, GD70, GD78 entre algunos otros ubicados en el cuadrante I; mientras que lo opuesto se observó en los genotipos GD23, GD24 y GD27. Los genotipos que registraron valores medios de dulzor, color de fruto (epidermis y mesocarpio), firmeza y dimensiones se ubicaron en la intersección de los

con menores dimensiones de fruto, tuvieron un mayor potencial en la acumulación de materia seca (Figura 2). En contraste, genotipos como GD19, GD49 y GD87 con maduración en septiembre, julio y agosto, respectivamente, tuvieron ambas características cuantitativas; es decir fruta que tiende a acumular mayor cantidad de materia seca y mayores dimensiones de fruto (Figura 2). Los testigos ‘Victoria’ y VICS tuvieron menor y mayor acumulación de materia seca, respectivamente, y tamaño de fruta promedio (Figura 2).

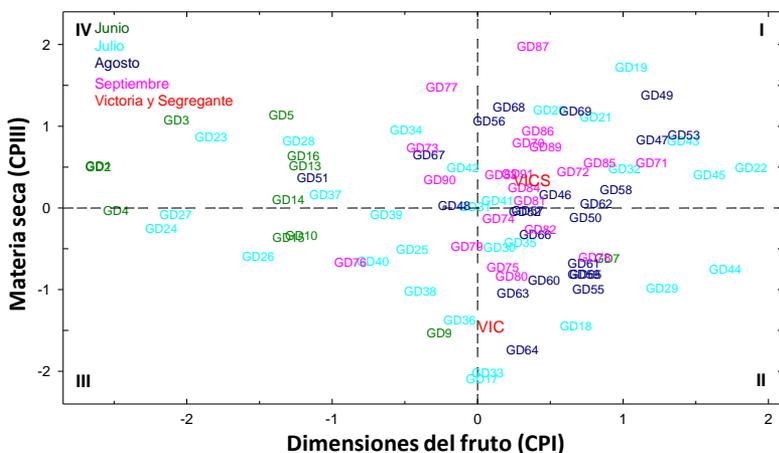


Figura 2. Dispersión bidimensional de genotipos de durazno con diferente época de maduración con base en las dimensiones de fruto y acumulación de materia seca.

La dispersión tridimensional de los genotipos, permitió identificar a GD70, GD77 y GD87 de maduración en septiembre y GD47 y GD68 de maduración en agosto como los materiales con mejores características en comparación con los testigos criollos de Zacatecas ('Victoria' y VICS) (Figura 3). Sin embargo, por la época de maduración, los genotipos con maduración de junio y julio presentan características competitivas no sólo relacionadas con el fruto, sino también de comercialización, ya que es una ventana de baja oferta de durazno en el mercado nacional, por lo que GD1 y GD7 de maduración en junio y GD10 y GD43 de maduración en julio podrían ser candidatos a cultivares tempranos.

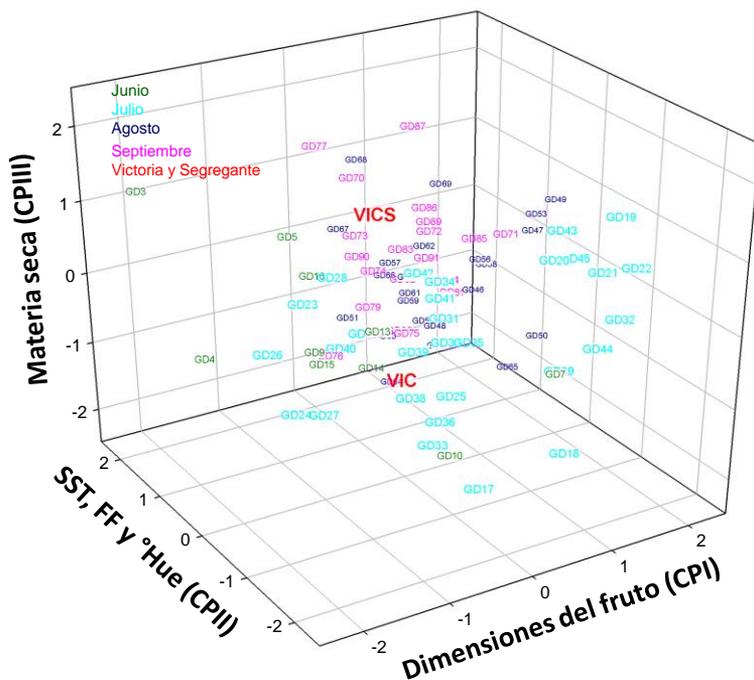


Figura 3. Dispersión tridimensional de genotipos de durazno con base en las dimensiones de fruto de frutos, solidos solubles totales (SST), firmeza de fruto (FF) y color de la epidermis y mesocarpio ($^{\circ}$ Hue) y materia seca del fruto.

También, se observó que, en promedio, las características estudiadas, presentaron una tendencia a incrementarse de junio hasta agosto y a disminuir en septiembre. La característica que observó mayor claridad fue en el tamaño de fruto descrita por los diámetros polar y ecuatorial y masa

fresca del fruto donde se reflejó la mayor variabilidad; los frutos que maduraron en junio presentaron un menor tamaño (56.2 g), que los que maduraron en julio (97.7 g), agosto (100.7 g) y septiembre (93.2 g) (Cuadro 3). Como los árboles fueron raleados oportunamente (Zegbe, 2004) y el tamaño de la fruta, está en parte, genéticamente regulado, entonces, el corto periodo de desarrollo de la fruta de junio y julio, es indicativo de que el tiempo de permanencia en el árbol, no fue suficiente para direccionar mayor cantidad de carbohidratos hacia la fruta (DeJong y Grossman, 1995). Por otro lado, la fruta tardía de septiembre, también presentó, en promedio, fruta de peso similar a la de junio y julio. Esto puede estar asociado con deficiente translocación y aporte de asimilados debido a la baja radiación que se presenta en agosto y septiembre durante la época lluviosa (Esparza *et al.*, 2002). Así, la acumulación promedio de materia seca del mesocarpio fue congruente con el peso de la fruta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores promedio de algunos atributos de calidad (\pm desviación estándar; $n = 10$ frutos) de 90 genotipos de durazno observados durante cuatro meses de cosecha. El valor entre paréntesis indica el número de segregantes que compusieron cada promedio. MF es masa fresca.

Variables de respuesta	Época de cosecha			
	Junio (n = 16) [¶]	Julio (n = 29)	Agosto (n = 24)	Septiembre (n = 22)
Diámetro polar (mm)	45.9 \pm 5.7	56.0 \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	95.0 \pm 17.9	88.1 \pm 14.3
Materia seca del fruto (mg g ⁻¹ MF)	23.3 \pm 23.7	165.4 \pm 24.8	165.2 \pm 19.9	175.1 \pm 18.4
Firmeza (N)	5.6 \pm 1.9	6.7 \pm 2.1	7.8 \pm 1.6	7.4 \pm 2.9
Sólidos solubles totales (%)	14.0 \pm 1.5	13.5 \pm 1.5	15.3 \pm 1.4	15.4 \pm 1.5

Este trabajo reveló la posibilidad de producir duraznos con “Calidad Zacatecana” y dimensiones competitivas; es decir, con un tamaño superior a los criollos y a las exigencias de la normatividad para productos frescos en México (Figura 4); excepto para fruta que maduró en junio. La fruta de maduración temprana principalmente (julio y primera semana de agosto), presenta algunas deficiencias en tamaño, pero mantiene las características organolépticas que identifican al durazno zacatecano.

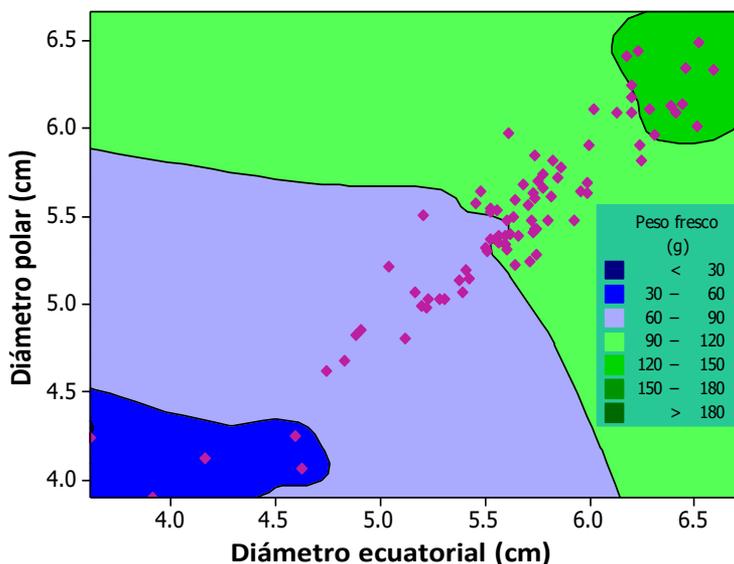


Figura 4. Relación del diámetro ecuatorial y polar con la masa fresca del fruto.

Por otro lado, individualmente los valores medios de las variables materia seca del fruto y sólidos solubles totales tendieron a incrementarse conforme se alargó el periodo de desarrollo de fruto; de junio a septiembre, situación que sugiere, entre otros factores, la influencia del periodo, en cual, la fruta permanece adherida al árbol y el cómo los carbohidratos son particionados hacia la fruta durante este lapso de tiempo, principalmente (DeJong y Grossman, 1995; Génard *et al.*, 2003).

3.2 Selección y descripción de genotipos

El estudio mostró una amplia variabilidad fenotípica para los parámetros: época de cosecha, dimensiones de fruta, firmeza, sólidos solubles, materia seca y color de epidermis (piel) y mesocarpio (pulpa). El análisis permitió identificar a diez genotipos en los cuales se considera que integralmente poseen las mejores características de fruta para ofertar en un periodo de cuatro meses. Así lo sugirió la separación de medias, cuando los valores medios de los genotipos fueron discriminados en relación a 'Victoria' utilizando la prueba de Dunnett ($p \leq 0.05$) (Figura 5).

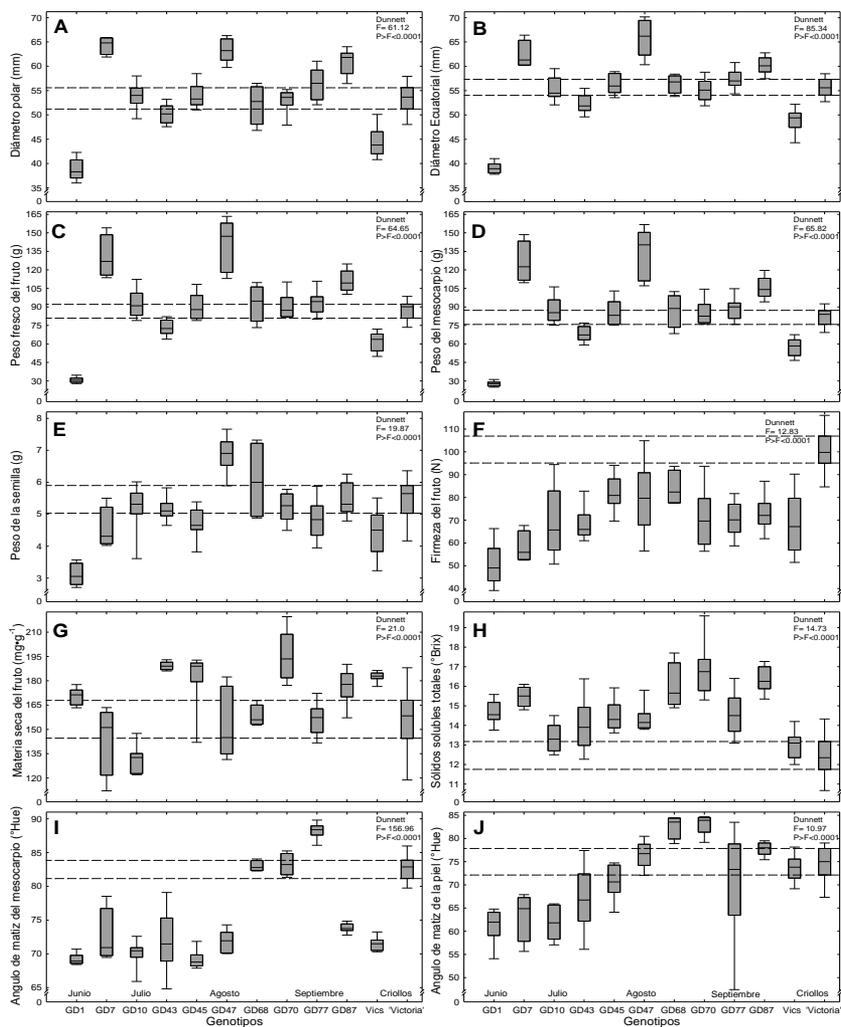


Figura 5. Comparación promedio de 10 atributos físico-químicos de la fruta de 11 genotipos de durazno en relación a 'Victoria'. Las líneas horizontales discontinuas, en cada gráfica, indican el valor crítico de Dunnett (2.8).

La época de cosecha es un factor que influye de manera significativa sobre el precio del durazno en Zacatecas; sin embargo, este estudio sugiere que esta entidad tiene potencial para ofertar durazno desde el mes de junio. Por lo tanto, el GD1 (Ficha Técnica 1) fue el genotipo más temprano y junto con GD7 (Ficha Técnica 2) podrían ser cultivados para producir fruta en junio. La prueba de Dunnett también reveló, que los dos genotipos comparados con 'Victoria' (Ficha técnica 12) produjeron la materia seca similar (Figura 5G). Sin embargo, hubo diferencias en las dimensiones de la fruta, sólidos solubles totales, firmeza y color de epidermis y mesocarpio; mientras que, el fruto y el endocarpio fueron más pequeños en el GD1 (Figura 5A-E). En contraste, el GD7 fue el más grande con similitudes en masa del mesocarpio, tamaño del endocarpio y contenido de materia seca (Figura 5). Los dos genotipos (GD1 y GD7) tuvieron la epidermis y mesocarpio amarillo, similar a 'Victoria' aunque su color fue significativamente diferente en el ángulo de matiz (Figura 5I-J). La ventaja más importante es

el corto periodo de desarrollo de fruto para ambos genotipos.

Por la estacionalidad, el mes de julio se considera una época temprana para producir durazno y lograr buenos precios sin saturar el mercado. Para cubrir parcialmente este periodo se optó por el GD10 (Ficha Técnica 3) y el GD43 (Ficha Técnica 4), que presentan frutos amarillos con un tamaño y sólidos solubles totales similares a 'Victoria' (Figura 5A-E y 4H). El GD43 acumula mayor cantidad de materia seca (Figura 5G) y ambos presentan menor resistencia a la deformación que 'Victoria' (Figura 4F).

Para el mes de agosto se eligieron a los GD45 (Ficha Técnica 5), GD47 (Ficha Técnica 6) y GD68 (Ficha Técnica 7). El cultivo de estos genotipos permitiría cosechar fruta desde inicio del mes. Son genotipos con fruta del mismo tamaño que 'Victoria', aunque GD47 es más grande (Figura 4A-E); además de presentar similitud en el color de la epidermis (Figura 5J). En promedio son menos firmes que el de referencia (Figura 5F), pero, tienden a ser frutos con

mayor cantidad de sólidos solubles totales (Figura 5H). De acuerdo al estudio los genotipos que maduraron en este mes fueron en promedio más grandes que el resto de los genotipos evaluados.

El estado de Zacatecas no tiene problemas con variedades de durazno que maduren y se cosechen en el mes de septiembre; sin embargo, la deficiencia de tamaño de los criollos utilizados en las zonas productoras ha llevado a la búsqueda de genotipos visualmente más competitivos. Es por esta razón que se seleccionaron GD70 (Ficha Técnica 8), GD77 (Ficha Técnica 9) y GD87 (Ficha Técnica 10) que maduraron en septiembre y potencialmente podrían cultivarse junto con selecciones criollas para cubrir la demanda del mes de septiembre. En promedio GD70, GD77 y GD87 superan en tamaño y sólidos solubles totales a los criollos ('Victoria') con semilla proporcionalmente más pequeña; además, la acumulación de materia seca fue muy similar (Figura 5). Cabe destacar que el GD77 presentó una alta variabilidad en el ángulo de matiz epidérmico debido a que ambos, mesocarpio y epidermis, son

de color blanco con rubor variable. Esta característica permite diversificar el tipo de fruta que se oferta en septiembre, periodo en el que prácticamente el 100% de la fruta es amarilla.

Por mucho tiempo, la calidad organoléptica y nutricional recibió un papel secundario en el mejoramiento genético. Sin embargo, la calidad condiciona la aceptación de la fruta y, por ende, el éxito de las variedades nuevas. De acuerdo con estos resultados, la hibridación y la segregación de la población en estudio, se manifestó en una amplia gama de caracteres (dimensiones del fruto, color de epidermis y mesocarpio, sólidos solubles totales, firmeza, materia seca de fruto, entre otras). Por lo tanto, la amplia variabilidad genética, junto con el número de genotipos evaluados, constituye una herramienta útil para los objetivos futuros del programa de mejoramiento de este frutal no sólo para Zacatecas, sino también para el programa de mejoramiento nacional del durazno (Sánchez-Toledano, 2021).

La época de floración de estos genotipos es importante para el éxito de la empresa frutícola, ya que descensos de temperatura durante esta etapa fenológica son frecuentes (Zegbe, 2004). Considerando la información de la estación climatológica de Boca del Tesorero, Jerez, Zacatecas (Medina-García *et al.*, 2008), la probabilidad de ocurrencia de temperaturas por debajo de 0 °C por cada 10 años en la tercera semana de febrero y primera y segunda semana de marzo sería del 30%, 20 % y 10%, respectivamente. Por lo tanto, los materiales GD1, GD10 y GD68, GD43, GD70, GD45 y GD87 y GD7 tendrían la probabilidad de no ser afectados 7, 8 y 9 de cada 10 años, respectivamente. En contraste, genotipos como 'Victoria' y GD47 que florecen durante o después de la cuarta semana de marzo, el riesgo de daño por bajas temperaturas es casi nulo.

4. Fichas técnicas de genotipos

Ficha 1. Características fenotípicas del GD1.

CRUZA: Colegio de Posgraduados JI X Victoria		
<p>Fruto del GD1</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	19 de febrero
	Fecha de cosecha	13 de junio
	Periodo de desarrollo de fruto	106
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo-Ovalado
	Color de la epidermis	Amarillo chapeado
	Rubor (%)	35.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	130.8
	Firmeza (Newtons)	50.7
	Tipo de endocarpio	Pegado
	Solidos solubles totales (%)	14.7

Ficha 2. Características fenotípicas del GD7.

CRUZA: Colegio de Posgraduados J1 x Victoria

<p>Flor y fruto del GD7</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	17 de marzo
	Fecha de cosecha	26 de junio
	Periodo de desarrollo de fruto	101
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarillo
	Rubor (%)	22.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	130.4
	Firmeza (Newtons)	58.0
Tipo de endocarpio	Pegado	
Solidos solubles totales (%)	15.5	

Ficha 3. Características fenotípicas del GD10.

CRUZA: Colegio Posgraduados J1 X Victoria

<p>Flor y fruto del GD10</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	21 de febrero
	Fecha de cosecha	26 de junio
	Periodo de desarrollo de fruto	125
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarillo
	Rubor (%)	37.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	93.0
	Firmeza (Newtons)	69.9
	Tipo de endocarpio	Pegado
Sólidos solubles totales (%)	13.04	

Ficha 4. Características fenotípicas del GD43.

CRUZA: Blanco Nieve x Victoria		
<p>Flor y fruto del GD43</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	3 de marzo
	Fecha de cosecha	31 de julio
	Periodo de desarrollo de fruto	150
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarillo
	Rubor (%)	15.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	131.4
	Firmeza (Newtons)	78.4
	Tipo de endocarpio	Pegado
	Solidos solubles totales (%)	15.9

Ficha 5. Características fenotípicas del GD45.

CRUZA: VH33 X Victoria		
<p>Fruto del GD45</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	10 de marzo
	Fecha de cosecha	8 de agosto
	Periodo de desarrollo de fruto	151
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarillo
	Rubor (%)	27.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	102.1
	Firmeza (Newtons)	82.3
	Tipo de endocarpio	Pegado
	Solidos solubles totales (%)	15.1

Ficha 6. Características fenotípicas del GD47.

CRUZA: VH3 X Victoria		
<p>Fruto del GD47</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	4 de abril
	Fecha de cosecha	31 de julio
	Periodo de desarrollo de fruto	197
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarillo
	Rubor (%)	11.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	141.4
	Firmeza (Newtons)	79.9
	Tipo de endocarpio	Pegado
	Solidos solubles totales (%)	14.3

Ficha 7. Características fenotípicas del GD68.

CRUZA: ZS3 X Victoria		
<p>Fruto del GD68</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	21 de febrero
	Fecha de cosecha	29 de agosto
	Periodo de desarrollo de fruto	188
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarillo
	Rubor (%)	1.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	93.1
	Firmeza (Newtons)	84.0
	Tipo de endocarpio	Pegado
	Solidos solubles totales (%)	16.0

Ficha 8. Características fenotípicas del GD70.

AUTOFECUNDACIÓN: ANA 5		
<p>Fruto del GD70</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	3 de marzo
	Fecha de cosecha	1 de septiembre
	Periodo de desarrollo de fruto	182
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarillo
	Rubor (%)	0.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	90.2
	Firmeza (Newtons)	70.8
Tipo de endocarpio	Pegado	
Solidos solubles totales (%)	16.9	

Ficha 9. Características fenotípicas del GD77.

CRUZA: Blanco Nieve X Victoria		
<p>Fruto del GD77</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	12 de marzo
	Fecha de cosecha	4 de septiembre
	Periodo de desarrollo de fruto	176
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Blanca-crema
	Rubor (%)	19.0
	Color del mesocarpio	Blanca
	Peso fruto (g)	93.8
	Firmeza (Newtons)	70.5
	Tipo de endocarpio	Pegado
	Solidos solubles totales (%)	14.6

Ficha 10. Características fenotípicas del GD87

CRUZA: CRUZA: A33 Noria X Victoria

<p>Fruto del GD87</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	10 de marzo
	Fecha de cosecha	24 de septiembre
	Periodo de desarrollo de fruto	198
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarilla
	Rubor (%)	3.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
	Peso fruto (g)	110.9
	Firmeza (Newtons)	73.3
	Tipo de endocarpio	Pegado
Sólidos solubles totales (%)	16.3	

Ficha 11. Características fenotípicas del segregante de 'Victoria'

Autofecundación de 'Victoria'		
<p>Flor y fruto del segregante de 'Victoria'</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	4 de abril
	Fecha de cosecha	23 de octubre
	Periodo de desarrollo de fruto	197
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarilla
	Rubor (%)	27.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
Peso fruto (g)	61.6	
Firmeza (Newtons)	68.6	
Tipo de endocarpio	Pegado	
Sólidos solubles totales (%)	13.0	

Ficha 12. Características fenotípicas de ‘Victoria’

Clon de criollo de Zacatecas		
<p>Fruto de ‘Victoria’</p> 	Fenología	
	Fecha de floración	23 de marzo
	Fecha de cosecha	15 de septiembre
	Periodo de desarrollo de fruto	175
	Atributos de calidad	
	Tipo fruto	Durazno
	Forma	Redondo
	Color de la epidermis	Amarilla
	Rubor (%)	22.0
	Color del mesocarpio	Amarilla
Peso fruto (g)	87.2	
Firmeza (Newtons)	100.4	
Tipo de endocarpio	Pegado	
Solidos solubles totales (%)	12.4	

5. Conclusiones

La mezcla genética de individuos de durazno de distinto origen mostró una gran variabilidad fenotípica, la cual, presentó dominancia hacia los caracteres (color de epidermis y mesocarpio, firmeza, sólidos solubles totales, contenido de materia seca, fecha de cosecha, entre otros) de duraznos criollos.

El periodo de desarrollo de fruto tuvo una alta influencia en la expresión de las variables de calidad evaluadas en la población de genotipos, hipotéticamente por la interacción genotipo*ambiente. La inclusión de materiales de maduración temprana en la hibridación permitió la obtención de segregantes que amplían el calendario de cosecha, de junio a septiembre, esto contribuye a desconcentrar la cosecha del mes de septiembre y a lograr mejores precios de venta en beneficio tanto de la economía del productor como al consumidor.

Los genotipos de durazno GD1, GD7, GD10, GD43, GD45, GD47, GD68, GD70, GD77 y GD87 presentaron

ventajas comparativas sobre los genotipos criollos, para ser cultivados. Entre ellos, aquellos genotipos de maduración temprana que presentaron menor tamaño de fruto, firmeza y materia seca en relación a 'Victoria'.

Agradecimientos

Al Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (COZCyT) por el financiamiento parcial a esta investigación a través del proyecto "Selección de Genotipos de Durazno con Alto Potencial de Cultivo y Aceptación Comercial para Zacatecas" ZAC-2013-C01-203189 (No. de Ref.: 13343632574) y al INIFAP a través del proyecto Generación de nuevas variedades de durazno en México (No. de Ref.: 9164733989).

6. Bibliografía

- Altube, H.A., Budde, C.O., Ontivero, U.M., and Rivata, R.S. 2001. Determinación de los índices de cosecha de duraznos cvs. Flordaking y San Pedro. 16-33. Agricultura Técnica. 61: 140-150.
- DeJong, T.M. and Grossman, Y.L. 1995. Quantifying sink and source limitations on dry matter partitioning to fruit growth in peach trees. *Physiologia Plantarum*. 95(3): 437-443.
- Esparza, G., Gallegos, C., Rumayor, A., and DeJong T. 2002. Modeling productivity of zacatecan peaches. *Acta Horticulturae*. 584:21-28.
- 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 Physiology*. 23(6):373-85.
- Medina-García, G., Ruiz-Corral, J.A., Díaz-Padilla, G., y Serrano-Altamirano, V. 2008. Probabilidad de ocurrencia de heladas en el estado de Zacatecas. CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 8. 258 p.
- Richardson, E.A., Seely, S.D., and Walker, D.R. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience*. 9(4):331-332.
- Robles-Yerena, L., Nieto-Angel, D., Teliz-Ortiz, D., Dominguez-Alvarez J.L., and Nava-Diaz, C. 2009. Molecular and morphological characterization of *Monilinia fructicola* isolates from Mexico. *Phytopathology*. 99:S110.
- Sánchez T., B. I., Zegbe, D., J. A., y Rumayor R., A.F. 2012. Producción y comercialización del durazno criollo de Zacatecas. Folleto técnico No. 43. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 43 P.
- Sánchez-Toledano, B.I. 2021. Variedades de melocotón con mayor potencial económico: un estudio de caso en el norte de México. *Información Técnica Económica Agraria* 117(3):208-218.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2021: Anuario estadístico de la producción agrícola. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (4 de enero de 2021).

- Velásquez-Valle, R., Reveles-Hernández, M., y Reveles-Torres, L.R. 2017. Identificación de enfermedades causadas por hongos en cultivos de Aguascalientes, Durango y Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 90. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 86 p.
- Zegbe D., J.A. and Rumayor R., A.F. 1994. Blooming time differences among seedling peach clones. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 38:127-132.
- Zegbe D., J.A., Rumayor R., A., Reveles T., L.R., y Pérez B., M.H. 1999. 'Victoria' un clon criollo de durazno de hueso pegado para Zacatecas y áreas similares. Revista Fitotecnia Mexicana. 22:227-235.
- Zegbe D., J.A. 2004. Aclareo de frutos del duraznero criollo. Desplegable para productores No. 18. SAGARPA-INIFAP CEZAC.

La cita correcta de este folleto es:

Zegbe-Domínguez, J.A., Melero-Meraz, V., y Fernández-Montes, M.R. 2021. Caracterización de genotipos de durazno para Zacatecas y regiones agroecológicas similares. Folleto Técnico. Núm. 109. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 40 páginas.

Comité Editorial del CIRNOC

M.C. Yasmín Ileana Chew Madinaveitia
Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja
Dr. Julio César Ríos Saucedo
Dr. Pedro Jurado Guerra
Dra. Blanca I. Sánchez Toledano
Dr. Luis Antonio Díaz García
M.C. María Gabriela Ramírez Valdez

Comité Editorial del CE Zacatecas

Presidente: Dra. Blanca I. Sánchez Toledano
Secretario: Dr. Luis R. Reveles Torres
Vocal: M.C. Mayra Denise Herrera
Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez
Vocal: M.C. Ricardo Sánchez Gutiérrez

Edición

Dra. Blanca Isabel Sánchez Toledano

Diseño y fotografía

M.C. Valentín Melero Meraz
Ph. D. Jorge A. Zegbe Domínguez

Código INIFAP
MX-0-241793-14-02-11-09-109

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en mayo de 2021 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.
Tel. 800 088 2222 ext 82328

Publicación Electrónica disponible en
la biblioteca digital del INIFAP:
<https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/Content>

www.gob.mx/inifap



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



Directorio del CE Zacatecas

Dr. Luis Roberto Reveles Torres Director de Coordinación y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
M.C.	José Israel Casas Flores	Agrometeorología y Modelaje
Dra.	Nadiezhdá Y. Z. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Dr.	Francisco G. Echavarría Cháirez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
M.C.	José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
M.C.	Juan José Figueroa González*	Frijol y Garbanzo
M.C.	Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
M.C.	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
M.C.	Miguel Servín Palestina*	Ingeniería de Riego
Dra.	Raquel K. Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
M.C.	Enrique Medina Martínez	Maíz
M.C.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
M.C.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

* Becarios



www.gob.mx/inifap

El durazno zacatecano enfrenta baja productividad y competitividad por múltiples factores. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue seleccionar y caracterizar genotipos de durazno con características sobresalientes en época de floración, maduración y calidad de fruto. De entre 400 individuos, se seleccionaron 90 genotipos de durazno (GD) con siete años de edad. Los testigos fueron 'Victoria' y un segregante de 'Victoria'. La fruta ($n = 10$) se recolectó en madurez de consumo. Los genotipos GD1 y GD7, GD10 y GD43, GD45, GD47 y GD68, y GD70, GD77 y GD87 maduraron en junio, julio, agosto y septiembre, respectivamente; pero, además, presentaron las mejores características fenotípicas. Estos resultados sugieren diversificación de la fruta con calidad competitiva y ampliación de la oferta de durazno para Zacatecas.

