

ÉPOCA DE MADURACIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO DE GENOTIPOS DE MANZANA EN CADEREYTA, QRO.

**S. Mendoza-González¹; R. Á. Martínez-Peniche^{1¶};
M. R. Fernández-Montes²; A. Rumayor-Flores³;
E. Castillo-Castañeda⁴**

¹División de Estudios de Posgrado, Facultad de Química,
Universidad Autónoma de Querétaro. Centro Universitario s/n, Colonia las Campanas.
Querétaro, Querétaro. C. P. 76010. MÉXICO. Tel. y Fax (442) 1-92-13-04.
Correo-e: alvar@uaq.mx ([¶]Autor responsable).

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,
Campo Experimental Bajío. Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende,
Celaya, Guanajuato. MÉXICO.

³Productor independiente. Turín Núm. 315 Oeste. Saltillo, Coahuila,
C. P. 25230. MÉXICO. Tel. 01 (844) 4-15-40-04.

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro.
Centro Universitario s/n, Colonia las Campanas. Querétaro, Querétaro.
C. P. 76010. MÉXICO. Tel. y Fax (442) 1-92-12-00.

RESUMEN

La manzana en Querétaro se produce bajo temporal y en pendientes pronunciadas, lo que aunado al deficiente manejo de los huertos, la presencia de eventos climatológicos y la estacionalidad de producción de las principales variedades cultivadas, propicia que la fruta sea de mala calidad y de difícil comercialización. Una alternativa es la introducción y selección de variedades de mejor calidad, adaptadas a las condiciones locales y de maduración temprana. Se estudió la época de maduración y la calidad del fruto de 20 nuevos híbridos y cultivares de manzano con base en el diámetro ecuatorial, peso, firmeza, sólidos solubles totales (SST) y acidez total titulable (ATT). Los genotipos 401 ('Tropical Beauty' x 'Princesa', de color rojo) y 467 ('Anna' x 'Liberty', amarilla) resultaron los más tempranos en maduración del fruto (8 de julio); otros seis genotipos ('Rayada', 424, 428, 421, SM4 y SM5) maduraron antes de agosto. El material de mayor tamaño fue 428 ('Anna' x 'Gala', chapeada, con 8.5 cm de diámetro y 39 % de frutos en la categoría "Extra" de acuerdo con la norma mexicana). Otros genotipos sobresalientes en cuanto a tamaño fueron 467 (7.0 cm) y 'Rayada' (6.9 cm). Entre los materiales de maduración intermedia, destacan 436 ('Anna' x 'Gala') y 429 ('Anna' x CLR9T10) y superan en diámetro a 'Golden Delicious' con 7.8 cm. y 7.5 cm, respectivamente. Además, la primera produjo 27 % de los frutos en la categoría "Extra" y una concentración de SST (16.3 %) superior a 'Golden Delicious' (13.4 %) y 'Red Delicious' (12.7 %). Entre los genotipos tardíos, 'Lourdes' mostró una calidad similar a la de los cultivares locales.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Malus domestica* Borkh, genotipo, maduración temprana, calidad del fruto

RIPENING SEASON AND FRUIT QUALITY OF APPLE GENOTYPES AT CADEREYTA, QUERETARO

ABSTRACT

Apple production in Querétaro State, Mexico occurs under irregular rainfall conditions, in highly steeped slopes, with a deficient orchard management, the occurrence of unfavorable climatologic events, and a seasonal variation of the ripening of main cultivars, causing unmarketable poor fruit quality. A viable solution is the introduction and selection of high quality and early ripening varieties adapted to local conditions. Ripening season and fruit quality of 20 apple new hybrids and varieties, based on fruit diameter, fruit weight, firmness, total soluble solids (TSS), and total titratable acidity (TTA), were studied. Genotypes 401 ('Tropical Beauty' x 'Princesa', red color) and 467 ('Anna' x 'Liberty', yellow color) ripened the earliest, on July 8; other six genotypes ('Rayada', 424, 428, 421, SM4 and SM5) ripened before August 1st. The highest sized of these was 428 ('Anna' x 'Gala', red blushed, 8.5 cm diameter and 39 % of fruits in the "Extra" category of the Mexican standards). Other outstanding materials were 467 (7.0 cm) and 'Rayada' (6.9 cm). Within the midseason ripening accessions, 436 ('Anna' x 'Gala') and 429 ('Anna' x CLR9T10) were outstanding and higher than

'Golden Delicious' in diameter with 7.8 cm and 7.4 cm, respectively. Besides, the first one produced 27 % of fruits in the "Extra" category with a TSS (16.3 %) superior to 'Golden Delicious' (13.4 %) and to 'Red Delicious' (12.7 %). Within the late ripening genotypes, 'Lourdes' showed similar quality to those of local cultivars.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Malus domestica* Borkh, genotype, early ripening, fruit quality.

INTRODUCCIÓN

El estado de Querétaro, México ocupa el 11° lugar a nivel nacional en superficie cultivada de manzano con 737 ha y 1,579 t producidas. Los huertos se ubican en los municipios de San Joaquín y Cadereyta (SAGARPA, 2006). La fruta producida es de menor calidad a la que se importa o a la que proviene de otras regiones manzaneras del país como Chihuahua y/o Coahuila (Mendoza *et al.*, 2006). Lo anterior es consecuencia de que el cultivo se desarrolla bajo temporal y en pendientes pronunciadas, al deficiente manejo de los huertos y a la presencia de eventos climatológicos como el granizo, las heladas tardías y sequías recurrentes (Zavala *et al.*, 2005); además, las variedades presentes en la región, 'Golden Delicious' y 'Red Delicious', que a la vez son las más populares en el mundo, no se adaptan adecuadamente a las condiciones locales, en particular a los requerimientos de frío (González *et al.*, 2005), y maduran en la época de mayor oferta con manzanas provenientes de otras regiones productoras del país, por lo cual alcanzan precios muy bajos (Mendoza *et al.*, 2006).

Una alternativa para mejorar la calidad de la fruta y ampliar la oferta del mercado en fresco es mediante la introducción y evaluación de nuevo germoplasma (Virk *et al.*, 1995). El esfuerzo realizado en otras regiones en cuanto a evaluación, selección y mejora de variedades ha permitido optimizar el aprovechamiento de los recursos genéticos (Nnadozie *et al.*, 2001), conseguir su revalorización y poner a disposición de los productores tanto materiales genéticos de alto valor agronómico como tecnologías que permiten mejorar la rentabilidad del cultivo y facilitan la puesta en marcha de programas de denominación de origen (Dapena *et al.*, 2006).

A nivel mundial, la generación de nuevos cultivares y portainjertos de manzano es dinámica, realizándose en países como EE.UU., Japón, China, Francia, España, Australia, etc. En México no existen programas oficiales de mejoramiento genético de manzano, pero instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) buscan dar opciones de nuevas variedades a los productores mediante la introducción, evaluación y selección de los mejores materiales para la zona (Parra, 1993), tal como ocurre en Querétaro, México, donde existe un programa interinstitucional de introducción y evaluación de nuevos materiales genéticos de diversos orígenes. La mayor parte de estos materiales corresponde a resultados del programa de mejoramiento genético de Aroldo Rumayor Flores, genetista particular en Saltillo, Coah. (González *et al.*, 2005).

Por lo antes indicado, el objetivo del presente estudio fue determinar la época de maduración y calidad del fruto de diversos genotipos de manzano introducidos en la Sierra de Querétaro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se evaluaron cuatro cultivares comerciales de manzano: 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 'Rayada' y 'Lourdes', y 16 híbridos entre cuyos progenitores destacan 'Anna', 'Gala' y 'Princesa'. Éstos provinieron de un banco de germoplasma de INIFAP, establecido en el km 65 de la carretera Querétaro-San Luis Potosí, en el municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato, México, y fueron introducidos mediante injerto de corona (Lalatta, 1999) sobre árboles de 'Golden Delicious' de alrededor de 25 años de edad injertados sobre el portainjerto clonal 'MM111' en un huerto ubicado en la localidad de "El Suspiro", Cadereyta, Qro., que se encuentra cercano a la cabecera municipal de San Joaquín, Qro. El clima de la región, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, es Cb (w2) (i') gw", correspondiente a un clima templado húmedo (García, 1988).

Determinación de la época de cosecha

A partir de junio de 2006, cuando algunos de los frutos empezaron a manifestar cambios en su color (Alayón *et al.*, 2005), se seleccionaron al azar cinco frutos por cada genotipo, a los cuales se midió el diámetro ecuatorial cada semana (Racskó, 2005) como índice no destructivo, dada la necesidad de frutos para los análisis ulteriores. La cosecha de la totalidad de los frutos de cada genotipo se llevó a cabo una vez que su tamaño se hizo constante y que presentaron el color requerido de acuerdo a la clasificación de variedades por color establecida en la Norma Oficial Mexicana de la manzana, fruta fresca (NMX-FF-061-SCFI2003). Los genotipos se clasificaron con base en la época de maduración y se consideró como referencia el mes de agosto, que es cuando normalmente maduran 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' en la región y cuando se tiene la mayor oferta de estas manzanas en el mercado local.

Determinación de la calidad del fruto

Los frutos cosechados en un solo corte se llevaron al laboratorio donde se determinó: a) Diámetro ecuatorial (cm), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial con un vernier y peso del fruto (g) con una balanza digital; b) Clasificación

por categorías, donde todos los frutos del árbol de cada uno de los genotipos seleccionados se separaron utilizando los estándares de medidas establecidos por la Norma Mexicana de Manzanas para consumo en fresco (NMX-FF-061-SCFI2003); c) Resistencia a la punción medida en newtons (N), tomada en tres puntos equidistantes en cada uno de los frutos intactos, utilizando un texturómetro con una sonda de 5 mm de diámetro, una distancia de penetración de 8 mm y una velocidad de descenso de 1 mm.s⁻¹ (Román y Gutiérrez, 1998); d) Sólidos solubles totales (SST, °Brix), con un refractómetro manual marca ATAGO, a partir de tres gotas de jugo extraído en cada una de las cinco manzanas (Reyes *et al.*, 2003); e) Acidez total titulable (ATT) por medio de la titulación con NaOH 0.1N y fenolftaleína como indicador, en el jugo extraído de cinco frutos (Alayón *et al.*, 2005).

Análisis de los datos

El diseño experimental fue completamente al azar, con 20 tratamientos y cinco repeticiones, siendo la unidad experimental un fruto. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey-Kramer, con el programa estadístico "JMP" versión 5.1 (Castaño y Domínguez, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Época de maduración

Ocho de los 20 genotipos evaluados maduraron antes de agosto; otros 10 genotipos, entre los que se encontraron 'Golden Delicious' y 'Red Delicious', maduraron durante agosto, y dos más, 'Lourdes' y 419, lo hicieron en septiembre (Cuadro 1).

Como es sabido, la época de maduración de la manzana depende del genotipo y de los factores climáticos, tales como la acumulación de frío invernal y de unidades calor durante el desarrollo del fruto (Ramírez *et al.*, 2002),

por lo cual puede variar de un año a otro en función de las condiciones climáticas locales (Calderón, 1993). Respecto a los factores genéticos, la época de maduración de una variedad dependerá de su requerimiento de frío que determinará la época de brotación de las yemas florales, y del período requerido desde la floración hasta la maduración (Aristizábal *et al.*, 1995). Las variedades de floración temprana, aunque tienden a madurar anticipadamente, se encuentran expuestas a las heladas tardías que provocan la caída de la flor y, por consiguiente, una baja producción (Álvarez, 1988). Algunos autores como Parra (1993) han clasificado en otras regiones distintos genotipos de manzano por su época de maduración.

En la evolución del diámetro ecuatorial del fruto de los ocho genotipos que maduraron más temprano, destacaron 401 y 467, que fueron cosechados el 8 de julio y 'Rayada' que se cosechó el 14 del mismo mes. Se observó que cinco genotipos maduraron hacia la segunda quincena de julio (Figura 1).

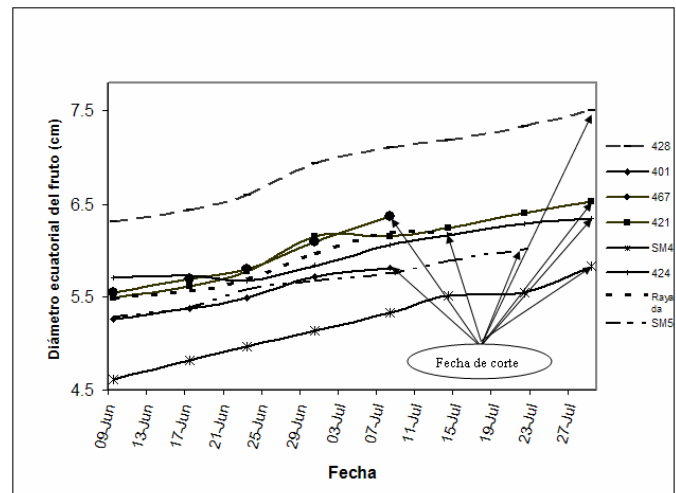


FIGURA 1. Dinámica del diámetro ecuatorial y fecha de corte del fruto de manzana durante la maduración de los genotipos de maduración temprana.

CUADRO 1. Época de maduración del fruto en distintos genotipos de manzano en Cadereyta, Qro. durante 2006.

Tempranas (Antes de agosto)		Intermedias (Durante agosto)		Tardías (Después de agosto)	
467	8 de julio ²	'Golden Delicious'	8 de agosto	'Lourdes'	18 de sept.
401	8 de julio	'Red Delicious'	12 de agosto	419	18 de sept.
'Rayada'	14 de julio	436	12 de agosto		
SM5	22 de julio	429b	12 de agosto		
421	29 de julio	129	12 de agosto		
424	29 de julio	SM2	12 de agosto		
428	29 de julio	SM1	25 de agosto		
SM4	29 de julio	SM3	25 de agosto		
		429a	25 de agosto		
		438	25 de agosto		

²Fecha de maduración.

'Rayada' es un cultivar de origen desconocido, del grupo de las rojas, aparentemente introducido de EE.UU. por trabajadores emigrantes originarios de San Joaquín, Qro. (Mendoza *et al.*, 2006). Estos mismos autores reportaron que la maduración de este cultivar en la región durante 2004 se presentó en la primera quincena de agosto, mientras que 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' maduraron en la primera quincena de septiembre, lo cual contrasta con los resultados aquí obtenidos. Lo anterior es atribuible a variaciones climáticas ocurridas entre un año y otro (Tamaro, 1988). De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua¹, en 2004, la temperatura media anual (TMA) de San Joaquín, Qro. fue 14.5 °C mientras que en 2006 fue 14.9 °C. Las temperaturas medias mensuales respectivas de marzo a agosto, que corresponden sensiblemente al periodo de floración a maduración, fueron muy similares, de 16.4 y 16.1 °C; sin embargo, las precipitaciones anuales en esos mismos años fueron de 799.2 mm y 441.3 mm, respectivamente.

Los genotipos que resultaron de maduración intermedia no tienen, en principio, mayores posibilidades comerciales en la zona, en tanto no superen la calidad de 'Golden Delicious' y 'Red Delicious', las cuales en el experimento se cosecharon el 8 y 12 de agosto, respectivamente, en comparación con el resto de los genotipos de este grupo que lo hicieron entre el 12 y el 25 de agosto.

Resulta de gran importancia encontrar genotipos de manzana de maduración temprana, ya que al estar disponibles en el mercado fresco, y aunque su fruta no presente una calidad excepcional, pueden encontrar una ventana de comercialización a nivel local atractiva para el productor. Los precios de la manzana local en 2006 en la Central de Abastos de Querétaro se situaron alrededor de \$10.50·kg⁻¹ en el mes de julio y de \$6.50·kg⁻¹ en agosto; los precios respectivos para la manzana nacional y de importación fueron de \$12.10 y \$8.90.

Las dos variedades de maduración tardía, las cuales se cosecharon el 18 de septiembre, podrían almacenarse y ofertarse en el mercado en épocas de menor oferta, en los meses de marzo a junio, aunque en este caso se tendría una fuerte competencia de las manzanas almacenadas en otras regiones productoras, como Chihuahua y las de importación, pero además, habría que realizar estudios para conocer su comportamiento en atmósferas controladas y en refrigeración convencional (Trillot *et al.*, 1993).

Calidad de los genotipos de maduración temprana

El genotipo de maduración temprana más sobresaliente fue 428 ('Anna' x 'Gala') con 8.5 cm de diámetro, 231.4 g de peso y 39.2 % de frutos de categoría "Extra", seguido de 467 ('Anna' x 'Liberty') con 6.9 cm de diámetro, 141.8 g y 44 % en categoría "Extra" (Cuadro 2). Este último es de maduración más temprana (8 de julio), por lo que resulta muy prometedor para el mercado en fresco. El calibre de la manzana es determinante en el precio que se obtiene en el mercado en fresco (NMX-FF-061-SCFI2003).

'Rayada', por su parte, alcanza 6.9 cm de diámetro, 146.6 g y solamente 2.4% de frutos "Extra". Mendoza *et al.* (2006) reportan para 2004 en este cultivar valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio (6.3 cm y 101 g), lo cual puede deberse a las condiciones climáticas que se presentaron en cada uno de esos años. Por su parte, el genotipo 401, que había resultado uno de las más tempranas, obtuvo el menor peso del fruto (88.6 g) con 42. 1% de frutos en categoría "canica", lo cual lo hace poco atractivo, asimismo, SM4 presentó 92 % de frutos en esta categoría. Es conveniente señalar que ninguno de los árboles involucrados en este estudio fue raleado, práctica que influye fuertemente en el tamaño del fruto (Marini, 2001). Se requiere observar el comportamiento de estas selecciones por más años, con mayor manejo y en árboles sin interinjerto.

CUADRO 2. Diámetro, peso y clasificación del fruto por categorías* en genotipos de manzana de maduración temprana durante 2006.

Genotipo	Diámetro ecuatorial (cm)	Ö polar /Ö ec. ^y	Peso (g)	No. frutos	Categorías (%) ^z				
					Extra	1ra	2da	3ra	canica
428	8.5 a*	0.76	231.4 a	74	39.2	17.5	8.1	9.5	25.7
421	7.3 b	0.79	149.1 b	209	—	5.2	13.4	26.8	54.5
467	7.0 bc	0.82	141.8 bc	25	44	32	4	16	4
'Rayada'	6.9 bc	0.78	146.6 b	168	2.4	27.9	33.9	10.1	25.6
SM5	6.5 bcd	0.86	114.2 bc	40	25.0	—	7.5	45.0	22.5
424	6.3 cd	1.01	133.1 bc	39	2.5	10.2	33.3	33.3	20.5
SM4	6.3 cd	0.85	103.9 bc	407	—	0.2	0.9	6.8	91.9
401	5.7 d	1.04	88.6 c	19	5.2	—	15.8	36.8	42.1

*Con base en la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-061-SCFI-2003.

^zPorcentaje en peso por cada categoría.

^yRelación entre diámetro polar entre diámetro ecuatorial.

Valores con la misma letra, dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.
Medias obtenidas de cinco datos individuales.

¹Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal en Querétaro. Hidalgo 293 Pte. 76010, Querétaro, Qro.

En el contenido de SST se observó una separación en dos grupos de los genotipos de maduración temprana (Cuadro 3); en el primero se encuentran 401, 424, 428 y 467, estos dos últimos son los más sobresalientes en tamaño del fruto. Solo el genotipo 421 no superó los límites establecidos por la Norma Mexicana NMX-FF-061-SCFI-2003 para esta variable, que indica que las manzanas destinadas a consumo en fresco deben tener un mínimo de 12 °Brix en variedades rojas y de 13 °Brix en amarillas. Por otra parte, los valores de ATT varían desde 2.3 g·l⁻¹ en 428 hasta 6.7 g·l⁻¹ en el genotipo 467.

Por lo que respecta a la relación azúcar/acidez, el genotipo 428 tuvo nuevamente el valor más alto (7.0) superando a los siete genotipos restantes, lo que la hace menos ácida al paladar.

En firmeza, estimada por la resistencia a la punción de los frutos, el genotipo SM5 alcanzó 29.6 N, la 'Rayada' 29.5 N, y el genotipo 428, 28.5 N, superando al resto de los genotipos aquí evaluados. La firmeza de la manzana es importante para la manipulación del producto en poscosecha, aún tratándose de variedades de maduración temprana (Tamaro, 1988).

En la Figura 2 se muestran algunas de las variedades tempranas más sobresalientes en tamaño, peso unitario, categoría de calidad y SST, fueron: 428, 'Rayada', 421 y

424. Los frutos que aparecen en la figura son los mismos a los que se dio seguimiento en el campo. A excepción de 424 y 401, existe una tendencia de las manzanas a ser achatadas (Cuadro 2). En general, de acuerdo a experiencias realizadas en nuestro laboratorio y en otras partes del mundo (Janick *et al.*, 1996), el consumidor local prefiere manzanas alargadas o redondas.

Calidad de los genotipos de maduración intermedia y tardía

La mayoría de los genotipos estudiados presentan diámetro ecuatorial y peso del fruto similares a 'Red Delicious' (6.8 cm, 144.7 g); pero destacan 436 (7.8 cm, 163.1 g) y 429a (7.5 cm, 167.1 g); estos genotipos superan a 'Golden Delicious' (6.0 cm, 92 g), presentan los mayores porcentajes de manzanas "Extra" (23.1 y 38.4 %, respectivamente) y, pudieran competir con las manzanas que se cultivan tradicionalmente en la región. Entre los genotipos de maduración tardía, 'Lourdes' supera a 'Golden Delicious' en peso y en porcentaje de frutos en las categorías "Extra", primera y segunda calidad. (Cuadro 4).

En el otro extremo se encuentran los genotipos 419 (69.8 % de "canica"), SM2, 129 y 419, que sin poseer frutos "Extra", obtienen altos porcentajes de frutos de tipo "canica". Estos últimos genotipos no tendrían, en principio, mayores posibilidades comerciales a nivel regional. A excepción de 'Lourdes', todos los genotipos muestran frutos de forma



FIGURA 2. Genotipos de manzana de maduración temprana sobresalientes en 2006.

CUADRO 3. Sólidos solubles totales, acidez total titulable, relación azúcar/acidez y firmeza en los genotipos de manzana de maduración temprana durante 2006.

Genotipo	Color visual	SST	ATT(g·l ⁻¹)	Azúcar/acidez	Resistencia a la punción (N)
401	Rojo estriado	17.4 a ^z	3.3 cd	5.5 ab	12.9 c
424	Amarilla	16.6 a	3.8 c	4.4 b	33.3 a
428	Rojo estriado	16.3 a	2.3 d	7.0 a	28.5 a
467	Amarilla	16.1 a	6.7 a	2.4 c	16.4 bc
'Rayada'	Rojo estriado	14.2 b	6.3 a	2.3 c	29.5 ab
SM4	Amarillo	13.4 b	5.5 ab	2.2 c	23.1 ab
SM5	Rojo liso	13.1 b	5.9 ab	2.2 c	29.6 a
421	Amarilla	12.7 b	4.8 b	2.5 c	24.5 ab

^zValores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. Medias obtenidas de cinco datos individuales.

CUADRO 4. Diámetro, peso y clasificación del fruto por categorías¹ de los frutos en genotipos de manzana de maduración intermedia y tardía durante 2006.

Genotipo	Ø ec. (cm)	Ø polar /Ø ec. ^y	Peso (g)	No. frutos	Categorías (%) ^z				
					Extra	1ra	2da	3ra	canica
436	7.8 a ^x	0.76	163.1 ab	117	23.1	7.7	14.5	24.7	30.0
429a	7.5 ab	0.86	167.1 a	39	38.4	41.0	15.4	0	5.12
429b	7.0 abc	0.78	138.7 abc	46	4.3	17.4	30.4	45.6	2.2
'Lourdes'	6.8 abc	1.11	159.9 ab	235	7.6	18.7	21.3	36.2	16.2
'Red Delicious'	6.8 abc	0.89	144.7 abc	262	0	1.9	6.8	31.6	59.5
SM1	6.8 abc	0.83	128.9 abc	25	8	4	32	24	32
SM3	6.8 abc	0.93	146.6 abc	156	3.2	5.4	30.1	39.1	12.1
438	6.7 abc	0.80	117.5 abc	249	0.8	8.8	10.0	51.0	29.3
129	6.6 abc	0.86	108.7 abc	163	0	6.1	20.2	48.4	25.1
SM2	6.3 bc	0.85	98.8 bc	590	0	3.6	11	31.8	53.5
'Golden Delicious'	6.0 c	0.85	92.2 c	220	0.5	0	7.7	22.7	69.1
419	6.0 c	0.86	90.5 c	318	0	1.2	4.1	24.8	69.8

¹Con base en la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-061-SCFI-2003.

^zPorcentaje en peso por cada categoría.

^yRelación entre diámetro polar entre diámetro ecuatorial.

^xValores con la misma letra, dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Medias obtenidas de cinco datos individuales.

achatada, lo que se refleja en la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial menor a 1.

Cabe señalar que los pesos y diámetros obtenidos para los cultivares locales en este estudio resultaron sensiblemente superiores a los reportados por Zavala *et al.* (2006) en la misma región, mientras que los valores frecuentemente reportados para 'Red Delicious' (70-85 cm; 160-240 g) y 'Golden Delicious' (7.5 a 8.5 cm; 150-230 g) y sus mutantes en otras partes del mundo son superiores a los aquí obtenidos (Byers *et al.*, 1990; Trillot *et al.*, 1993; Stopar, 2002).

En cuanto a variables bioquímicas se refiere, el genotipo 436, con 16.3 °Brix, superó a 'Golden Delicious' (13.4) y a 'Red Delicious' (12.7), obteniendo también el más alto valor en la relación azúcar/acidez (Cuadro 5). En el lado opuesto se encuentra SM3 con 11.2 °Brix. Cabe recordar que el genotipo 436 resultó ser el más sobresaliente en tamaño del fruto. Otro de los genotipos sobresalientes en SST fue SM2 con 15.3 %, superando a 'Red Delicious'. En ATT, un grupo de cuatro genotipos (419, 'Lourdes', 429a y 438) presentaron valores significativamente superiores a 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' (2.5 g·litro⁻¹ y 3.1 g·litro⁻¹, respectivamente). Los genotipos tardíos como 'Lourdes y

CUADRO 5. Sólidos solubles totales, acidez total titulable, relación azúcar/acidez y firmeza en genotipos de manzana de maduración intermedia y tardía durante 2006.

Genotipo	Color visual	Sólidos solubles totales(°Brix)	Acidez (gr/l)	Azúcar /acidez	Resistencia a la punción (N)
436	Chapeado amarillo	16.3 a ¹	2.3 d	7.3 a	36.0 abc
SM2	Rojo liso	15.6 ab	3.3 d	5.0 b	29.3 cd
SM1	Rojo liso	14.6 abc	4.6 c	3.2 cde	25.3 d
129	Rojo liso	14.5 abc	3.2 d	4.6 bc	30.8 cd
438	Rojo estriado	14.4 abc	5.1 bc	2.8 de	39.8 ab
429a	Rojo liso	14.1 abc	5.3 bc	2.7 de	31.8 bcd
'Lourdes'	Chapeado verde	14.1 abc	5.4 bc	2.7 de	32.8 abcd
419	Rojo estriado	13.8 abcd	6.1 ab	2.2 e	40.2 a
429b	Rojo liso	13.7 bcd	7.2 a	1.9 e	35.3 abc
'Golden Delicious'	Amarillo	13.4 bcd	2.5 d	5.3 b	29.9 cd
'Red Delicious'	Rojo estriado	12.7 cd	3.2 d	4.0 bcd	29.1 cd
SM3	Rojo estriado	11.2 d	2.4 d	4.8 b	30.1 cd

¹Medias con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$.

Medias obtenidas de cinco datos individuales.

419 presentaron porcentajes de SST (14.1 y 13.8 %, respectivamente) similares a los obtenidos por 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' (12.7 %) (Cuadro 5). A excepción de una muestra, el contenido de SST los frutos analizados superó nuevamente los límites establecidos por la Norma Mexicana NMX-FF-061-SCFI-2003. Los niveles de SST y ATT reportados por Trillot *et al.* (1993) para los cultivares locales establecidos en Francia difieren de los aquí obtenidos: 11-13 °Brix y 4-5 g·litro⁻¹ para 'Red Delicious' y 13-15 °Brix y 6-7 g·litro⁻¹ para 'Golden Delicious'. Estas diferencias que se reflejan también en la relación azúcar/acidez se deben a que el clima en la región es más caluroso, lo que provoca una mayor degradación de los ácidos orgánicos en el fruto durante la maduración (Lalatta, 1999).

En resistencia a la punción, el genotipo 419 con 40.2 N, supera a las variedades locales (29.1 a 29.9 N) y a SM1 (25.3 N), mientras que 'Lourdes' no presentó diferencias significativas con éstos. En el caso de las variedades de maduración intermedia la firmeza, que está relacionada con la capacidad de almacenamiento, puede resultar importante para la conservación de la manzana, evitando así caer en manos de los especuladores, problema importante en la región; mientras que una de las principales vocaciones de las variedades tardías es precisamente el ser almacenadas en frío, por lo cual la firmeza resulta fundamental (Trillot *et al.*, 1993).

CONCLUSIONES

Se identificaron ocho genotipos de manzana que maduraron antes de agosto, de éstos los genotipos 401, 467 y 'Rayada' resultaron los de maduración más temprana, habiéndose cosechado en la primera quincena de julio.

Entre los genotipos de maduración temprana, 428 ('Anna' x 'Gala') es el que presentó mejores características cualitativas, como tamaño, peso unitario y porcentaje de frutos en la categoría "Extra", seguido por 467 el cual, además de manifestar características sobresalientes de calidad, fue de los primeros en cosecharse.

Entre los genotipos de maduración intermedia (cosechados en agosto), 436 ('Anna' x 'Gala') obtuvo características físicas y químicas que superan a 'Golden Delicious' y 'Red Delicious', cultivares que maduraron en la misma época, por lo cual podría ser una alternativa y llegar a sustituir a las variedades tradicionales.

De las dos variedades cosechadas después de agosto, 'Lourdes' es similar en calidad a las variedades locales y podría ser utilizada para obtener mejor precio al conservarse en frío durante algunos meses.

LITERATURA CITADA

ALAYÓN, U.; RODRÍGUEZ, P.; MARTÍNEZ V., A. 2005. Evaluación y caracterización de la calidad de fruta de diferentes

combinaciones cultivar-portainjerto de manzanos (*Malus domestica* Borkh) producidos en corrientes. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Corrientes, Argentina. 8 p.

- ÁLVAREZ, R. S. 1988. El Manzano. 5ª Ed. Aedos S. A. Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación. Madrid, España. 431 p.
- ARISTIZÁBAL, L. M.; VILLEGAS, E. B.; GONZÁLEZ, O. H. 1995. Efectos del aceite agrícola y el dormex (Cianamida Hidrogenada) sobre la brotación de yemas en manzano (*Malus domestica* Borkh.) cv. Anna. In: Memorias, II Simposio internacional sobre el Manzano. Artes Gráficas Tizán, Manizales, Colombia. pp. 131-140.
- BYERS, R. E.; BARDEN, J. A.; CARBAUGH, D. H. 1990. Thinning of spur 'Delicious' apples by shade, terbacil, carbaryl and ethephon. Journal of the American Society for Horticultural Science 115(1): 9-13.
- CALDERÓN A., E. 1993. Fruticultura General, el Esfuerzo del Hombre. 3ª Ed. Limusa, México. 763 p.
- CASTAÑO T., E.; DOMÍNGUEZ D., J. 2001. Experimentos para el Desarrollo y Mejora Industrial. Jit Press. México. 312 p.
- DAPENA, F. E.; BLÁZQUEZ, N. D.; FERNÁNDEZ, R. M. 2006. Recursos Filogenéticos del Banco de germoplasma del manzano de SERIDA. Boletín Informativo Tecnología Agroalimentaria, Oviedo, España 3: 45-52.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ª Ed. UNAM. México. 217 p.
- GONZÁLEZ, A.; FERNÁNDEZ, M.; RUMAYOR, A.; CASTAÑO, E.; MARTÍNEZ, P. 2005. Diversidad genética en poblaciones de manzano en Querétaro, México revelada por marcadores RAPD. Revista Fitotecnia Mexicana 28(1): 83-91.
- JANICK, J.; CUMMINS, J. N.; BROWN, S. K.; HEMMAT, M. 1996. Apples. In: J. JANICK; J. N. MOORE (eds.) Fruit Breeding. Vol. 1. John Wiley and Sons, Inc. Indiana, USA. pp. 1-77.
- LALATTA, F. 1999. Guía Completa del Cultivo de Manzanas, De Vecchi Barcelona, España. pp. 33-34.
- MARINI R., P. 2001. Estimating mean fruit weight and mean fruit value for apple trees: comparison of two sampling methods with the true mean. Journal of the American Society for Horticultural Science 126(4): 503-510.
- MENDOZA, A.; KUSHAD, M.; ZAVALA, I.; MARTÍNEZ-PENICHE, R. 2006. Efecto del número de frutos por racimo y fecha de corte en la calidad de manzana 'Rayada'. Revista Mexicana Fitotecnia (Número especial 2): 45-50.
- NMX-FF-061-SCFI. 2003. Productos Agrícolas no industrializados para consumo humano- Fruta fresca - Manzana (*Malus pumila* Mill) - (*Malus domestica* Borkh) - Especificaciones. pp. 1-18.
- NNADOZIE, C.; GARDIENER, S. E.; BASSET, C. M.; MIRKO, S.; BALL, R. D.; BUS, G. M.; WHITE, A. G. 2001. Genetic diversity and relationships in *Malus* spp: Germplasm collections as determined by randomly amplified polymorphic DNA. Journal of the American Society for Horticulture Science 126: 318-328.
- PARRA Q., R. 1993. Avances de investigación sobre el comportamiento de cultivares y portainjertos para manzano en Cuauhtémoc, Chih. CESICH, INIFAP Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Cd. Cuauhtémoc, México. 18 p.
- RACSKÓ, J.; SZABÓ, Z.; NYÉKI, J. 2005. Effect of nutrient supply on fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh). Journal of Central European Agriculture 35(6): 3542.
- RAMÍREZ, R. H.; ABBOTT, D.; BENAVIDES, A. M. 2002. Fisiología y Manejo del Manzano. Universidad Autónoma Agraria 'Antonio Narro'. Saltillo, México. 164 p.

- REYES, L.; LUNA, S. J.; ZAMORA, V. V.; MENDOZA, V. R.; FLORES, O. A.; RODRÍGUEZ, S. E. 2003. Fenología y variabilidad genética en mutantes de manzano cv. Golden Delicious en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria 'Antonio Narro'. Saltillo, México. 125 p.
- ROMÁN M., L.; GUTIÉRREZ C., M. 1998. Evaluación de ácidos carboxílicos y nitratos de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. Instituto Tecnológico de Sonora. Hermosillo, México. pp. 49-53
- SAGARPA. 2006. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México <http://www.sagarpa.gob.mx>. Fecha de consulta: 29 de Agosto de 2007.
- STOPAR, M. 2002. Thinning of 'Gala' and 'Golden Delicious' apples with BA, NAA and their combinations. *Journal of Central European Agriculture* 3(1): 85-90
- TAMARO, D. 1988. Manual de Horticultura. Gustavo Gill S.A. de C.V. D.F., México. 510 p.
- TRILLOT, M.; MASSERON, A.; TRONEL, C. 1993. Pomme. les Variétés. Ctifl. Paris, Francia. 203 p.
- VIRK, P. S.; FORD-LLOYD, B. V.; JACKSON, M. T.; NEWBURY, H. J. 1995. Use of RAPD for the study of diversity within plant germplasm collections. *Heredity* 74(2): 170-179.
- ZAVALA, I.; MARTÍNEZ, P. R.; FERNÁNDEZ, R. 2006. Effect of thinning on size of 'Golden Delicious' and 'Red Delicious' apples established in Central Mexico. *Acta Horticulturae* 727: 451-455.