

**Ciencia y Tecnología  
Alimentaria**

Ciencia y Tecnología Alimentaria

ISSN: 1135-8122

somenta@gmail.com

Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología  
de Alimentos  
México

González Portillo, M.; Rocha Guzmán, N. E.; Simpson, J.; Rodríguez Guerra, R.; Gallegos Infante, J. A.; Delgado, E.; Gil Vega, K.

Determinación de algunos atributos de calidad de manzana starking y golden delicious en comparación con sus mutantes y su relación con las unidades frío

Ciencia y Tecnología Alimentaria, vol. 6, núm. 1, 2008, pp. 27-32

Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos

Reynosa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72460104>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## DETERMINACIÓN DE ALGUNOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE MANZANA STARKING Y GOLDEN DELICIOUS EN COMPARACIÓN CON SUS MUTANTES Y SU RELACIÓN CON LAS UNIDADES FRÍO

### DETERMINATION OF SOME APPLE (STARKING AND GOLDEN DELICIOUS) QUALITY ATTRIBUTES IN COMPARISON WITH THEIR MUTANTS AND THEIR RELATIONSHIP WITH CHILLING UNITS

González-Portillo, M.<sup>1</sup>; Rocha-Guzmán, N. E.<sup>2</sup>; Simpson, J.<sup>3</sup>; Rodríguez-Guerra, R.<sup>1</sup>; Gallegos-Infante, J. A.<sup>2\*</sup>; Delgado, E.<sup>2</sup>; Gil-Vega, K.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Durango, ITD. <sup>3</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN-Unidad Irapuato, México

Recibido/Received 13-11-2007; aceptado/accepted 14-02-2008

\*Autor para la correspondencia/Corresponding author. E-mail: jinfinite@itdposgrado-bioquimica.com.mx

#### Abstract

Apple trees (*Malus domestica* Bork) require more than 1200 chill units (CU) during winter time to produce good quality fruits. Apple groves in Durango, México have an average cumulated chilling below 400 CU affecting their yield and quality. However the tree is able to adapt itself to this condition generating mutants. In this study the response of some apple mutants to chilling were compared in terms of fruit quality attributes such as total soluble solids and firmness. Mutants ANM-2 and SDM-2 reached 90 % of sprouting after 400 CU while Starking and Golden Delicious reached 96 % of sprouting buds after 1000 and 1200 CU respectively. DNA from mutants ANM-2, SDM-2, SDM-8, and PM-1 and also cultivars SD, GD, and Peron (P) was analyzed using AFLP technique, presenting significant differences between the mutant genotypes and original cultivars. Nevertheless no differences were found in the quality parameters evaluated.

#### Resumen

Los cultivares de manzano (*Malus domestica* Bork) requieren más de 1200 unidades frío (UF) durante el invierno para producir frutos de buena calidad. La zona manzanera de Durango, México tiene una acumulación promedio de frío inferior a 400 UF. Por ello el rendimiento y la calidad de la manzana pueden verse afectados. Sin embargo, estas condiciones pueden producir adaptación al medio ambiente, generando mutaciones. En el presente estudio se comparó la respuesta al frío de algunos mutantes de manzanos y se analizaron sus frutos para aspectos de calidad, como sólidos solubles totales y firmeza. Los mutantes denominados ANM-2 y SDM-2 alcanzaron un 90 % de brotación al acumular 400 UF; Starking Delicious y Golden Delicious alcanzaron 96 % de yemas brotadas con 1000 y 1200 UF respectivamente. Se analizó ADN de los mutantes ANM-2, SDM-2, SDM-8 y PM-1 así como de los cultivares SD, GD y Perón (P), con la técnica de AFLPs encontrándose diferencias significativas entre los genotipos de los mutantes y los cultivares originales. Por el contrario, no se encontraron diferencias estadísticas en los parámetros de calidad evaluados, entre los mutantes de manzano y los cultivares comerciales de los que procedían.

Keywords: *Malus domestica*, mutants, soluble solids, firmness

Palabras clave: *Malus domestica*, mutantes, sólidos solubles, firmeza

#### INTRODUCCIÓN

La superficie dedicada al cultivo de manzanos en México es de 66,400 Ha, representa el 6 % de la superficie total ocupada por todas las especies de árboles frutales presentes en México (SAGARPA, 2002). La manzana se produce en la región norte-centro del país, principalmente en los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila con un 60% de la superficie total de manzano. Los cultivares principales son del tipo 'Delicious'. En Durango la superficie dedicada al manzano es de 12,300 Ha (INEGI, 2002), de las cuales el 70 % esta ocupada por las variedades

Red Delicious, que necesitan 1234 UF (unidad frío: hora que transcurre a temperaturas entre 2,5 y 9.1 °C), para su desarrollo (Richardson *et al.*, 1974; Melgarejo, 1996).

La producción de manzana en la zona frutícola del estado de Durango (México) ha fluctuado en los últimos años de 94 mil a 22 mil toneladas por año con una marcada tendencia a la baja. Esta situación obedece a factores climáticos, relacionados con inviernos benignos y heladas tardías, así como a la falta de precipitación pluvial en la zona durante los últimos años, por lo que la superficie ocupada por manzanos ha sufrido un descenso del 40 %. Con inviernos benignos, los manzanos presentan

endodormancia, la cual depende de la acumulación de frío (Dennis, 1994; Faust *et al.*, 1997).

Un problema de los manzanos desarrollados en condiciones benignas de invierno es la baja acumulación de UF por temperaturas diurnas elevadas. Los árboles exhiben alteraciones fisiológicas como retraso de brotación, flores pequeñas, un período de floración prolongado, bajo rendimiento y frutos de calidad deficiente (González y Valencia, 2001). Regularmente un manzano requiere, según el cultivar, hasta 1300 UF para romper la dormancia, pero existen cultivares mutantes que necesitan entre 50 y 60 % menos UF respecto al cultivar original. Sin embargo se sabe poco en México sobre la influencia de una menor cantidad de unidades frío sobre las características de calidad de la manzana. En el trabajo de Silveira *et al.*, (2007) con manzana Fuji, encontraron que algunos de sus mutantes superaban en firmeza y sólidos solubles a la variedad comercial Fuji, por lo que indicaban que los mutantes podían ser usados al igual que la variedad comercial. Sin embargo, no se indicaba la cantidad de unidades frío requeridas.

El estudio de los mutantes de manzano y el conocimiento y manejo de sus genes, permite generar plantas con características deseables para producir frutos de alta calidad. El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio comparativo de la necesidad de frío de mutantes de manzano y sus cultivares originales y su relación con las características de calidad del fruto obtenido.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en la zona productora de manzana de Durango, México, con latitud 24°00' N y longitud 104°40', en una altitud de 1,945 metros sobre el nivel del mar y una precipitación promedio anual de 517 mm (González y López, 2002).

La temperatura promedio de invierno es inferior durante la noche, con temperaturas que oscilan entre 5 y -4 °C y con un incremento durante el día hasta 20-23 °C. Conducen a una variación amplia entre las temperaturas que se presentan en el período invernal. Esto afecta a la acumulación de UF eficaces para el desarrollo de los manzanos en la zona. En los últimos 10 años la acumulación de frío en invierno promedio ha sido de 262 UF, según el método de Utah (Richardson *et al.*, 1974). Esto representa el 21 % de las unidades requeridas para los cultivares de manzano establecidos en la zona.

### Materiales analizados

Se utilizaron los cultivares Golden Delicious (GD), Starking Delicious (SD) y sus mutantes respectivos: Agua nueva 2 (ANM-2) y Starking Delicious mutante 2 (SDM-2). En el análisis por AFLP, además se utilizaron Perón (P) y sus mutantes PM-1 y SDM-8. Los frutos fueron

cosechados en el punto de maduración considerado como óptimo. Todos los materiales fueron recolectados en los años de 2004 - 2006 (3 años).

### Estrategia Experimental

La estrategia experimental se dividió en dos partes:

1. Determinación de la necesidad de frío para cada cultivar.
2. Análisis genético a partir de hojas de cada cultivar evaluado para buscar diferencias genéticas asociadas.
3. Caracterización de los frutos obtenidos de cada variedad experimental, evaluando sólidos solubles y firmeza como parámetros de calidad del fruto.

### Tratamientos

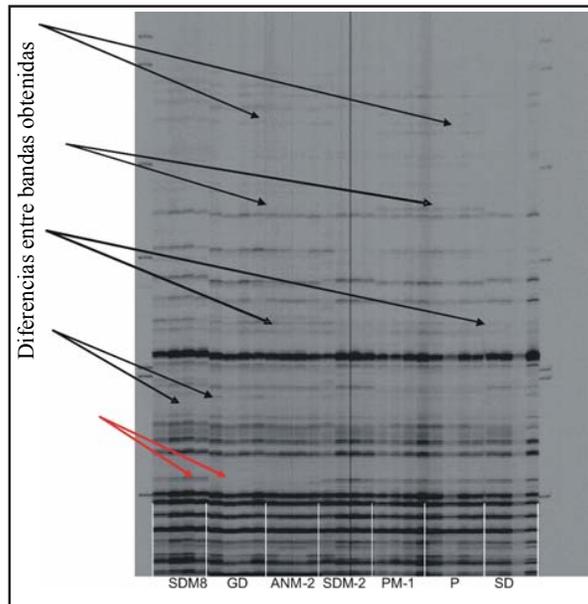
Para conocer la necesidad de frío de los manzanos desarrollados en la zona y utilizados en este experimentos, se seleccionaron 70 brotes de un año para cada cultivar (durante tres años), cuando la yema apical ya estaba formada. Los brotes fueron deshojados, transportados a baja temperatura y almacenados a  $4 \pm 1$  °C, durante 0, 200, 400, 600, 800, 1000 y 1500 horas. Esta cantidad de horas en almacenamiento es igual a la cantidad de UF recibidas por los brotes.

Cuando se alcanzó el número predeterminado de UF el material vegetativo se transfirió a una cámara de crecimiento con temperatura de  $25 \pm 4$  °C y 10/14 h de ciclo luz/oscuridad. Cada brote fue podado a 10 yemas para contabilizar el número de brotes emergidos y relacionarlos con la acumulación de unidades frío.

### Análisis genético

Para el análisis de las muestras de ADN procedente de hojas de manzano se utilizó la técnica (Amplified Fragment Length Polymorphism) AFLPs por sus siglas en Inglés. Se tomaron muestras de hojas jóvenes de manzano, como sugieren Kenis y Keulemans (2005), en dos alturas de los árboles con distinta orientación hacia los puntos cardinales formando cuatro muestras por árbol. Se muestrearon los mutantes ANM-2, SDM-2, SDM-8 y PM-1 y los cultivares Golden Delicious (GD), Starking Delicious (SD) y Perón (P). El análisis por AFLP se realizó según Vos *et al.* (1995) usando dos enzimas de restricción (EcoR1 y Mse1). Los fragmentos amplificados fueron separados y visualizados directamente en un secuenciador automatizado LI-COR (modelo 4200, LI-COR, Lincoln, Nebraska). Para el análisis de diversas accesiones de *Malus* se utilizaron cuatro combinaciones selectivas de iniciadores: Eco 700 AAC, Mse ACC; Eco 800 AGG, Mse ACC; Eco 700 AAG, Mse AGT; Eco 800 AGG, MseAGT.

Los patrones de las bandas de AFLP obtenidos fueron clasificados como: (1) banda presente y (0) banda ausente (Figura 1). Las matrices de las distancias genéticas se calcularon usando el índice DICE (Nei y Li, 1979) y el método de agrupamiento UPGMA para realizar un análisis de racimo para la producción de dendrogramas, usando el paquete NTSYSpc 2,1 (Exeter software, Nueva York). Un



**Figura 1.** Bandas obtenidas con AFLP de tres cultivares de manzano y cuatro mutantes. SDM8 es la mutante del cultivar Starking Delicious, GD es Golden Delicious, ANM-2 es Agua Nueva, SDM-2 es la mutante de Starking Delicious, PM-1 es la mutante de Perón, P es Perón y SD es Starking Delicious.

**Figure 1.** Stripes obtained with AFLP from three apple cultivars and four mutants. SDM-8 is a mutant of Starking Delicious, GD is Golden Delicious, ANM-2 is Agua Nueva, SDM-2 is mutant of Starking Delicious, PM-1 is mutant of Peron, P is Peron and SD is Starking Delicious.

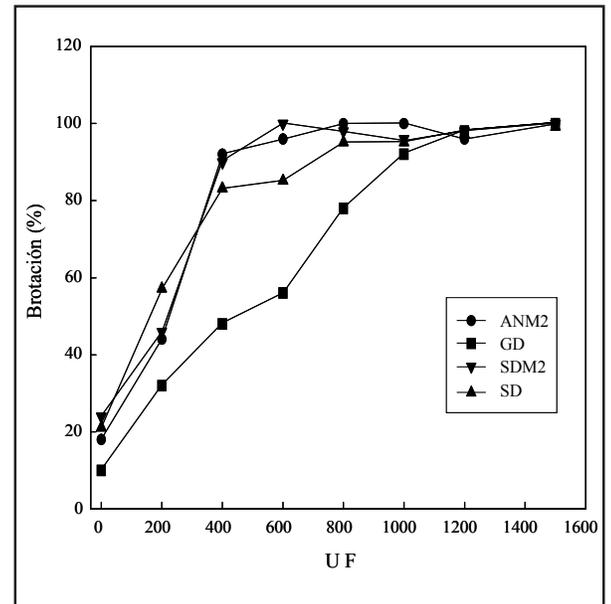
análisis comparativo también fue realizado usando el paquete de software Free Tree (Hampl *et al.*, 2001) y el índice (Nei y Li, 1979) conjuntamente con UPGMA, además de un análisis de remuestreo Bootstrap (Felsenstein, 1985).

Se determinó el contenido de sólidos solubles expresado en grados Brix en jugo de manzana proveniente de cada cultivar. El jugo de manzana fue obtenido en un extractor de jugos comercial (Osterizer) y tratado enzimáticamente para eliminar las pectinas solubles de acuerdo al método propuesto por Toribio y Lozano (1984). Los sólidos solubles a 20 °C se determinaron con un refractómetro digital (Modelo Atago) de acuerdo al método 932.12 de la AOAC.

Se evaluó la firmeza de la manzana de acuerdo al método propuesto por Silveira *et al.* (2007), utilizando 20 frutos por cada unidad experimental.

Los datos de calidad del fruto fueron analizados mediante un análisis de varianza de una sola vía. Para la comparación de medias, se utilizó el método de Tukey ( $P = 0,05$ ) empleando el software Statistica versión 6,0 (StatSoft, Tulsa, Ok, EUA)

El análisis estadístico de los resultados de AFLP se realizó mediante la metodología de análisis de racimo empleando el software NTSYSpC versión 2.1. (Exeter software, Nueva York, NY, EUA).



**Figura 2.** Brotación de cultivares de manzano y sus mutantes con diferente acumulación de unidades frío.

**Figure 2.** Sprouting of apple cultivars and their mutants with different cumulated chilling units.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Necesidad de UF frío en manzano

Las yemas de los cultivares estudiados y de sus mutantes iniciaron su apertura entre 15 y 30 días después de la aplicación de frío en almacenamiento. Se observó una relación inversa entre la cantidad de frío recibida por los brotes almacenados y el inicio de la brotación (Figura 2). Estos resultados coinciden con Fuchigami y Nee (1987), quienes reportaron que la velocidad de la brotación y el vigor de la elongación del brote es una función del grado de frío que las plantas hayan experimentado.

La cantidad de frío necesaria entre los mutantes y los cultivares de los que proceden mostraron diferencias significativas. Los mutantes ANM-2 y SDM-2, necesitaron 400 UF para alcanzar 80 % de brotación de yemas, mientras que SD y GD requirieron 600 y 1000 UF para lograr el mismo porcentaje de brotación. Los mutantes, alcanzaron el 100 % de yemas brotadas al acumular 800 UF, mientras que para la variedad Starking Delicious (SD) 85 % y Golden Delicious (GD) sólo 50 % de yemas brotadas (Figura 2).

La brotación en los cultivares y sus mutantes tiene un comportamiento que varía de acuerdo a la cantidad de frío requerido por cada material. Los mutantes satisfacen la cantidad de frío con 50 a 60 % de UF menos que los cultivares originales. El comportamiento de la brotación vegetativa es una curva exponencial de acuerdo al frío recibido a partir de 200 UF en los mutantes y de 400 UF en los cultivares originales (Figura 2).

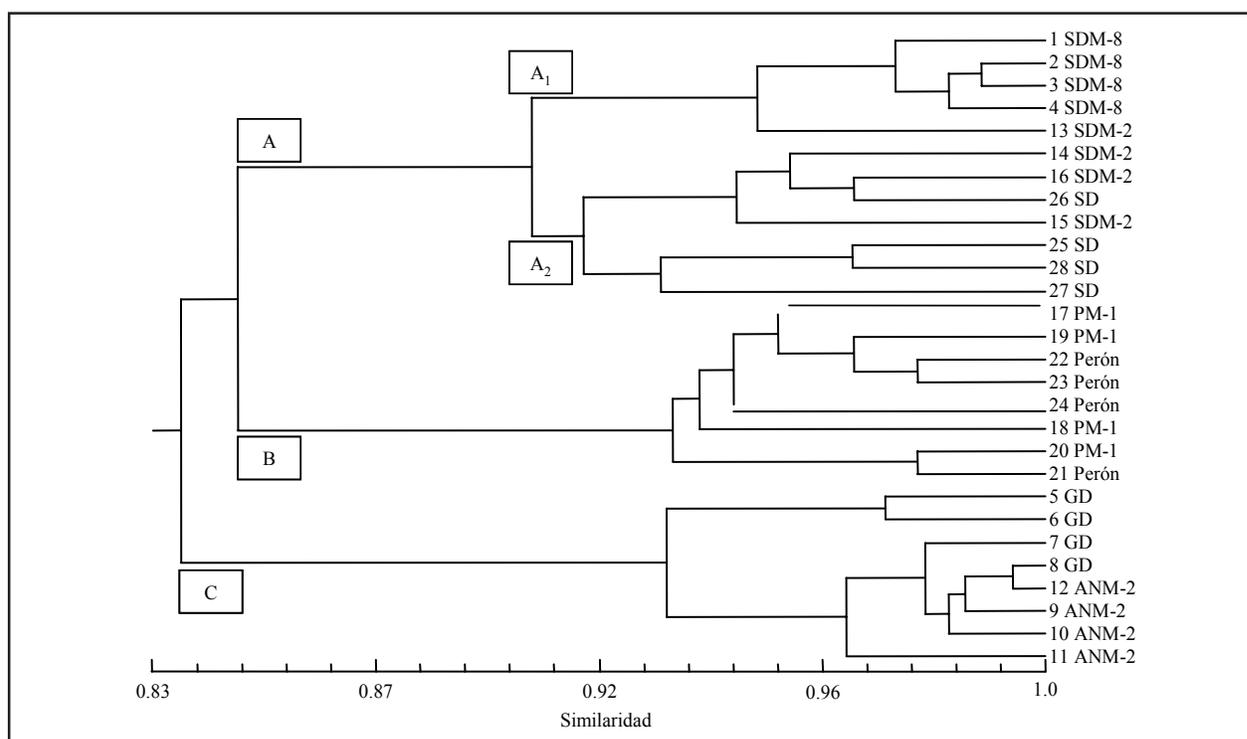


Figura 3. Dendrograma obtenido usando el índice de similaridad de Nei y Li (1985) y el método UPGMA.

Figure 3. Dendrogram generated from the similarity index of Nei and Li (1985) and the UPGMA method.

### Análisis genético

A partir del ADN que se obtuvo de los mutantes ANM-2, SDM-2, SDM-8 y PM-1 así como de los cultivares GD, SD y P se encontraron diferencias en número y posición de las bandas entre mutantes y cultivares comerciales mediante las huellas obtenidas por AFLP (Figura 1). Estos resultados podrían ayudar en la identificación de marcadores asociados a los requerimientos de frío invernal en manzano.

El dendrograma obtenido (Figura 3) presenta una separación objetiva, razón por la cual los conglomerados fueron designados como A, B y C. El grupo A se dividió a su vez en el subgrupo  $A_1$  que incluye los mutantes SDM-8 y el subgrupo  $A_2$  con el mutante SDM-2 y el cultivar silvestre SD. El coeficiente de similitud encontrado entre los subgrupos  $A_1$  y  $A_2$  fue de 0,905 y la relación entre SDM-2 y SD fue cercano a 0,92. Esta diferencia se refleja también en el comportamiento fenológico de los materiales en condiciones de campo, ya que los mutantes SDM-8 y SDM-2 inician la brotación entre 60 y 20 días respectivamente antes que el cultivar SD.

En el grupo B se encuentra el cultivar P y su mutante PM1 que tienen un coeficiente de similitud de 0,93 entre ellos. Dado que el fruto de ambos materiales muestra características similares, solo hay variación entre ellos en la fecha de inicio de brotación de PM-1 de 60 días antes que

el cultivar Perón. Respecto al grupo A el coeficiente de similitud fue de 0,84. Las características fenotípicas de los materiales que conforman ambos grupos son también diferentes.

En el conglomerado C se encontró al cultivar Golden Delicious (GD) y el mutante Aguanueva (ANM-2), con un coeficiente de similitud de 0,93 entre ambos y un coeficiente de 0,835 respecto a los grupos A y B. La fenología de estos materiales es diferente en campo. Por ejemplo ANM-2 inicia su brotación 45 días antes que GD. El valor general de similitud encontrado entre los mutantes y los cultivares fue de 0,838. No obstante, la similitud mas alta encontrada entre cultivares y mutantes fue de 0,99 ANM-2 y GD, seguido por PM-1 y P con 0,97 y SD y SD-M2 con 0,965.

Se encontraron valores de disimilitud genética que variaron de 0,012 a 0,048 entre muestras de un solo cultivar. Esto podría deberse a la diferente respuesta de los árboles en cuanto a variaciones genéticas que surgen posiblemente debido a presiones climáticas adversas sobre el cultivar. De manera general, se puede concluir que el método de AFLP es adecuado para agrupar los materiales de manzano estudiados por algunas de sus características, ya que como se observa en el dendrograma, los tres grupos de manzano analizados presentan características comunes. González y López (2002) también reportaron el

**Tabla 1.** Parámetros de calidad del fruto de cultivares comerciales de manzano y sus mutantes, y la cantidad de unidades frío necesarias para obtener la brotación del 80 %.\*Letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas entre grupos (Tukey P < 0,05).

**Table 1.** Quality parameters of apples from commercial cultivars and their mutants, and the chilling units needed to obtain 80 % of sprouting. \*Different letters in each column indicate statistical differences between groups (Tukey P < 0.05).

Cultivar	Sólidos solubles	Firmeza (N)	Unidades frío (80% de brotación)
SDM2	12,9° Brix <sup>a</sup>	70,40 <sup>a</sup>	400 <sup>a</sup>
Starking Delicious	12,73° Brix <sup>a</sup>	70,53 <sup>a</sup>	600 <sup>b</sup>
ANM2	13,4° Brix <sup>b</sup>	63,85 <sup>b</sup>	400 <sup>a</sup>
Golden Delicious	13,2° Brix <sup>b</sup>	64,28 <sup>b</sup>	1000 <sup>b</sup>

agrupamiento del cultivar GD y sus mutantes, así como los híbridos de manzano que compartían un progenitor común.

### Análisis de atributos de calidad

Las características de calidad del fruto de las variedades mutantes y de sus progenitoras se muestran en la Tabla 1. Se aprecia que existen diferencias estadísticas significativas entre las manzanas provenientes de los árboles mutantes y sus progenitores, al contrario que la diferencia en horas frío entre ellos que si fue significativa. Esta ausencia de diferencias en la calidad del fruto es importante porque de acuerdo con González y Valencia (2001) una baja cantidad de unidades frío puede provocar un fruto de baja calidad. Sin embargo, Silveira *et al.* (2007) trabajando con mutantes de manzana Fuji, también encontraron que no existían diferencias entre las variedades mutantes y sus progenitoras en cuanto a acidez total, sólidos solubles y firmeza.

Los valores de sólidos solubles mostrados en este trabajo se encuentran dentro de las normas de calidad indicadas por Silveira *et al.* (2007). Estos autores, señalan que una manzana de buena calidad debe mostrar valores de 11 °Brix o superiores, en tanto que la firmeza debe estar entre 75 y 80 N. A este respecto cabe hacer mención que existe una gran discrepancia en la literatura, ya que bajo este esquema algunas de la variedades probadas no cumplen con la especificación, pero Blazek *et al.*, (2003) señalan un nivel crítico de 50 N, por debajo del cual se considera la manzana de mala calidad. Siguiendo este criterio, entonces la totalidad de las manzanas evaluadas podrían ser consideradas aceptables. En el caso de la manzana Golden los resultados obtenidos en este trabajo tanto en las manzanas provenientes de árboles mutantes como en sus progenitores, los resultados obtenidos de sólidos totales están de acuerdo a lo reportado por Peneau *et al.*, (2007). Estos autores trabajaron con seis cultivares de manzana y refieren valores de firmeza de 52 N y contenido de sólidos solubles de 12,7 °Brix. No obstante los valores de firmeza en este trabajo fueron más altos que los encontrados por dichos autores. También señalan que existe una relación importante entre la aceptación de manzanas por el consumidor y la firmeza, considerando a

este parámetro de calidad de un gran valor para estimar la aceptación de manzanas. Link *et al.* (2004) encontraron valores de firmeza para Starking Delicious de 58 a 73 N, lo cual también esta de acuerdo con lo encontrado en este trabajo.

### CONCLUSIONES

El comportamiento de los cultivares estudiados respecto a la cantidad de frío recibido en almacenamiento, indica que se tiene cierto grado de adaptación en los mutantes a condiciones de invierno benignas, ya que el requerimiento de frío para alcanzar su brotación es menor a lo observado en los cultivares comerciales. Las escasas distancias genéticas entre mutantes con bajo requerimiento de frío y sus cultivares comerciales sugieren que cambios pequeños en el genoma están asociados a un cambio mayor en las necesidades de frío. Las diferencias genéticas entre un mutante y el cultivar inicial muestra que son posibles los cambios genéticos debidos a mutaciones. Las diferencias entre los requerimientos de frío no parecen estar asociadas a las características de calidad en las manzanas provenientes de variedades mutantes ya que ni el contenido de sólidos solubles totales ni la firmeza fueron diferentes de los cultivares iniciales.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Produce Durango, A.C. por el apoyo económico aportado para el desarrollo del proyecto 'Manzano' clave 4214 del cual se originó este artículo.

### BIBLIOGRAFÍA

Blazek, J.; Hlusickova, I.; Varga, A. 2003. Changes in quality characteristics of golden delicious apples under different storage conditions and correlations between them. *Horticultural Science (Prague)* **30**, 81–89.

- Dennis, F.G. 1994. Dormancy - What we know (and don't know). *HortScience* **29**, 1249-1255
- Faust, M.; Erez, A.; Rowland, L. J.; Wang, S. Y.; Norman, H. A. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees physiological, basis for dormancy induction, maintenance and release. *HortScience* **22**, 623-629.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* **39**, 783-791.
- Fuchigami, L. H.; Nee, C. C. 1987. Degree growth stage model and rest-breaking mechanisms in temperate woody perennials. *HortScience* **22**, 836-845.
- González, P. M.; Valencia, G. L. 2001. Respuesta del manzano delicioso a la aplicación de tres estimuladores de brotación en condiciones de bajo frío invernal. IX Congreso Nacional de Horticultura. Oaxtepec, Morelos, México.
- González, P. M.; López, H. J. 2002. El clima y su efecto en el cultivo del manzano en Canatlán, Durango. Folleto Técnico Núm. 18. INIFAP
- Hapl, V.; Pavlícek, A.; Flegr, J. 2001. Construction and bootstrap analysis of DNA fingerprinting-based phylogenetic trees with the freeware program Freetree: application to trichomonad parasites. *International Journal of Systemic Ecology and Micology* **51**, 731-735.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. Anuario Estadístico del Estado de Durango
- Kenis, K.; Keulemans, J. 2005. Genetic linkage maps of two apple cultivars (*Malus x domestica* Borkh.) based on AFLP and microsatellite markers. *Molecular Breeding* **15**, 205-219.
- Link, S. O.; Drake, S. R.; Thiede, M. E. 2004. Prediction of apple firmness from mass loss and shrinkage. *Journal of Food Quality*. **27**, 13-26.
- Melgarejo, M. P. 1996. El Frío invernal, factor limitante para el cultivo frutal. pp 166. A. Madrid Vicente Ediciones, España.
- Nei, M.; Li, W. H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of National Academy of Sciences*. U.S.A. **76**, 5269-5273.
- Peneau, S.; Brockhoff, P. B.; Hoehn, E.; Escher, F.; Nuessli, J. 2007. Relating consumer evaluation of apple freshness to sensory and physico-chemical measurements. *Journal Sensory Studies* **22**, 313-335.
- Richardson, E. A.; Seeley, S. D.; Walker, D. R. 1974. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. *HortScience* **9**, 331-332.
- Silveira, A. C.; Sautter C. K.; Tonneto de Freitas, S.; Galieta, G.; Brackman, A. 2007. Determinación de algunos atributos de calidad de la variedad Fuji y sus mutantes al momento de la cosecha. *Ciencia e Tecnologia Alimentaria Campinas* **27**, 149-153.
- SAGARPA. 2002. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).
- Vos P.; Hogers, R.; Bleeker, M.; Reijans, M.; Van de Lee, T.; Hornes, M.; Fritjers, A.; Pot, J.; Peleman, J.; Kuiper, M.; Zabeau, M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research* **23**(21), 4407-4414.