

EFFECTO DEL NÚMERO DE FRUTOS POR RACIMO Y FECHAS DE CORTE EN LA CALIDAD DE MANZANA ‘RAYADA’

EFFECT OF FRUIT NUMBER PER CLUSTER AND HARVEST DATE ON THE QUALITY OF ‘RAYADA’ APPLE

Alejandra A. Mendoza López¹, Mosbah Kushad², Iván Zavala Del Ángel¹ y Ramón Álvar Martínez Peniche^{1*}

¹División de Estudios de Posgrado, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n. 76010, Querétaro, Qro. Tel. y Fax.: 01 (442) 192-1304.

²Department of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Illinois at Urbana Champaign. 279 E. R. Madigan Laboratory, MC-051 1201 West Gregory Drive Urbana, Illinois 61801.

* Autor para correspondencia (alvar@uaq.mx)

RESUMEN

La manzana (*Malus domestica* Borkh) producida en temporal o secano en la Sierra de Querétaro, México, se comercializa deficientemente debido a la baja calidad comercial de la fruta y a que madura cuando el mercado nacional se encuentra saturado de la misma. Sin embargo, existe en la región una variedad prometedora, de maduración temprana, localmente conocida como ‘Rayada’, cuyos frutos, al presentarse en gran número en los racimos, resultan de diámetro menor al comercial. En el presente trabajo se evaluó el efecto del número de frutos por racimo y de la época de cosecha sobre: peso y diámetro de la fruta, sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT), la firmeza y concentración de calcio, de manzana ‘Rayada’ producida en la Sierra de Querétaro. Se estableció un experimento bifactorial en bloques al azar donde, en 10 árboles adultos seleccionados por su productividad e injertados sobre MM 111; se muestraron frutos establecidos naturalmente de 1, 2, 3 y 4 por racimo, durante siete fechas de corte, con una semana de intervalo, a partir de junio 29. Con un fruto por racimo se obtuvo el mayor peso del mismo (102.6 g), diámetro equatorial (64.0 mm), y concentración de calcio (10.45 mg 100 g⁻¹ PF). La mejor época para cosechar la manzana ‘Rayada’ en la Sierra de Querétaro fue a finales de julio y principios de agosto en que la fruta alcanzó el máximo tamaño (101.6 g, 64.4 mm) y la mayor relación entre SST/ATT (1.95). La fecha de corte no tuvo efecto directo en la firmeza ni en la concentración de calcio.

Palabras clave: *Malus domestica* Borkh, frutos por racimo, raleo, fecha de corte, calidad de fruto.

SUMMARY

Apple (*Malus domestica* Borkh) produced under dry land conditions in the Mountains of Querétaro, México, is traded at low prices

due to its low quality and because its fruits ripen when the national market is saturated. However, in the region there is one promising early ripening variety locally called ‘Rayada’ whose small fruits are due to the abundant set in the clusters. In this research we evaluated the effect of the number of fruits per cluster and the harvest date on: fruit weight, diameter, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), firmness and calcium concentration, in the ‘Rayada’ apple produced in the Mountains of Querétaro. A factorial experiment in a randomized complete blocks design was established, using 10 selected mature trees grafted on MM 111, based in their yield. These trees naturally set 1, 2, 3 or 4 fruits per cluster, were sampled during seven harvest dates, on a weekly interval starting June 29th. With one fruit per cluster, the highest fruit weight (102.6 g), equatorial diameter (64.0 mm) and calcium concentration (10.45 mg 100 g⁻¹ PF) were obtained. The best harvest date for ‘Rayada’ apple in the Mountains of Querétaro was from late July to early August where fruits attained maximum weight and diameter (101.6 g, 64.4 mm) and the highest TSS/TTA ratio (1.95). The harvest date did not affect firmness or calcium concentration.

Index words: *Malus domestica* Borkh, fruits by cluster, thinning, harvest date, fruit quality.

INTRODUCCIÓN

El manzano (*Malus domestica* Borkh), prospera bajo temporal o secano (con un mínimo de 750 mm de precipitación media anual, distribuidos mayoritariamente en verano y otoño) en las zonas altas del centro del país, como ocurre en los municipios de San Joaquín, Cadereyta, Pinal de Amoles y Amealco, en el Estado de Querétaro, donde en 2003 se produjeron de 1074 toneladas (SAGARPA, 2005). Sin embargo, la comercialización del fruto para su consumo en fresco se complica debido a que no reúne las características de calidad necesarias, como buen tamaño, coloración homogénea y, en general, buena apariencia; y a que los principales cultivares establecidos en la región, ‘Golden Delicious’ y ‘Red Delicious’, se cosechan durante los meses de agosto y septiembre, periodo en que el mercado nacional se encuentra saturado con manzana proveniente de otros estados de México.

La falta de calidad de la manzana producida en Querétaro obedece a diversos factores, entre los que destaca la deficiente aplicación de las prácticas de cultivo y manejo de los huertos. Una alternativa de solución es el raleo, que consiste en eliminar algunas flores o frutos recién formados, lo que causa un incremento en el tamaño de los frutos remanentes al reducirse la competencia por los nutrientes disponibles en el árbol (Westwood, 1993). El raleo también puede modificar la composición mineral, incluido el calcio (Volz y Ferguson, 1999) y la firmeza (Elfving y Lougheed, 1994) de las manzanas. El raleo puede ser manual para dejar de uno a dos frutos por racimo (Mariñi, 2001), o químico mediante aspersión de productos como 6-benciladenina, Carbaril y ácido naftalenacético (Stover *et al.*, 2002). Investigaciones recientes en la zona indican una respuesta inconsistente de los cultivares arriba

mencionados a los tratamientos de raleo (Zavala, 2005, Com. personal¹).

Para cambiar la época de cosecha de las manzanas en esta región, se han introducido cultivares de maduración temprana que apenas se encuentran en proceso de evaluación (González *et al.*, 2005). Sin embargo, en la región se encuentra diseminada, de manera incipiente, una variedad de origen desconocido denominada localmente "Rayada" o 'Tempranera', de aceptables características sensoriales, cuyo principal atributo es presentar maduración temprana, en la que no se ha determinado el momento óptimo de cosecha. Esta variedad produce hasta cuatro frutos por racimo, lo que impide que éstos desarrollen uniformemente, situación que podría eventualmente corregirse mediante raleo. Como la efectividad del raleo está determinada por el cultivar (Calderón, 1987) y por factores del ambiente (Stopar, 1998; Greene, 2002), su efecto se puede estimar por medio de la evaluación de la calidad de los frutos en el árbol, en función de la carga de fruto en cada racimo (Volz y Ferguson, 1999).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del número de frutos por racimo y la época de cosecha sobre algunas características de calidad de la variedad 'Rayada' establecida en la Sierra de Querétaro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental y descripción del material vegetal

El trabajo se llevó a cabo en un huerto comercial de manzano, establecido en la comunidad de El Suspiro, Municipio de Cadereyta, Querétaro, a 8 km de la Comunidad de El Doctor. El clima predominante en la región es el templado húmedo (Cw, de acuerdo con García, 1988), con 12 °C de media anual en 2004, y 843 mm de precipitación anual, con 69 % de la precipitación entre los meses de junio y septiembre, época que coincide con el desarrollo y maduración del fruto (Comisión Nacional del Agua, 2005; Com. Personal)².

El huerto cuenta con 45 árboles adultos de la variedad 'Rayada,' de distintas edades, dispersos en el huerto, con una pendiente de alrededor de 30 %, establecidos en terrazas individuales e injertados sobre el portainjerto MM 111. 'Rayada' es de origen desconocido, del grupo de las variedades rojas, aparentemente introducida de EE. UU. por

braceros originarios de la región. El árbol es vigoroso y alcanza hasta 4 m de altura, de porte ligeramente inclinado, de hojas relativamente grandes y de color verde cenizo característico. El fruto es de chico a mediano (alrededor de 60 mm de diámetro), de color rojo claro, estriado, fondo verde-amarillo, de pulpa firme blanca, crujiente y jugosa, y de óptimas características gustativas. Su principal atributo es su maduración temprana, ya que se cosecha de mediados de julio a fines de agosto (Figura 1).

Manejo experimental

Durante el mes de mayo de 2004 se seleccionaron 10 árboles de distinto vigor de la variedad 'Rayada' con base en que la carga de los árboles fuera suficiente para los muestreos previstos. En las plantas seleccionadas se limpian y reforzaron las terrazas, se aplicó Benlate® (0.7 g L⁻¹ agua) para el control de roña (*Venturia inaequalis*), se colocaron trampas con melaza y Malathion® (2 g L⁻¹ agua) para el control de la mosca de la fruta (*Ragholetis* sp), y mallas antigranizo individuales de color negro después del amarre del fruto. En cada árbol seleccionado se muestraron cuatro grupos de doce frutos, de la siguiente manera: el primer grupo de 12 racimos, con un fruto por racimo; el segundo de seis racimos, con dos frutos por racimo; el tercero de tres racimos, con cuatro frutos por racimo; y el cuarto de cuatro racimos, con tres frutos por racimo. Esta selección se hizo siete veces en cada árbol, cada una correspondiente a una fecha de cosecha. Los cortes se llevaron a cabo semanalmente, a partir del 29 de junio de 2004. El total de frutos obtenidos por árbol fue, por tanto, de 336. En algunos árboles no hubo suficientes frutos en las últimas fechas de muestreo, principalmente de los correspondientes a cuatro frutos por racimo, por lo que se consideraron como datos perdidos.

Diseño del experimento

Se estableció un diseño bifactorial en bloques completos al azar con 10 repeticiones (1 árbol por repetición). Los factores fueron: número de frutos por racimo (1, 2, 3 y 4) y fecha de muestreo (junio 29, julio 6, 13, 20 y 27, agosto 3 y 10). La unidad experimental fue de 12 frutos.

Las variables evaluadas fueron: a) Peso unitario del fruto, en g ; b) Diámetro equatorial del fruto, en mm; c) Sólidos solubles totales (SST, en grados Brix), medidos con un refractómetro manual marca Atago (rango de 0 a 32 °Bx); d) Acidez total titulable (ATT), por titulación con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N, reportada en g L⁻¹ de ácido málico; e) Firmeza del fruto, medida en newtons (N) con un texturómetro Universal Xtrad TA-TX2 provisto de una sonda de 5 mm de diámetro, una distancia de penetración de 8 mm y una velocidad de descenso de 1 mm s⁻¹

¹ Iván Zavala del Ángel 2005. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. División de Estudios de Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro. 109 p.

² Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal en Querétaro, Hidalgo 293 Pte. Querétaro, Qro.



Figura 1. Árbol adulto de manzano cv. 'Rayada' establecido en Cadereyta, Qro. y sus frutos

para medir la resistencia a la penetración de la cáscara y la pulpa, y provisto de un disco de 50 mm, con una distancia de compresión de 5 mm y una velocidad de descenso de 1 mm s⁻¹ para medir la resistencia a la compresión; y e) Concentración de calcio, mediante digestión seca de 0.5 g de muestra y lectura en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer Analysis 100, en mg 100 g⁻¹ de peso fresco (PF).

Las fechas de muestreo se preestablecieron con base en las épocas típicas de maduración de la variedad 'Rayada'. Para todas las variables se aplicó el análisis de varianza de Fisher y la prueba de medias de Student, con el paquete estadístico "JMP" versión 4 (Castaño y Domínguez, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso, diámetro ecuatorial, sólidos solubles totales y acidez total

No hubo diferencias significativas para SST ni para ATT entre frutos por racimo (Cuadro 1), mientras que en sí las hubo entre fechas de corte y solamente en ATT hubo interacción significativa del número de frutos por racimo con la fecha de corte (Cuadro 2). Los valores de SST fueron cercanos a 11° Brix, que es el mínimo necesario para que una manzana roja pueda comercializarse en fresco, de acuerdo con la Norma Mexicana (NMX-FF-061-

SCFI-2003) (Cuadro 1). Aunque en este experimento se trabajó con racimos que no se sometieron a técnicas de raleo, los resultados coinciden con Zavala (*Opus cit.*¹) quien no obtuvo diferencias en esas dos variables en manzanas 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' sometidas a varias concentraciones de varios productos químicos y a raleo manual, a pesar de que Yuan y Greene (2000) mencionan que al disminuir la competencia entre frutos y la competencia de frutos con brotes vegetativos por metabolitos esenciales, incluidos los carbohidratos, se mejora la relación del número de hojas con los frutos por lo que se espera incrementar la concentración de sólidos solubles en estos últimos.

Cuadro 1. Efecto del número de frutos por racimo sobre el peso, diámetro ecuatorial del fruto, sólidos solubles totales (SST) y acidez total titulable (ATT) de manzana 'Rayada'.

Frutos por racimo	Peso del fruto (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	SST (°Brix)	ATT (g L ⁻¹ de ác. Málico)
1	102.6 a	64.0 a	11.2 a	6.98 a
2	77.9 b	58.5 b	11.3 a	6.86 a
3	64.7 c	54.6 c	10.9 a	7.04 a
4	70.8 bc	56.2 bc	10.6 a	6.74 a
F (DMS) ^a	52.8** (9.1)	40.1** (2.4)	2.46 ns (0.9)	1.83 ns (0.74)

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Student, 0.05).

^a Valores de "F", Diferencia mínima significativa (P ≤ 0.05).

** = Diferencia significativa (P ≤ 0.01); ns = No significancia.

Cuadro 2. Efecto de la fecha de corte sobre el peso y diámetro ecuatorial del fruto, sólidos solubles totales (SST) y acidez total titulable (ATT) de manzana 'Rayada'.

Fecha de corte	Peso del fruto (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	SST (°Brix)	ATT (g L ⁻¹ de ác. málico)
Junio 29	58.4 d	52.7 d	10.1 c	7.36 ab
Julio 6	71.9 c	56.8 c	10.3 bc	7.28 abc
Julio 13	74.5 c	57.5 c	11.0 abc	7.69 a
Julio 20	84.7 bc	59.1 bc	11.0 abc	6.36 cd
Julio 27	94.7 ab	63.0 a	11.4 ab	5.84 d
Agosto 3	101.6 a	64.4 a	11.6 a	6.66 bcd
Ago 10	97.1 ab	62.2 ab	11.2 abc	6.91 abc
F (DMS) ^a	32.4 ** (17.1)	10.2** (4.4)	3.93** (1.2)	11.84** (0.93)
I (N x F) ^b	0.88 ns	0.93 ns	1.48 ns	3.56 **

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Student, 0.05).

^aValores de "F", Diferencia mínima significativa (0.05).

^bInteracción (número de frutos por racimo x fecha de corte).

** = Diferencia significativa ($P \leq 0.01$); ns = No significancia.

El mayor peso se obtuvo con un solo fruto por racimo (102.6 g), mientras que con tres y cuatro frutos por racimo el peso promedio del fruto resultó inferior ($P \leq 0.05$) (64.7 y 70.8 g, respectivamente); algo similar ocurrió con el diámetro ecuatorial del fruto (64.0 mm vs. 54.6 y 56.2 mm). El incremento de tamaño se atribuye principalmente al aumento de superficie foliar con relación al número de frutos, lo que propicia un mayor aprovechamiento de los fotoasimilados producidos en las hojas (Link, 1998). Volz y Ferguson (1999) observaron en manzanas 'Braeburn' que los racimos con cuatro frutos presentaron un peso promedio inferior, comparado con racimos con uno, dos o tres frutos; además, los promedios de peso de fruto encontrados por estos autores (entre 90 y 130 g), fueron superiores a los obtenidos en este estudio, atribuible a la variedad y la condición de secano o temporal.

El diámetro promedio aquí obtenido con un fruto por racimo corresponde a la segunda categoría, mientras que los diámetros ecuatoriales del resto de los tratamientos corresponden a la tercera categoría y a lo que se denomina "canicas" (NMX-FF-061-SCFI-2003). Estos valores relativamente bajos pudieran deberse a que los frutos provienen de una huerta establecida bajo temporal y a que en esa zona las prácticas de cultivo con frecuencia se llevan a cabo deficientemente.

El mayor peso y el mayor diámetro ecuatorial se obtuvieron cuando se cosechó el 3 de agosto (101.6 g y 64.4 mm), fecha que probablemente coincide con la madurez fisiológica cuando el fruto adquiere su máximo volumen (Seymour *et al.*, 1993). Cuando la manzana se cosecha antes, a finales de junio o principios de julio, el fruto tiene

menor peso, probablemente debido a que se encuentra inmaduro. Después del 3 de agosto el fruto también reduce su, pues entra a una etapa de sobremaduración en la que se incrementa la deshidratación y la respiración (Seymour *et al.*, 1993).

Los SST se incrementan conforme se retrasa la fecha de corte; a partir del 13 de julio superan a 11° Brix. A medida que se aumentan los SST la ATT disminuye, lo que normalmente ocurre en cualquier fruto en proceso de maduración (Seymour *et al.*, 1993). La mayor relación SST/ATT se obtuvo en la cosecha del 27 de julio (1.95) seguida de la del 3 de agosto (1.74), por lo que estas fechas podrían ser las óptimas para la cosecha de manzana 'Rayada' en la región. Este hecho tiene una importancia comercial porque indica que esta manzana puede comercializarse antes que 'Golden Delicious' y 'Red Delicious' producidas en la región y, por supuesto, mucho antes que la manzana proveniente de otras zonas productoras de México, que entran al mercado a finales de agosto y durante septiembre y octubre.

Firmeza y contenido de calcio

La firmeza de los frutos registrada como la resistencia a la penetración de la cáscara y la pulpa, así como la resistencia a la compresión, no fue afectada por el número de frutos por racimo (Cuadro 3). El efecto del raleo natural y del número de frutos por racimo sobre la firmeza de la manzana no se han establecido con claridad, pues numerosos trabajos han reportado resultados frecuentemente contradictorios. Wismer *et al.* (1995) observaron una disminución en la firmeza en manzanas 'Empire' cuando aplicaron Carbaril a 1 mg g⁻¹, mientras que BA a 0.1 mg g⁻¹ no tuvo efecto. Elfving y Lougheed (1994) observaron una disminución en la firmeza de los frutos con la aplicación de BA a 0.05 mg g⁻¹, 0.1 y 0.15 mg g⁻¹. No obstante, Greene y Autio (1994) detectaron incrementos en la firmeza de manzanas 'McIntosh' tratadas con BA, lo que atribuyeron a la mayor cantidad de células presentes en los frutos raleados, como efecto del regulador de crecimiento aplicado.

El mayor contenido de calcio (Cuadro 3) se registró con un fruto por racimo (10.45 mg 100 g⁻¹ PF), valor que superó al de dos frutos por racimo (8.55 mg 100 g⁻¹ PF), lo que parecería lógico si se piensa que en la medida que existan más frutos por racimo habrá menor área foliar por fruto y, consecuentemente, se reduciría la asimilación de calcio en cada fruto. Sin embargo, la concentración de calcio presente en tres y cuatro frutos por racimo, no difirió estadísticamente de las de un fruto por racimo. Volz y Ferguson (1999) encontraron una reducción en la concentración de calcio de manzanas 'Braeburn', de 8.3

mg 100 g⁻¹ PF con un fruto por racimo a 5.3 mg 100 g⁻¹ PF con cuatro frutos por racimo establecidos de manera natural. Las concentraciones de calcio obtenidas por estos autores en otro cultivar y otra región son menores a las encontradas en el presente trabajo.

Cuadro 3. Efecto del número de frutos por racimo sobre las variables de firmeza consideradas y el contenido de calcio de manzana 'Rayada'.

Frutos por racimo	Resistencia a la penetración (N)		Resistencia a la compresión (N)	Calcio (mg 100 g ⁻¹ PF)
	Cáscara	Pulpa		
1	16.5 b	6.7 a	146.1 a	10.45 a
2	16.8 ab	7.6 a	141.1 a	8.57 b
3	16.7 ab	7.0 a	148.0 a	9.89 ab
4	17.5 a	7.3 a	150.2 a	9.79 ab
F (DMS) [†]	1.50 ns (0.9)	1.21 ns (1.5)	2.2 ns (14.1)	3.8* (1.57)

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Student P ≤ 0.05).

[†]Valores de "F", Diferencia mínima significativa (P ≤ 0.05).

* = Diferencia significativa (P ≤ 0.05); ns = No significancia.

La resistencia a la compresión de los frutos disminuyó en la medida que se retrasó la fecha de corte (Cuadro 4), lo cual no fue evidente para las otras variables de firmeza. Esta disminución se debe a que durante la maduración de los frutos ocurre degradación de las sustancias pécticas a partir de enzimas específicas (Seymour *et al.*, 1993). Por el contrario, aunque las concentraciones de calcio difirieron significativamente entre fechas de corte, no se observó tendencia alguna a aumentar o disminuir en función de la fecha de corte o de la firmeza de los frutos.

Solamente en calcio hubo interacción significativa de frutos por racimo con fecha de corte. Los mayores contenidos de este nutriente se presentaron en los frutos que se encuentran solos en los racimos, con el mayor valor para el 13 de julio (Figura 2). El caso opuesto ocurre con cuatro frutos por racimo. Con dos y tres frutos por racimo se obtienen valores intermedios, con líneas que se cruzan en ciertas fechas, lo que parece indicar que la significancia de la interacción se debe a la fecha de corte.

CONCLUSIONES

El bajo número de frutos por racimos induce un incremento significativo en el peso y el diámetro equatorial del fruto de manzana 'Rayada' establecida bajo temporal en la Sierra de Querétaro. El máximo tamaño se obtiene con un solo fruto por racimo y cuando se cosecha el 3 de agosto, aunque este tamaño corresponde a la segunda categoría de acuerdo con la norma mexicana para comercializar en fresco.

Cuadro 4. Efecto de la fecha de corte sobre las variables de firmeza consideradas y el contenido de calcio de manzana 'Rayada'.

Fecha de corte	Resistencia a la penetración (N)		Resistencia a la compresión (N)	Calcio (mg 100 g ⁻¹ PF)
	Cáscara	Pulpa		
Junio 29	18.4 a	7.7 a	167.7 a	10.87 a
Julio 6	17.9 ab	7.3 a	168.0 a	8.17 b
Julio 13	16.6 bcd	6.6 a	165.8 a	10.75 a
Julio 20	17.0 bc	7.2 a	135.0 b	8.59 b
Julio 27	15.4 e	7.6 a	115.0 c	10.82 a
Agosto 3	15.5 de	6.6 a	118.1 c	9.11 ab
Ago 10	16.1 cde	7.2 a	119.5 bc	8.22 b
F (DMS) [†]	15.0** (1.1)	0.59 ns (2.1)	50.3 ** (14.3)	8.1 ** (1.88)
I (N x F) ^{††}	0.59 ns	0.93 ns	0.94 ns	4.72 **

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Student, 0.05).

[†]Diferencia mínima significativa.

^{††}Interacción (número de frutos por racimo x fecha de corte).

** = Diferencia significativa (P ≤ 0.01); ns = No significancia.

El número de frutos por racimo no afectó el contenido de SST y la ATT. El contenido de azúcar en las manzanas producidas en la región es el suficiente para comercializarlas en fresco con base en la norma mexicana.

La mejor época para cosechar la manzana 'Rayada' en la Sierra de Querétaro es a fines de julio y principios de agosto, que es cuando la fruta alcanza el máximo tamaño y la mayor relación azúcar/acidez. La máxima concentración de calcio se obtiene con un fruto por racimo a mediados de julio, pues hay interacción significativa con la fecha de corte.

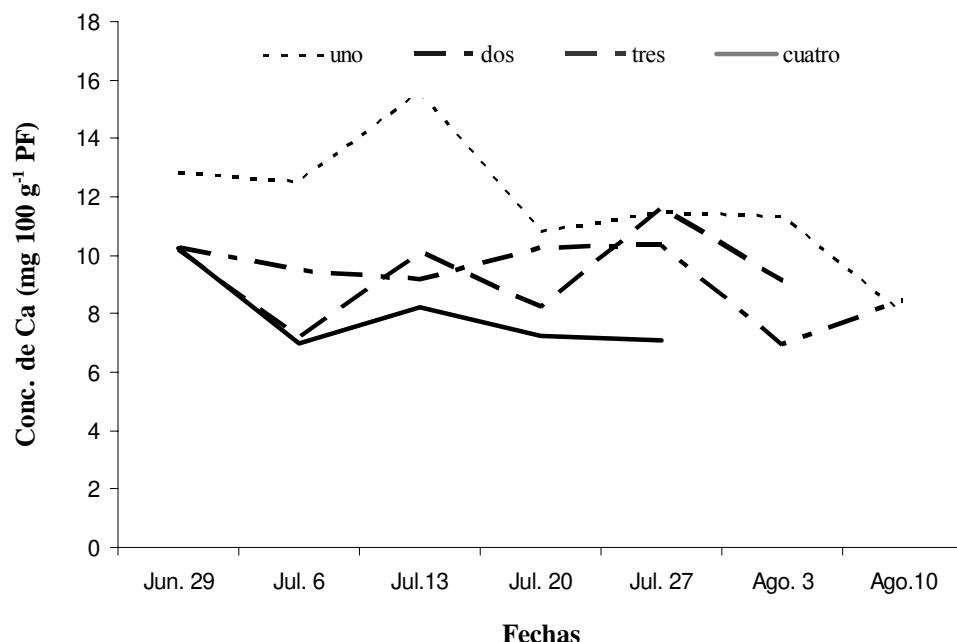


Figura 2. Dinámica de la concentración de calcio en función del número de frutos por racimo, en las distintas fechas de corte de frutos de manzana 'Rayada'.

BIBLIOGRAFÍA

- Calderón E (1987)** Fruticultura General. 3a ed. Limusa. México. pp: 100-186.
- Castaño T E, D J Domínguez (2001)** Experimentos para el Desarrollo y Mejora Industrial. Jit Press. México. 312 p.
- García E (1988)** Modificaciones a la Clasificación Climática de Köppen. 4a ed. Instituto de Geografía, UNAM. México. 217 p.
- Elfving D C, E C Lougheed (1994)** Storage responses of "Empire" apples to benzyladenine and other chemical thinners. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:253-257.
- González H A, M R Fernández, A F Rumayor, T E Castaño, R Martínez-Peniche (2005)** Diversidad genética en poblaciones de manzano en Querétaro, México revelada por marcadores RAPD. *Rev. Fitotec. Mex.* 28:83-91.
- Greene D W (2002)** Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *Hort. Sci.* 37:477-480
- Greene D W, W R Autio (1994)** Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type 'Delicious' apples. *Hort. Sci.* 29:887-890.
- Link H (1998)** Effects of thinning in a long-term trial with six apple cultivars on yield and fruit size. *Acta Hort.* 466:59-64
- Marini R P (2001)** Estimating mean fruit weight and mean fruit value for apple trees: comparison of two sampling methods with the true mean. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:503-510.
- SMX-FF-061-SCFI (2003)** Fruta fresca - Manzana (*Malus pumila* Mill) – Especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero del 2003.
- SAGARPA (2005)** Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (www.siap.sagarpa.gob.mx). Fecha de consulta: Enero 2005.
- Seymour G B, J E Taylor, G A Tucker (1993)** Biochemistry of Fruit Ripening Chapman & Hall. London, England. pp:327-341.
- Stopar M (1998)** Apple fruitlet thinning and photosynthate supply. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73:461-466.
- Stover E, M Fargione, R Risio, X Yang (2002)** Crop load reduction and fruit size following multi-step thinning of 'Empire' apple. *Hort. Sci.* 37:130-133.
- Volz R K, I B Ferguson (1999)** Flower thinning method affects mineral composition of 'Braeburn' and 'Fiesta' apple fruit. *J. Hort. Sci. Biotech.* 74:452-457.
- Westwood N M (1993)** Temperate-Zone Pomology. 3rd ed. Timber Press. Singapur. pp:65-425.
- Wismer P T, J T A Proctor, D C Elfving (1995)** Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:802-807.
- Yuan R, W D Greene (2000)** Benzyladenine as a chemical thinner for 'McIntosh' apples. I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and non-structural carbohydrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:169-176.