

# NOTAS BREVES

## EVOLUCION ESTACIONAL EN LA FORMA DE LOS FRUTOS DE MANZANO CV. RED DELICIOUS<sup>1</sup>

### Seasonal changes in the shape of Red Delicious apple fruits

Patricia Garriz I.<sup>2</sup>, Marcela del Egado R.<sup>2</sup>, Alejandra Bartusch Z.<sup>2</sup> y Armando Alvarez A.<sup>2</sup>

#### SUMMARY

Seasonal changes on fruit shape were studied in apple trees (*Malus domestica* Borkh. cultivar Red Delicious) during three growing seasons (1986/87, 1988/89 and 1989/90) in the Alto Valle region, Río Negro, Argentina. Maximum, mean and minimum temperatures for the same periods were also analyzed. Shape variation as a function of time was hyperbolic and it fitted the equation  $Y = 0,8679 + 4,1480 \times 1/X^2$  ( $Y$  = Length/Diameter ratio,  $X$  = weeks after full bloom) for the three seasons. The L/D ratio decreased substantially during the initial weeks of growth and it became relatively stable 100 days after full bloom; the value was 0,87 at harvest time, which corresponded to an appropriate fruit shape, according to the market requirements. Elongated fruits were characteristic of seasons with lower minimum temperatures throughout the growth period. High negative correlation coefficients were obtained between the L/D ratio and the inverse values of the square accumulated temperatures (day-degrees above 5 °C).

**Key words:** apple, fruit shape, growth, temperatures.

#### INTRODUCCION

La primera relación que se establece con el fruto es la visual, tanto en el momento de la compra como en el de consumo. En la primera, hay una apreciación general del fruto que tiene en cuenta la forma, la existencia del pedúnculo, la presencia de defectos, el color, etc. (Delhom, 1986).

En el caso particular de las manzanas rojas del grupo Delicious, el consumidor las asocia con una forma alargada dada por el desarrollo de los lóbulos calicinales.

Si bien el tamaño y forma de los frutos de una especie están determinados genéticamente, ambos caracteres pueden sufrir modificaciones dentro de los límites bastante amplios para el mismo genotipo

en respuesta a diversos factores, tanto internos (número y distribución de semillas dentro del fruto) como externos (luz unilateral, temperatura, etc.) (Luckwill, 1959).

Según Razeto (1987), la fruta presenta mejor forma y sabor bajo condiciones relativamente frescas y a medida que aumenta la latitud y altitud.

El conocimiento del período durante el cual ocurren los cambios en la forma de los frutos y del momento a partir del cual ésta se estabiliza, es importante para la realización de prácticas culturales como el raleo o la aplicación de productos hormonales, que pueden modificar esta variable de significativo valor económico.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la evolución estacional de la forma de los frutos de manzano, cv. Red Delicious en el Alto Valle de Río Negro, Argentina, relacionando los resultados con las temperaturas imperantes en cada temporada de estudio.

#### MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en la Chacra Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias

<sup>1</sup>Recepción de originales: 20 de mayo de 1991.

Trabajo subsidiado por la Secretaría de Investigación de la Universidad Nacional de Comahue, Argentina:

Los autores desean agradecer a la Ing. Agr. Juliana Gastlazoro de la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.C., por la provisión de los datos climáticos.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, Casilla Correo 85, 8303 Cinco Saltos, R. N., Argentina.

(UNC) en Cinco Saltos, Río Negro (latitud -38° 56', longitud -67° 59', altitud 280 m.s.n.m.), Argentina, en manzanos del cv. Red Delicious, durante las siguientes temporadas:

- 1986/87: con árboles de 24 años de edad, sobre portainjertos EM4, raleados manualmente.
- 1988/89: con árboles de 21 años de edad, injertados sobre Northern Spy, sometidos a un raleo químico con Carbaryl 85% (l-naftil N-metil carbamato) a la dosis de 120 g/100 L de agua.
- 1989/90: con árboles de 21 años de edad, sobre portainjertos EM4, raleados en forma manual.

Las plantas, distanciadas a 6 x 4 m y conducidas en forma tradicional o de monte libre, fueron sometidas a las prácticas culturales (poda, riego, fertilización y controles sanitarios), habituales en la zona. Se eligieron al azar 5 árboles en cada temporada y se cosecharon semanalmente 4 frutos, provenientes de la flor central de la inflorescencia, en las distintas orientaciones de cada árbol y a una altura aproximada de 2 m del suelo, desde los 16 hasta los 160 días después de plena floración (DDF), o sea alrededor de tres semanas después de la fecha de autorización del inicio de cosecha.

Se empleó un calibre para determinar los diámetros longitudinal y transversal de los frutos y se calculó la relación largo- diámetro (L/D), que permite evaluar la variación relativa de la forma de los frutos.

Durante las temporadas estudiadas, se registraron las temperaturas máxima, media y mínima en la Estación Meteorológica de la Chacra Experimental y se determinaron los promedios semanales.

Se efectuaron los análisis de regresión y correlación y las pruebas de hipótesis para comparar los parámetros analizados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Cambios estacionales en la forma de los frutos

La Figura 1 muestra la relación L/D en función del tiempo, desde floración hasta la cosecha, en las tres temporadas de estudio; las curvas fueron de tipo hiperbólico, similares a las obtenidas en un estudio previo en el cultivar Granny Smith (Garriz, 1988).

Los frutos fueron relativamente más alargados al comienzo de la estación de crecimiento, y se registró una marcada disminución en la relación L/D hasta lograrse una estabilización de esta variable a las 14

semanas después de plena floración, o sea, alrededor de 100 días después de plena floración (DDF); se sugiere que a partir de esa fecha el crecimiento resultó de un aumento en la misma proporción en los dos ejes del fruto. Shaw (1914), determinó que la forma del fruto se establecía a los 16 DDF; sin embargo, Westwood (1962) mostró que los cambios en la forma de los frutos tenían lugar entre los 60 y 100 DDF. Los resultados obtenidos, en las condiciones de nuestro estudio, apoyan la última conclusión.

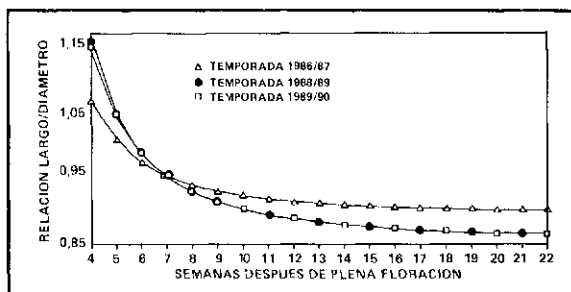


FIGURA 1. Cambios estacionales en la relación largo/diámetro de los frutos de manzano durante las temporadas 1986/87, 1988/89 y 1989/90, obtenidos por resolución de las ecuaciones correspondientes.

FIGURE 1. Seasonal changes in the length/diameter ratio of apple fruits during the 1986/87, 1988/89 and 1989/90 growing periods, obtained by resolution of the corresponding equations.

La evolución estacional de la forma de los frutos se ajustó a la función (1), que es representativa de las tres temporadas estudiadas. Las fórmulas (2), (3) y (4) corresponden a las temporadas 1986/87, 1988/89 y 1989/90, respectivamente.

$$Y = 0,8680 + 4,1480 \times 1/X^2 \quad r = -0,93 \quad (1)$$

$$Y = 0,8953 + 2,7990 \times 1/X^2 \quad r = -0,90 \quad (2)$$

$$Y = 0,8540 + 4,8509 \times 1/X^2 \quad r = -0,97 \quad (3)$$

$$Y = 0,8554 + 4,7752 \times 1/X^2 \quad r = -0,99 \quad (4)$$

donde:

r = coeficiente de correlación

Y = relación L/D

X = semanas después de plena floración.

Se realizaron los test de hipótesis asociados a la comparación de las ecuaciones correspondientes a las tres temporadas estudiadas, considerando al modelo poblacional  $Y = \alpha + \beta \times 1/X$ .

El Cuadro 1 muestra los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  (estimadores de  $\alpha$  y  $\beta$ , respectivamente), para las ecuaciones de las tres temporadas. Los resultados obtenidos permiten concluir que la forma final de los frutos, determinada matemáticamente por  $\alpha$ , fue

significativamente más alargada en la temporada 1986/87, que en las dos posteriores, no encontrándose diferencias entre las últimas ( $P \geq 0,05$ ).

**CUADRO 1. Comparación de los estimadores de los parámetros (a y b) del modelo que representa los cambios estacionales en la forma de los frutos**

**TABLE 1. Comparison between the parameter estimates (a y b) of the model representing the seasonal changes in fruit shape**

Temporada	Ecuación	a <sup>1</sup>	b <sup>1</sup>
1986/87	$Y = 0,8953 + 2,7990 \times 1/X^2$	0,895a	2,799a
1988/89	$Y = 0,8539 + 4,8509 \times 1/X^2$	0,854b	4,850b
1989/90	$Y = 0,8554 + 4,7752 \times 1/X^2$	0,855b	4,775c

<sup>1</sup>Los números dentro de cada columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \geq 0,05$ ).

La Figura 2 a, b y c, presenta los cambios en la forma del fruto en función del tiempo obtenida por resolución de la ecuación (1), donde puede apreciarse que la relación L/D en la fecha de cosecha fue 0,87, valor considerado como apropiado de acuerdo a los requerimientos del mercado. En estudios similares, realizados en Oregon, Estados Unidos, con el cultivar Delicious, la relación L/D durante el período de estabilización fue 0,87 (Westwood, 1962).

**Influencia de la temperatura**

La Figura 3 muestra la evolución de los promedios semanales de las temperaturas medias, mínimas y máximas, respectivamente, para las tres temporadas.

Se realizaron los análisis comparativos entre la relación L/D y las series asociadas a las temperaturas, obteniéndose las más altas correlaciones entre la primer variable y las temperaturas acumuladas (grados-día por encima de los 5 °C), convenientemente transformadas. Las ecuaciones promedio de las tres temporadas fueron las siguientes:

$$Y = 0,8781 + 48.590,0519 \times 1/X_1^2 \quad r = -0,94 \quad (5)$$

$$Y = 0,8811 + 9.788,3480 \times 1/X_2^2 \quad r = -0,93 \quad (6)$$

$$Y = 0,8759 + 109.301,1108 \times 1/X_3^2 \quad r = -0,93 \quad (7)$$

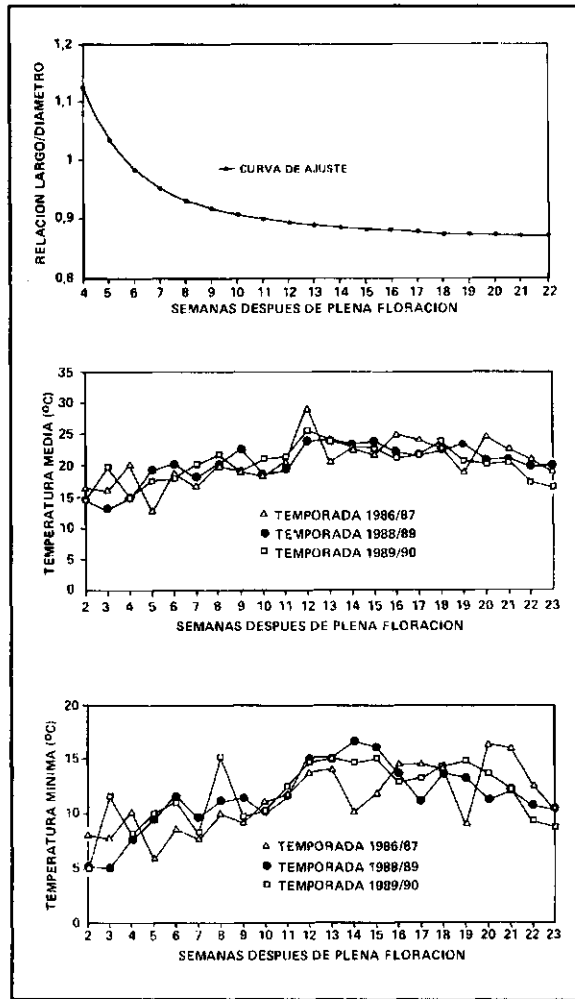


FIGURA 2. Cambios estacionales en la relación largo/diámetro de los frutos de manzano, obtenidos por resolución de la respectiva ecuación, representativa de las tres temporadas.

FIGURE 2. Seasonal changes in the length/diameter ratio of apple fruits, obtained by resolution of the corresponding equation, representative of the three periods.

donde:

- Y = relación L/D
- X<sub>1</sub> = temperatura media acumulada
- X<sub>2</sub> = temperatura mínima acumulada
- X<sub>3</sub> = temperatura máxima acumulada

La relación entre la forma del fruto y las temperaturas acumuladas mostró una tendencia hiperbólica, en concordancia con resultados informados previamente (Bartusch, 1989).

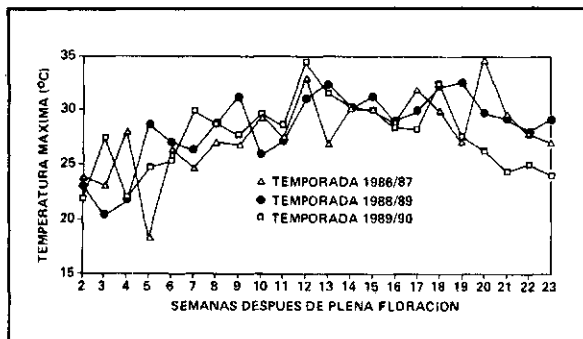


FIGURA 3. Promedios semanales de las temperaturas medias (a), mínimas (b) y máximas (c) durante las temporadas 1986/87, 1988/89 y 1989/90.

FIGURE 3. Weekly average mean (a), minimum (b) and maximum (c) temperatures during the 1986/87, 1988/89 and 1989/90 seasons.

En la Figura 4 se muestra la representación gráfica de las ecuaciones de regresión entre las temperaturas mínimas acumuladas a partir de la fecha de plena floración y el tiempo en semanas para las tres temporadas. En 1986/87, las temperaturas mínimas acumuladas fueron significativamente menores que en 1988/89 y 1989/90, no encontrándose diferencias entre las estas últimas ( $P \geq 0,05$ ) (Cuadro 2).

La comparación de los cuadros 1 y 2 permite concluir que la forma más alargada de los frutos tuvo lugar en la temporada con menores temperaturas mínimas durante todo el período de crecimiento.

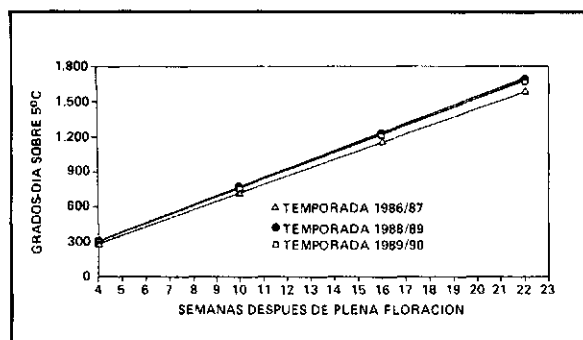


FIGURA 4. Cambios en las temperaturas mínimas acumuladas con el tiempo para las temporadas 1986/87, 1988/89 y 1989/90, obtenidos por resolución de las ecuaciones correspondientes.

FIGURE 4. Changes in minimum accumulated temperatures with time for 1986/87, 1988/89 and 1989/90 seasons, obtained by resolution of the corresponding equations.

Según un estudio realizado por Westwood y Burkhart (1968), los frutos obtenidos en regiones con días templados y despejados y noches frías, fueron más cónicos y alargados que los que crecieron en zonas calurosas y con noches templadas. Razeto (1987) informó que las temperaturas primaverales demasiado elevadas inducían una forma más achatada, particularmente en las variedades Delicious rojas.

**CUADRO 2. Ecuaciones de regresión entre las temperaturas mínimas acumuladas en grados-día sobre 5 °C (Y) y las semanas después de plena floración (X) para las tres temporadas**

**TABLE 2. Regression equations between the accumulated minimum temperatures in day-degrees above 5 °C (Y) and the weeks after full bloom (X) for the three seasons.**

Temporada	Ecuación	r	Pendiente <sup>1</sup>
1986/87	$Y = 71,8132 \times X$	0,99	71,8132a
1988/89	$Y = 76,9087 \times X$	0,99	76,9087b
1989/90	$Y = 75,9254 \times X$	0,99	75,9254b

<sup>1</sup>Los números dentro de la columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente ( $P \geq 0,05$ ).

Se ha establecido, además, que ciertos factores no climáticos inducen frutos alargados: los patrones vigorosos, el raleo fuerte y precoz y la posición central en la inflorescencia (Westwood y Blaney, 1963). El tratamiento con ácido giberélico (AG) y algunas citocininas da lugar a frutos más alargados (Williams y Stahly, 1969). La aplicación de AG<sub>3</sub> junto con bencil-adenina sobre manzanos Delicious en floración, induce la forma típica que los consumidores asocian con los frutos de esta variedad. Las manzanas tratadas, son más alargadas, con lóbulos calicinales prominentes, al ser afectada la división y expansión celular que tiene lugar en los frutos durante un período relativamente breve (American Fruit Grower, 1979).

Se proyecta continuar los estudios sobre la relación entre la forma del fruto y los factores climáticos, a fin de confirmar estos resultados y considerarlos en futuras evaluaciones de reguladores de crecimiento, para la obtención de frutos con el aspecto y calidad requeridos por los mercados.

## RESUMEN

Se estudió la evolución estacional de la forma de los frutos de manzano (*Malus doméstica* Borkh. cv. Red Delicious) durante las temporadas 1986/87, 1988/89 y 1989/90, en la región del Alto Valle, Río Negro, Argentina. También fueron analizadas las variaciones en las temperaturas máxima, media y mínima en cada temporada de estudio.

La curva que representó la variación de la forma de los frutos en función del tiempo fue de tipo hiperbólico y se ajustó a la ecuación  $Y = 0,8679 + 4,1480 \times 1/X^2$  (Y = relación Largo/Diámetro, X = semanas después de plena floración), para las tres temporadas estudiadas. La relación L/D disminuyó sustancialmente durante las primeras semanas del crecimiento del fruto y alcanzó un valor relativamente

estable a los 100 días después de plena floración; en la fecha de cosecha, el valor fue 0,87, correspondiente a una forma de fruto apropiada según los requerimientos del mercado.

Los frutos más alargados predominaron en las temporadas con menores temperaturas mínimas a lo largo de la estación de crecimiento. Se obtuvieron altos coeficientes negativos de correlación lineal entre la relación L/D y la inversa de los cuadrados de las temperaturas acumuladas (grados-día por encima de 5 °C).

**Palabras claves:** manzana, forma del fruto, crecimiento, temperaturas.

## LITERATURA CITADA

- AMERICAN FRUIT GROWER. 1979. Shaping up Delicious. Feb. 1979. p.: 20.
- BARTUSCH, A.M. 1989. Cinética del crecimiento de frutos de manzano cv. Red Delicious en el Alto Valle de Río Negro. Informe presentado como requisito de la Beca otorgada por la Secretaría de Investigación, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén. 15 p.
- DELHOM, M.J. 1986. La calidad de la fruta. Primer Curso Internacional sobre Patología de Poscosecha, Dirección General de Cooperación Técnica Internacional, Ministerio de Asuntos Exteriores de España y Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue, Cinco Saltos. 15 p.
- GARRIZ, P.I. 1988. Dinámica del crecimiento de los frutos del manzano cv. Granny Smith. Revista de la Corporación de Productores de Fruta de Río Negro Nº. 32. p.: 122-132.
- LUCKWILL, L.C. 1959. Factors controlling the growth and form of fruits. Journal of the Linnean Society of London 56 (366): 249-301.
- RAZETO, M.B. 1987. Requerimientos de clima, suelo y fertilización. Curso sobre Tecnología de Producción de Manzanos, Departamento Agroindustrial Fundación Chile, Santiago, 26 al 28 de mayo de 1987. 3 p.
- SHAW, J.K. 1914. A study of variation in apples. Mass. Agr. Exp. Sta. Bull. p.: 149.
- WESTWOOD, M.N. 1962. Seasonal changes in specific gravity and shape of apple, pear, and peach fruits. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 80: 90-96.
- WESTWOOD, M.N. and BLANEY, L.T. 1963. Non-climatic factors affecting the shape of apple fruits. Nature 200: 802-803.
- WESTWOOD, M.N. and BURKHART, D.J. 1968. Climate influences shape of Delicious. American Fruit Grower 88: 86.
- WILLIAMS, M.N. and STAHLY, E.A. 1969. Effect of cytokinins and gibberelins on shape of Delicious apple fruits. J. Am. Soc. Hort. Sci. 94: 17-18.