

# CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE TRES VARIEDADES DE MANZANAS CULTIVADAS EN LA REGIÓN CENTRO-ESTE DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

SEIPEL, M.<sup>1</sup>; PIROVANI, M. E. <sup>1</sup>; GÜEMES, D. R.<sup>1</sup>;

GARIGLIO, N. F.<sup>2</sup> & PIAGENTINI, A. M.<sup>1</sup>

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar las características físicoquímicas de los frutos de tres variedades de manzana (“Caricia”, “Eva” y “Princesa”) de bajos requerimientos de frío cultivadas en la región centro-este de la provincia de Santa Fe. Se determinó peso y diámetro, color de piel y pulpa, firmeza, jugosidad, pH, acidez, sólidos solubles y contenido de fenoles totales en pulpa y piel. Las tres variedades presentaron tamaño mediano, con el 43-53% de color rojo en la piel. “Caricia” fue la de mayor tamaño y acidez. “Eva” presentó el mayor contenido de sólidos solubles y, junto a “Caricia”, el mayor contenido de fenoles en pulpa. “Princesa” fue la de mayor firmeza y jugosidad. Las tres variedades presentaron valores de sólidos solubles, acidez, pH y contenido de fenoles en pulpa en el rango de los obtenidos para variedades comerciales provenientes de climas fríos.

*Palabras claves:* *Malus domestica* Borkh, calidad de fruta, fenoles totales.

## SUMMARY

### **Physicochemical characteristics of the fruits of three apple varieties cultivated in the center-east region of Santa Fe (Argentina).**

The objective of this work was to determine the physicochemical characteristics of the fruits of three low cold requirement apple varieties cultivated in the central-east region of Santa Fe (Argentina). Fruit weight and diameter, skin and pulp colour, firmness, juiciness, pH, acidity, soluble solid content, and skin and pulp total phenolic content were determined. Fruits of the three varieties were of medium size with 43-53% of red colour on skin. “Caricia” had bigger size and higher acidity values. “Eva” and “Caricia” showed higher total phenolic content, and “Eva” had higher soluble solid

---

1.- Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. 1° de Mayo 3250. (3000) Santa Fe.

2.- Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe.

Manuscrito recibido el 16 de diciembre de 2008 y aceptado para su publicación el 6 de abril de 2009.

content. “Princesa” presented the best firmness and juiciness values. The three varieties showed values of soluble solid content, acidity, pH and pulp phenolic content in the same range found for varieties belonging to cold climate.

*Key words:* *Malus domestica* Borkh, fruit quality, total phenolic content.

## INTRODUCCIÓN

La manzana (*Malus domestica* Borkh) es una fruta que goza de una larga historia y siempre se la ha relacionado con la buena salud. Su composición la hace una de las frutas más completas desde el punto de vista de la nutrición. Es rica en sales minerales como potasio, fósforo, calcio y hierro, en vitaminas A, B, C, E, niacina y azúcares, principalmente glucosa y fructosa. El contenido en fibra de la manzana, y principalmente la pectina, se considera beneficioso para las funciones gastrointestinales, a la vez que ayuda a equilibrar el nivel de azúcar en la sangre y el colesterol. Recientes investigaciones han indicado que las manzanas contienen niveles elevados de compuestos biológicamente activos que actúan como antioxidantes y pueden ayudar a proporcionar protección contra las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Entre estos compuestos, conocidos como fitoquímicos, se encuentran los compuestos fenólicos (Dobrzanski *et al.*, 2006). Los fenoles, además, son los responsables de uno de los principales cambios en el color que se producen en la pulpa cuando la fruta es sometida a algún daño físico como el corte, el pardeamiento enzimático. Para que esta reacción ocurra, además de la presencia de los compuestos fenólicos, son necesarios el oxígeno y las enzimas polifenoloxidasas (PPO). Por lo tanto, como esta reacción se pone de manifiesto principalmente en productos procesados, para obtener los aspectos positivos de los compuestos fenólicos sin el

pardeamiento indeseable, se deberán seleccionar aquellas variedades con alta concentración de compuestos fenólicos y baja actividad de PPO (Chang *et al.*, 2000).

La manzana es una de las frutas más ampliamente cultivadas. En 2007, la producción mundial de manzana fresca fue de 47 millones de toneladas, liderada por China con más del 50%. Argentina produce alrededor de un millón de toneladas de manzanas, principalmente en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, y en el Valle Medio del Río Negro, que concentran el 80% de la producción. El resto se genera en el Valle de Uco (Mendoza) y otras zonas de menor relevancia como 25 de Mayo (La Pampa) y el Valle del Tulum (San Juan) (Bruzzone, 2008).

Existen más de 7500 variedades conocidas de manzanas. En Argentina, el 65% de la cosecha de manzana corresponde a la variedad “Red Delicious” y sus clones; el 15% corresponde a “Gala” y sus clones, coincidiendo este porcentaje para “Granny Smith”. El 5% restante se reparte entre “Pink Lady”, “Rome Beauty”, “Golden Delicious”, “Fuji” y “Braeburn”. Aunque aún es incipiente, se registra un proceso de cambio varietal como respuesta a las preferencias del mercado mundial (Bruzzone, 2008).

La principal limitación para el cultivo del manzano en regiones más templadas de Argentina era el requerimiento de horas de frío. El manzano necesita de un período mínimo de frío durante el año, para la ruptura de la dormición, esto es, para iniciar un nuevo ciclo vegetativo en la primavera (Dobrzanski *et*

al., 2006). Las variedades menos exigentes originariamente necesitaban de un mínimo de 700 horas de frío por año. Pero como resultado de un trabajo de mejoramiento genético, ya existen variedades con exigencias menores a las 400-500 horas de frío como “Caricia”, “Eva” y “Princesa”. Estas variedades se están comenzando a difundir en la zona noreste de Argentina como una alternativa productiva para la región, similarmente a lo ocurrido con durazno (Páez Morón, 2003; Bonazzola *et al.*, 2007; Ortiz de Zárate *et al.*, 2007). Dichas variedades tienen la ventaja de que se cosechan en verano, pero antes que las de otras regiones, época en que disminuye la oferta de manzanas provenientes del sur del país (Río Negro y Neuquén).

Los consumidores de manzanas tienen en cuenta la frescura, la jugosidad, el buen sabor y aroma, y color de piel agradable de las frutas. Desde el punto de vista comercial, los criterios más importantes se basan en la evaluación de la firmeza, coloración y tamaño de las manzanas (Dobrzanski *et al.*, 2006). Pero debe tenerse en cuenta que cada variedad de manzana posee características particulares relacionadas con la adaptación y requerimientos de frío, vigor de la planta, y conservación de sus frutos, resistencia a enfermedades y necesidades de manejo. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue determinar las características fisicoquímicas de los frutos de tres variedades de manzanas de bajo requerimiento de horas de frío (“Caricia”, “Eva” y “Princesa”) cultivadas en la región centro-este de la provincia de Santa Fe.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos provenientes de plantas de manzano (*Malus domestica* Borkh) de las variedades “Caricia”, “Eva” y “Prince-

sa”, cultivadas en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (CECIF) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral en la localidad de Esperanza, Santa Fe (60°50'O, 31°25'S). Se utilizaron plantas de 5 años de edad, injertadas sobre pie restrictivo “M9” en un marco de plantación de 4 x 2 m, conducidas como palmeta horizontal apoyada, y cultivadas sobre suelo Argiudol típico, con riego por goteo complementario y fertirrigación.

El raleo de frutos se realizó en forma manual a los 30 días posteriores a la caída de los pétalos. Se procuró una distribución uniforme de los frutos, teniendo en cuenta el diámetro basal de las ramas principales para el ajuste de la carga de frutos por planta.

### Procedimiento

El momento de la cosecha se determinó utilizando como indicador el Índice de Almidón, de acuerdo a la coloración alcanzada por la pulpa de la manzana cuando es rociada con una solución de yoduro de potasio (8,8 g/l). Se utilizó una escala de 1 a 9, adaptada de Chu (2000) para las variedades utilizadas en este ensayo.

De una población de 15 plantas de cada variedad, periódicamente se extrajeron al azar 20 frutos para cada variedad. Cuando el Índice de Almidón alcanzó el valor de 4, se cosecharon al azar 25 frutos por planta y variedad, las que se trasladaron hasta el Instituto de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral, en la ciudad de Santa Fe. El traslado se realizó el mismo día de la cosecha y a temperatura ambiente. Allí se midió el diámetro de cada fruto en la zona ecuatorial, utilizando un calibre y se les determinó el peso fresco. Posteriormente, se determinaron los atributos fisicoquímicos que se detallan a continuación.

### **Determinaciones**

**Porcentaje de color rojo:** Proporción de superficie de la piel cubierta por el color rojo. Estimada sobre cada fruto (25 frutas por variedad) por consenso entre los evaluadores.

**Color:** Se utilizó un espectrofotómetro Minolta CM-508d (iluminante D65, 10°, componente especular excluido), midiendo los valores CIE  $L^*a^*b^*$  y calculando también los parámetros ángulo de tono ( $h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ) y croma o saturación ( $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ). El parámetro  $L^*$  mide el grado de luminosidad (100: blanco; 0: negro);  $a^*$  indica el grado de componente rojo o verde ( $a^* > 0$ : rojo;  $a^* < 0$ : verde) y  $b^*$  el grado de componente amarillo o azul ( $b^* > 0$ : amarillo  $b^* < 0$ : azul). El ángulo de tono puede tomar valores entre 0° para el rojo, 90° para el amarillo y 180° para el verde. En cuanto al croma, mayor valor significa mayor vivacidad o intensidad del tono.

Las medidas se realizaron sobre la piel y pulpa de cada fruta (10 frutas por variedad). Sobre la piel, se evaluó en 2 zonas de cada fruto (zona roja y zona amarilla del fruto). El color de la pulpa se evaluó sobre la fruta recién cortada.

**Firmeza:** Se determinó sobre la fruta sin piel (se remueve un disco de piel de aproximadamente 2-3 cm de diámetro con un cuchillo), utilizando un penetrómetro Penefel DFT 14 (Digital Firmness Tester, Agro-Technologie, Francia) con una punta de 11 mm de diámetro, expresándose los resultados en N. Se realizaron 2 medidas por fruta, evaluándose 10-15 frutas por variedad.

**Jugosidad:** Se extrajo el jugo de 5-10 manzanas por variedad, peladas y descorazonadas con una juguera centrífuga de mesa, expresándose los resultados en [g de jugo/100 g de pulpa].

**Sólidos solubles y pH:** La determinación de los sólidos solubles de la pulpa de cada

fruto se realizó con un refractómetro portátil digital PAL-ALFA (Atago, Tokio, Japón) y para la medición del pH se utilizó un pHmetro Cardy Twin B-113 (Horiba Ltd, Kyoto, Japón). Las medidas se realizaron por duplicado en 5 frutas por variedad.

**Acidez total:** Se determinó a través de titulación potenciométrica con hidróxido de sodio 0,1 N, expresándose en [g de ácido málico/100 g de pulpa]. Se realizó por duplicado en 5 frutas por variedad.

**Determinación del contenido de fenoles totales:** Se determinó por duplicado en 5 frutas por variedad, de acuerdo con la técnica de Singleton y Rossi (1965). Se pesaron 5 g de pulpa o de piel de manzana, según corresponda, y se molieron. Se realizó la extracción con 50 ml de acetona:agua (80:20) durante 15 min con ultrasonido y se filtró. Se colocaron en un tubo de ensayo 1 ml de extracto de la pulpa ó 0,2 ml de extracto de la piel, 0,5 ml del reactivo de Folin-Ciocalteu, 1ml de solución saturada de carbonato de sodio, y se completó a 10 ml con agua destilada. Se agitó con vortex y se dejó reaccionar 30 min. Se midió la absorbancia a 760 nm. Los resultados se expresaron en equivalentes de ácido gálico [mg AGE/100g de pulpa ó mg AGE/100g de piel].

**Análisis estadístico:** Se aplicó el análisis de la varianza a los resultados obtenidos, y el test de Duncan para la separación de medias, utilizando el programa estadístico Statgraphic Plus 5.1.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los pesos y diámetros obtenidos (Cuadro 1) indicaron que las tres variedades son de tamaño mediano, según la normativa de Comunidad Económica Europea para manzanas y peras (FFV-01, 1996), aunque difieren entre ellas significativamente, siendo la

variedad de mayor tamaño y coeficiente de variación “Caricia”. Por otra parte, todas presentaron un diámetro mínimo similar (alrededor de 60 mm), lo cual permite clasificar a la mayoría de las manzanas estudiadas como clase Extra (diámetro mínimo = 60 mm) (FFV-01, 1996).

Cada variedad de manzana tiene sus requisitos comerciales específicos para el color de piel; amarillo o verde para variedades tales como “Golden Delicious” y Granny Smith” respectivamente, rojo para variedades tal como “Red Delicious”. Algunas variedades bicolor, como “Gala” y “Braeburn”, son actualmente comercializables solamente si alcanzan estrictos estándares para el porcentaje de cobertura e intensidad del color rojo, alentando a los productores a seleccionar variedades más rojas a pesar de que este color no es un indicador de calidad o madurez de la fruta (Watkins *et al.*, 2004).

El Cuadro 2 presenta el porcentaje de cobertura de color rojo en la piel evaluado subjetivamente y los parámetros de color L\*, h y C\* en la zona roja y amarilla, para cada

variedad. Las tres variedades presentaron aproximadamente el mismo porcentaje de color rojo en la piel (43-53%). Esto difiere con la alta proporción de cobertura con color rojo (90%) encontrado para la variedad “Caricia” por Páez Morón (2003). Se puede decir que las manzanas evaluadas corresponderían a las clases Extra (más del 50% de la superficie con color rojo) o Clase I (más del 33% de la superficie con color rojo) de acuerdo a los criterios de clasificación por color de la normativa europea para variedades bicolor (FFV-01, 1996).

En cuanto a los parámetros instrumentales que describen las características de los colores de la piel, la zona roja de las variedades “Eva” y “Princesa” presentó un color rojo-anaranjado más claro (mayor valor de h y L\*), comparado con el de “Caricia”, que fue un rojo más oscuro. En cuanto a la zona amarilla, “Princesa” presentó una ligera tonalidad verdosa ( $h > 90^\circ$ ), aunque no es significativamente diferente de las otras, mientras “Eva” presentó un color amarillo más claro que las otras dos.

Cuadro 1: Peso y diámetro de manzanas cultivadas en la región centro-este de la Provincia de Santa Fe.

Variedad	Peso (g)	Diámetro			
		Promedio (mm)	Coeficiente de variación (%)	Rango (mm)	
				Mínimo	Máximo
Caricia	172,8a	75a	8,6	62	86
Eva	129,8c	66c	5,4	59	72
Princesa	143,5b	69b	6,3	61	78

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas por el test de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

Cuadro 2: Color de la piel de manzanas cultivadas en la región centro-este de la Provincia de Santa Fe.

Variedad	% de color rojo	Zona roja			Zona amarilla		
		L*	h	C*	L*	h	C*
Caricia	53,1a	37,60a	21,94a	32,27a	66,39a	89,33a	39,37a
Eva	47,2a	49,38b	43,05b	34,89a	69,84b	88,67a	39,21a
Princesa	43,8a	45,66b	37,64b	32,40a	66,70a	93,88a	38,88a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas por el test de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

Cuadro 3: Color de la pulpa de manzanas cultivadas en la región centro-este de la Provincia de Santa Fe.

Variedad	L*	a*	b*	h	C*
Caricia	80,62a	-0,03a	21,16a	90,07a	21,16a
Eva	78,87c	2,04b	21,95a	84,70b	22,05a
Princesa	79,51b	-0,11a	23,73b	90,26a	23,73b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas por el test de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

En cuanto a la pulpa, el color de la superficie cortada de “Caricia” es de un color más claro (mayor valor de L\*), que el de “Princesa” y “Eva” (Cuadro 3). Por otra parte, “Caricia” y “Princesa” presentaron tonos amarillos sin tonalidades rojizas ( $a^* \approx 0$ ;  $h \approx 90^\circ$ ). La pulpa de la variedad “Eva” presentó un tono amarillento similar al de “Caricia”, pero con tonalidades ligeramente rojizas ( $a^* > 0$ ) de menor intensidad que la de la pulpa de “Red Delicious” (Piagentini *et al.*, 2008).

Otros parámetros de calidad importantes son aquellos relacionados con la textura y el sabor del fruto. Para valorar estos parámetros, se determinó la firmeza, jugosidad, el contenido de sólidos solubles, el pH

y la acidez de la pulpa (Cuadro 4).

En cuanto a la textura, los consumidores demandan manzanas firmes y crujientes. De todas maneras, no todas las manzanas necesitan tener los mismos valores de firmeza, y los valores óptimos dependen de las características individuales de cada variedad. Por ejemplo, una manzana “Granny Smith” crujiente tiene frecuentemente valores de 80 a 98 N mientras que una manzana “Red Delicious” crujiente tiene un valor de firmeza cercano a 53 N (Watkins *et al.*, 2004). Los valores de firmeza obtenidos para las variedades “Caricia” y “Eva” fueron significativamente menores a los determinados para “Princesa” (Cuadro 4). Seipel *et al.* (2008)

Cuadro 4: Firmeza, jugosidad, sólidos solubles, pH y acidez de manzanas cultivadas en la región centro-este de la Provincia de Santa Fe.

Variedad	Firmeza (N)	Jugosidad (g jugo / 100 g pulpa)	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez (g ácido málico / 100g de pulpa)
Caricia	48,53 a	48,58 a	13,8 a	3,6 a	0,2744 a
Eva	44,25 a	53,91 a	15,1 b	3,8 b	0,2258 b
Princesa	77,43 b	68,60 b	13,7 a	3,9 b	0,2252 b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas por el test de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

encontraron que no había diferencias significativas entre los valores de firmeza de “Caricia”, “Eva” y “Red Delicious” y que estos eran menores que los obtenidos para “Granny Smith”. Además, determinaron que los valores de firmeza obtenidos para la variedad “Princesa” eran superiores a los de “Granny Smith”.

La importancia de la jugosidad como atributo de calidad de frutas ha sido demostrada por numerosos estudios. Intuitivamente, se la puede relacionar con la humedad total, pero las correlaciones para frutas y hortalizas no son buenas. Aparentemente, la incapacidad de las células para liberar jugo tiene un mayor impacto sobre la percepción de jugosidad. Generalmente, se expresa la jugosidad como el porcentaje de jugo obtenido de una determinada cantidad de tejido (Dobrzanski *et al.*, 2006). Como puede verse en el Cuadro 4, y similarmente a lo encontrado para firmeza, la variedad “Princesa” fue la que presenta los mayores valores de jugosidad, coincidiendo con la evaluación sensorial realizada por los autores.

Respecto a los atributos relacionados con el sabor, el contenido de sólidos solubles y

acidez de las manzanas cambian con la variedad. Se encontró que las variedades “Caricia” y “Princesa” tuvieron valores similares de sólidos solubles y menores a los determinados para “Eva” (Cuadro 4). Seipel *et al.* (2008) encontraron que el contenido de sólidos solubles de “Caricia”, “Eva” y “Princesa” era superior al de “Granny Smith”, y menor al de “Red Delicious”.

En el Cuadro 4, puede verse que la variedad “Caricia” fue significativamente más ácida (mayor valor de acidez y menor de pH) que “Eva” y “Princesa”. Estas dos últimas variedades tuvieron valores de acidez similares a los encontrados para “Red Delicious” (Seipel *et al.*, 2008).

Desde el punto de vista nutricional, las manzanas aportan compuestos biológicamente activos conocidos como fitoquímicos, con propiedades beneficiosas para la salud. Entre estos fitoquímicos, los compuestos fenólicos tienen gran importancia por la neutralización de radicales libres, y principalmente, por algunas propiedades biológicas entre las que se destacan la capacidad antioxidante y su posible efecto en la prevención de enfermedades crónicas que in-

cluyen en su origen el estrés oxidativo (Rodrigo-García *et al.*, 2006). Como otras características de las frutas, el contenido de fenoles totales depende de la variedad. Es así que en la figura 1 puede verse que las tres variedades de manzanas estudiadas presentaron diferentes contenidos de fenoles en la pulpa y en la piel. “Caricia” y “Eva” fueron las variedades que presentaron mayor contenido de fenoles totales en la pulpa. “Princesa” tuvo una concentración de fenoles totales similar a la variedad “Granny Smith” (Seipel *et al.*, 2008). Respecto al contenido de fenoles en la piel, puede observarse que fue de 2 a 3 veces superior al encontrado en la pulpa y que la variedad “Caricia” fue la que presenta los mayores valores (Fig. 1).

## CONCLUSIONES

Todos los atributos estudiados cambiaron significativamente con la variedad de

manzana, con la excepción del porcentaje de cobertura de color rojo de la piel. Los resultados obtenidos para las distintas variedades mostraron que las manzanas “Caricia”, “Eva” y “Princesa” fueron frutas de tamaño mediano cuya piel bicolor presentó el 43-53% de cobertura de color rojo. La variedad “Caricia” fue la de mayor tamaño, y acidez. La variedad “Eva” fue la de menor tamaño, el color de su pulpa fue blanco-amarillento, con tonos apenas rojizos, fue la de mayor contenido de sólidos solubles, y junto a “Caricia”, fueron las de mayor contenido en fenoles totales en la pulpa. La variedad “Princesa” presentó los mayores valores de firmeza y jugosidad, y los menores valores de sólidos solubles y acidez. Las variedades “Caricia” y “Eva” deberán manipularse con mayor cuidado que “Princesa”, debido a los menores valores de firmeza obtenidos, lo que las haría más susceptibles a golpes y magulladuras.

De acuerdo a las características fisicoquí-

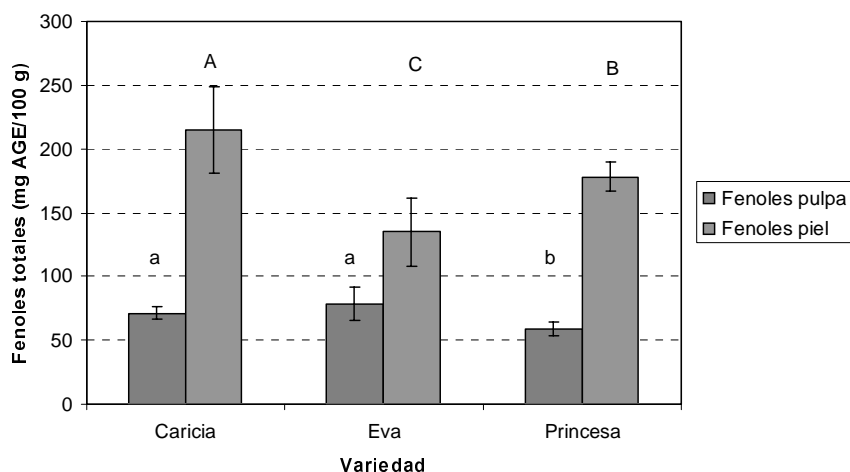


Fig. 1: Contenido de fenoles totales de pulpa y piel de manzanas cultivadas en la región centro-este de la Provincia de Santa Fe.

Letras diferentes sobre columnas de la misma serie indican diferencias significativas por el test de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.



micas que se relacionan con el sabor y al contenido de fenoles totales en pulpa, estas tres variedades, de bajo requerimiento de horas de frío, presentaron valores que se encuentran dentro del rango de los obtenidos para las variedades comerciales provenientes de climas fríos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Litoral por su aporte financiero a través de su Programa CAI+D.

## BIBLIOGRAFÍA

- BONAZZOLA, C.; ALSINA, D.; NESCIER, I.; SANTINI, Z.; JORIS, Z. & GARIGLIO, N.** 2007. Composición fisicoquímica del fruto de dos variedades de duraznero cultivadas en el centro-este de la provincia de Santa Fe. *Revista FAVE – Ciencias Agrarias* 5/6 (1-2), 36-40.
- BRUZONE, I.** 2008. Manzana y pera. Perfiles productivos. Disponible en [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r\\_41/cadenas/Frutas\\_Pera\\_manzana.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_41/cadenas/Frutas_Pera_manzana.htm). Acceso 27 noviembre 2008.
- CHANG, S.; TAN, C.; FRANKEL, E.N. & BARRETT, D.M.** 2000. Low density lipoprotein antioxidant activity of phenolic compounds and polyphenols oxidase activity in selected Clingstone peach cultivars. *J. Agric. Food. Chem.* 48, 147-151.
- CHU, G.** 2000. Starch iodine test for determining maturity and harvest dates of empire, idared and spartan apples. Factsheet, Order No. 88-090. Disponible en <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/00-027.htm>. Acceso 02 de abril de 2008.
- DOBRZANSKI, B.; RABCEWICZ, J. & RYBCZYNSKI, R.** 2006. Handling of Apple. Ed. B. Dobrzanski Institute of Agrophysics of Polish Academy of Sciences. Lublin. ISBN 83-89969-55-6, pp 234.
- FFV-01.** 1996. UN/ECE standard fresh fruit and vegetable 01 concerning the marketing and commercial quality control of apples and pears moving in international trade between and to UN/ECE member countries. Disponible en: [http://unece.org/trade/agr/meetings/standard/fresh/fresh\\_e/old\\_1999.e/01ap&pes.pdf](http://unece.org/trade/agr/meetings/standard/fresh/fresh_e/old_1999.e/01ap&pes.pdf). Acceso 02 diciembre 2008.
- ORTIZ DE ZÁRATE, V. G.; GÜEMES, D. R.; PIAGENTINI, A. M.; GARIGLIO, N. F. & PIROVANI, M. E.** 2007. Calidad de duraznos de diferentes variedades cultivadas en la región centro-este de la provincia de Santa Fe. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*, 5/6, (1-2), 27- 33.
- PÁEZ MORÓN, P. G.** 2003. Manzanas de bajos requerimientos de horas de frío. Boletín del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. N° 4. ISBN 1666-6720.
- PIAGENTINI, A. M.; PIROVANI, M. E. & GÜEMES, D. R.** 2008. Evaluación del color para determinar la susceptibilidad al pardeamiento enzimático de diferentes variedades de manzanas. 9º Congreso Argentino del Color, ArgenColor 2008. Santa Fe. Resúmenes (Poster) pp.10.
- RODRIGO-GARCÍA, J.; ÁLVAREZ-PARRILLA, E.; DE LA ROSA, L.; MERCADO MERCADO, G. & HERRERA DUENEZ, B.** 2006. Valoración de la capacidad antioxidante y actividad polifenol oxidasa en duraznos de diferentes áreas de producción. I Simposio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro (Brasil), 111-116.
- SEIPEL, M.; PIROVANI, M. E. & PIAGENTINI, A. M.** 2008. Actividad antioxidante y propiedades fisicoquímicas de diferentes variedades de manzanas destinadas al mínimo procesamiento. Actas de la XVI Jornadas de

Jóvenes Investigadores, Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM), Montevideo, Uruguay. Versión CD.

**SINGLETON, V. L. & ROSSI, J. A.** 1965.

Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

**WATKINS, C. B.; KUPFERMAN, E. & ROSENBERGER D.A.** 2004. Apple.

Postharvest Quality Maintenance Guidelines. En: *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Crops*. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 66. Disponible en <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/027apple.pdf>, Acceso 02 diciembre 2008.