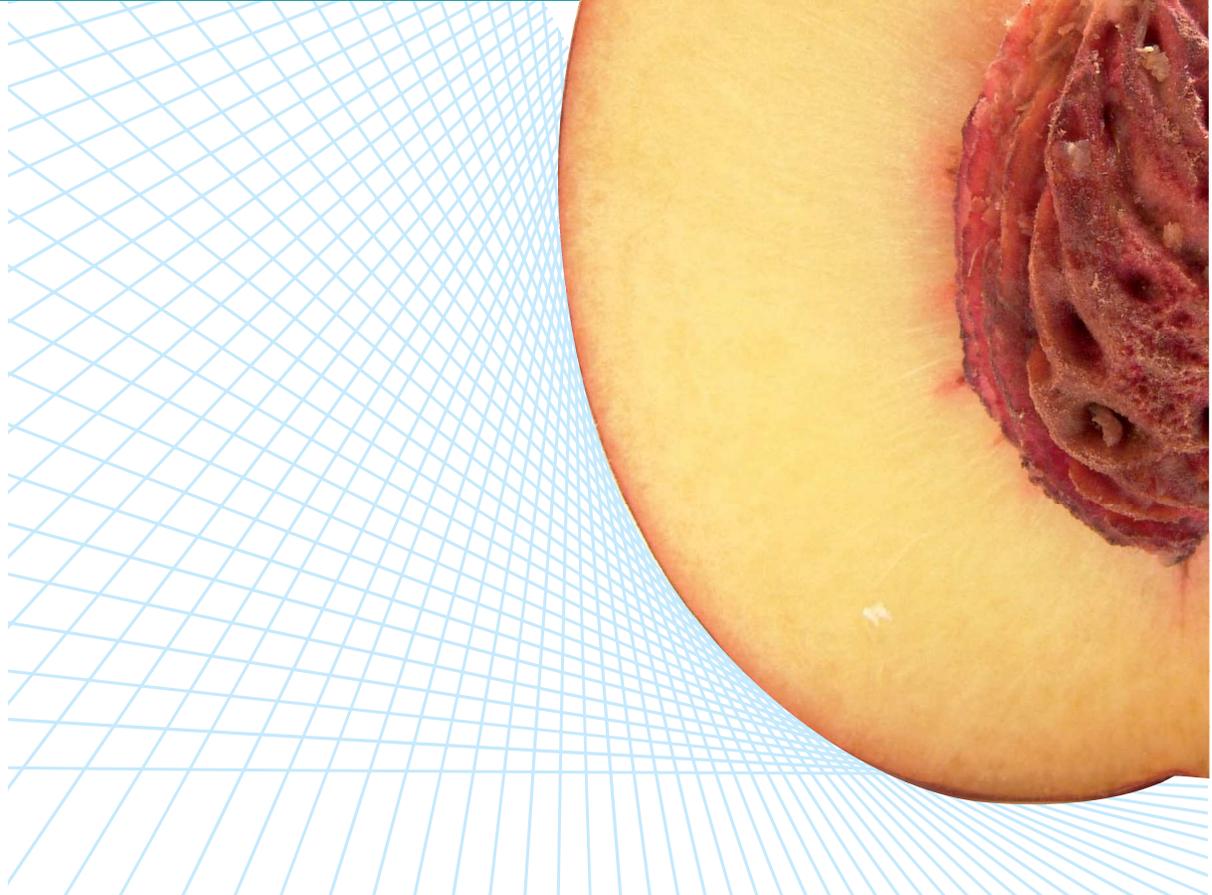


CAPÍTULO 4.



Composición química y función de los principales fitoquímicos presentes en los vegetales **Propiedades nutritivas y funcionales del durazno**

- 4.1. Introducción
- 4.2. Valor nutritivo y funcional de las frutas
- 4.3. Componentes nutritivos y funcionales del durazno
- 4.4. Función de los fitoquímicos
- 4.5. Biodisponibilidad
- 4.6. Factores que modifican la composición y concentración de fitoquímicos

*Graciela B. Corbino
Gerardo Sánchez*

CAPÍTULO 4.

Composición química y función de los principales fitoquímicos presentes en los vegetales

Propiedades nutritivas y funcionales del durazno

CORBINO, G. B; SÁNCHEZ, G

4.1. Introducción

La alimentación se encuentra estrechamente relacionada con la evolución del hombre, el cual ha tenido que ingerir, muchas veces, para su sustento, aquellos alimentos que tenía más próximos y eran más fáciles de obtener. La enorme capacidad de adaptación del ser humano al medio y a las circunstancias, conlleva la aparición de diferentes modos de alimentarse en las distintas sociedades. La alimentación más allá de una necesidad biológica primaria del hombre, es una característica cultural que influye sobre el comportamiento relacionado con el consumo de alimentos y, en última instancia, sobre el estado nutricional de los individuos que integran cada población.

Se llama alimentación al acto de proporcionar al cuerpo alimentos e ingerirlos (UNED, 2007). La principal función de la dieta es aportar los nutrientes necesarios para satisfacer las necesidades nutricionales de las personas, una alimentación poco acertada puede aumentar el riesgo de contraer enfermedades. Actualmente, la ciencia de la nutrición, define los conceptos de nutrición óptima, basándose en la identificación de los componentes biológicamente activos de los alimentos. Éstos ofrecen la posibilidad de mejorar las condiciones de salud reduciendo el riesgo de contraer ciertas enfermedades. Muchos de los productos alimenticios tradicionales, como las frutas y las hortalizas, contienen componentes que pueden ser beneficiosos para la salud (Scalzo, Politi, Pellegrini, Mezzetti y Battino, 2005). Entre los frutales de carozo el durazno, refrescante y moderadamente energético, se integra perfectamente a la alimentación estival. Además de sus cualidades organolépticas estos frutos presentan compuestos antioxidantes que, junto a otros fitoquímicos, le dan valor funcional.

El consumo actual de frutas y hortalizas se encuentra muy por debajo de las cantidades recomendadas por la OMS (Darmon, Darmon, Maillot y Drewnowski, 2005). Si bien la calidad de la alimentación depende principalmente de factores económicos y culturales, este es un proceso consciente y voluntario, por lo tanto posible de modificarlo. No se trata solamente de consumir más fruta y hortalizas, sino que tiene igual importancia consumir una variedad de productos de diferentes colores, los cuales tienden a corresponder a combinaciones de nutrientes y de fitoquímicos, cada uno de los cuales con propiedades benéficas para la salud (FAO, 2003).

Respondiendo a estas necesidades los nuevos programas de mejoramiento genético apuntan hacia la selección de cultivares de calidad con niveles altos de fitoquímicos (Byrne, 2002) atendiendo a la demanda de un sector de la población cada vez más exigente en cuanto a la calidad de los productos que consume.

4.2. Valor nutritivo y funcional de las frutas

Las frutas frescas aportan vitaminas, minerales, fibras y agua muy necesarios para el correcto funcionamiento del organismo (UNED, 2007). Constituyen, de este modo, un grupo de alimentos indispensable para nuestra salud y bienestar.

Las vitaminas son sustancias orgánicas imprescindibles en los procesos metabólicos que tienen lugar en la nutrición de los seres vivos. En una dieta equilibrada y abundante en productos frescos naturales, dispondremos de todas las vitaminas necesarias.

Los minerales, componentes inorgánicos de la alimentación, son necesarios en la elaboración de tejidos, síntesis de hormonas y en reacciones químicas enzimáticas.

Las fibras son otros de los componentes funcionales de las frutas. Las mismas están constituidas por celulosa, hemicelulosa, lignina y sustancias pécticas. Aceleran el tránsito intestinal, y si bien prácticamente carecen de capacidad antioxidante, pueden atrapar carcinógenos y otras sustancias reactivas ejerciendo un efecto benéfico directamente en el intestino, donde al fermentarse, por acción de la microflora, reducen los riesgos de cáncer de colon (Pelayo Zaldívar, 2003). Entre otros beneficios de la ingesta de alimentos ricos en fibra se encuentra el hecho de producir temprana sensación de saciedad (UNED, 2007)

Además de sustancias con valor nutritivo, las frutas poseen en su composición un gran número de metabolitos con diversidad de funciones en el organismo humano.

Hace algunos años aumentó el interés de los investigadores por analizar la composición química de frutas y hortalizas, y relacionarla con la actividad biológica. Como es sabido, las plantas poseen una larga historia de uso en la medicina popular. Por miles de años, muchas de las especies actualmente cultivadas han sido utilizadas con propósitos curativos en adición al uso como alimento. Muchas de las propiedades curativas de las plantas, empíricamente descritas, se han ido verificando con los años a través de una rigurosa elucidación estructural de los componentes activos responsables de las mismas.

Actualmente se sabe, que muchos componentes de los alimentos (vitaminas C y E; carotenoides; ácido fólico, selenio y otros micronutrientes y fibras) pueden contribuir a un efecto protector de la salud (Rice-Evans, Millar y Paganaza, 1997). Una gran diversidad de estudios han demostrado que los alimentos, además de los componentes nutritivos, poseen sustancias fisiológicamente activas que cumplen funciones que contribuyen a reducir la incidencia de enfermedades crónicas y por tanto son necesarias para la salud (Caragay, 1992). A estas sustancias bioactivas se las denominan fitoquímicos y, a los alimentos que las contienen, funcionales. El Servicio Internacional de Información Alimentaria (International Food Information Service) (USA) define a los alimentos funcionales como " aquellos que proveen beneficios para la salud más allá de la nutrición básica " (Sibbel, 2007). Hoy en día, son diversos los alimentos categorizados como funcionales, entre ellos se encuentran las frutas y las hortalizas (Pelayo Zaldívar, 2003).

Los fitoquímicos son metabolitos secundarios, un grupo de compuestos químicos aparentemente no esenciales para las células. Sin embargo, a menudo, poseen roles importantes en las complejas interacciones entre los organismos vivos y su entorno (Balandrin, Klocke, Wurtele y Bollinger, 1985). A partir de distintas rutas metabólicas

(shikimato, mevalonato y del acetato) (Einhellig, 1995), se generan los metabolitos secundarios de las diferentes familias (Rice, 1984). Es así como se los agrupa de acuerdo a su similitud biosintética y/o estructura química en: terpenoides, derivados fenólicos (flavonoides, taninos), glicósidos cianogenéticos, alcaloides y compuestos alifáticos, entre otros (Chou, 1989; Wink, 1993; Kelsey y Everett, 1995). A menudo presentan estructuras altamente complejas, lo cual determina una gran diversidad de compuestos con variada actividad biológica (Balandrin *et al.*, 1985). Entre las mismas se destaca la actividad antioxidante que presentan muchos de ellos. Los antioxidantes son un grupo de compuestos de estructura química variada cuya función, como su nombre lo indica, es prevenir la acción del oxígeno u otras especies oxidantes sobre diversas moléculas (Pelayo-Zaldívar, 2003). En relación con la salud humana, actúan atrapando especies reactivas del oxígeno (EROS), dentro de las que se encuentran los radicales libres y compuestos fuertemente oxidantes, contrarrestando así el daño celular causado por las mismas (Pelayo-Zaldívar, 2003). Entre los antioxidantes encontramos compuestos que además poseen función vitamínica, como el ácido ascórbico, la vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles), y carotenoides (algunos de los cuales son precursores de la vitamina A).

Los carotenoides (terpenoides), están representados en la naturaleza por más de 600 compuestos. Ellos se sintetizan en las plantas, hongos, bacterias y algas, mientras que los animales y humanos deben incorporarlo a través de la dieta (Tapiero, Townsend y Tew, 2004). Desde el punto de vista nutricional, cinco de ellos son los más importantes para la salud humana (α - y β -carotenos, luteína, cryptoxantina, y licopeno) (Mangels, Holden, Beecher, Forman y Lanza, 1993). El β -caroteno es la principal fuente, en la naturaleza, de pro-vitamina A precursora del retinol relacionado con la función visual (Tapiero *et al.*, 2004).

Entre las diversas estructuras químicas implicadas en la capacidad funcional de las frutas, los compuestos fenólicos son un grupo muy diverso que se encuentran virtualmente en todas las partes de la planta con una distribución variable entre los diferentes órganos y poblaciones de una misma especie (Robards, Prenzler, Tucker, Swatsitang y Glover, 1999). Constituyen una de las principales clases de metabolitos secundarios con un amplio rango de estructuras y funciones, aunque cuatro de ellos son universales (ácidos *p*-hidroxibenzoico, protocatequico, vanílico y siringico) (Torres, Mau-Lastovicka y Rezaaiyan, 1987; Harborne, 1998).

Los compuestos fenólicos incluyen sustancias coloreadas e incoloras, así, por ejemplo, las antocianinas son los colorantes naturales azules, violetas y rojos de gran variedad de frutos y hortalizas, mientras que los flavonoles y las flavonas son amarillos (lat. *flavus* = amarillo) y las leucoantocianidinas y catequinas incoloras (Harborne, 1998).

Los flavonoides son los derivados fenólicos que presentan mayor diversidad estructural (Harborne, 1998; Robards *et al.*, 1999). Estos compuestos, ampliamente distribuidos en el reino vegetal, se presentan generalmente en la forma de glicósidos, lo cual los hace solubles en agua, permitiendo su almacenamiento en la vacuola celular. A nivel tisular, se los encuentra en el mesófilo y la epidermis de las hojas y en la cutícula epidérmica de los frutos (Bruneton, 1991). Pueden existir diferencias significativas en el tipo y cantidad de compuestos presentes en los tejidos internos y externos de los distintos órganos de una planta (flores, frutos, semillas, tallos, etc.) (Robards *et al.*, 1999).

4.3. Función de los fitoquímicos

Los carotenoides se los asocia con una serie de funciones biológicas las cuales implican la absorción de los mismos a nivel intestinal e incluyen la modulación de enzimas detoxificantes, potenciación del sistema inmune, promoción de la comunicación entre células y la regulación de la expresión de genes (Clevidence, Inkie Paetau y Smith, 2000). Por otro lado, la relación que estos compuestos poseen con la prevención de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer (Rodríguez-Amaya, 2001), se atribuye a su capacidad antioxidante, la cual protege al cuerpo humano de las reacciones de oxidación celular (Stahl y Sies, 1996; Tapiero *et al.*, 2004; Scalzo *et al.*, 2005).

Si bien, se les atribuye una elevada capacidad antioxidante (Paiva y Rusell, 1999; Tapiero *et al.*, 2004; Lako, *et al.*, 2007), es importante resaltar que, las propiedades antioxidantes del β -caroteno y de otros carotenoides pueden variar dependiendo del sistema utilizado para estudiarlos. Mezclas de carotenoides o asociaciones con otros antioxidantes (por ejemplo. vitamina E) pueden incrementar su habilidad para proteger de la oxidación a los lípidos. De este modo, parece ser que ejercen un efecto promotor de la salud cuando se ingieren como parte de frutas y hortalizas, pudiendo presentar efectos adversos cuando se suministran en altas dosis (Paiva y Russell, 1999), como suplementos dietarios.

Debido a su bioactividad, los compuestos fenólicos son motivo de estudio en diversas ramas de la ciencia, considerándolos tanto para el control de patógenos vegetales o humanos y como componentes funcionales de los alimentos (Shetty, Atallah y Shetty, 2001; 2003).

Estos compuestos son relevantes en términos de la calidad de las frutas, tanto por el rol que poseen en la apariencia visual (pigmentación y amarronamiento) y sabor (astringencia), como en las propiedades protectoras de la salud que los mismos presentan (Tomás-Barberán y Robins, 1990). La principal función de los pigmentos flavonoides es otorgar atractivos colores a las flores y frutos. En contraste con estos flavonoides visibles, los presentes en las hojas se encuentran totalmente ocultos por las clorofilas (Harborne y Williams, 2000). Los flavonoides poseen funciones importantes en la biología de las plantas. Sirven como moléculas señal para polinizadores y otros organismos benéficos, participan en la señalización de hormonas vegetales, protegen a las plantas de la luz UV-B y funcionan como fitoalexinas y compuestos alelopáticos (Croteau, Kutchan y Lewis, 2000; Schmitz-Hoerner y Weissenbock, 2003; Taylor y Grotewold, 2005). Existe cada vez mayor evidencia de que los flavonoides, particularmente cuando están localizados en la parte más cercana a la superficie de las hojas o en las células epidérmicas, juegan un rol importante en la supervivencia de las plantas protegiéndolas del ataque de insectos y contribuyendo a generar resistencia a las enfermedades (Croteau *et al.*, 2000). Malhotra y otros (1996), describen la acción inhibidora de la quercetina, en el desarrollo de lesiones locales, causadas por el virus de la mancha del tomate (TRSP).

Los compuestos flavonoides se les atribuyen numerosas actividades fisiológicas y su acción farmacológica es extensa y variada. Este grupo de compuestos puede presentar efectos antiinflamatorios, antialérgicos, antibacterianos y antivirales, además de poseer propiedades vaso-protectoras y antitumorales (Evans, 1991; Amaral, Kuster, Gonzalves, y Wigg, 1999; Harborne y Williams, 2000; Erlund, 2004; Cushnie y Lamb, 2005). Son importantes componentes funcionales de la dieta, debido en parte, a la potente

actividad antioxidante (Taylor y Grotewold, 2005). Por su diversidad estructural y amplia distribución en los vegetales, son el grupo más importante de antioxidantes naturales (Larson, 1988; Robards *et al.*, 1999). La quercetina, el flavonoide más estudiado, junto al kaempferol han mostrado poseer un efecto inhibidor de la agregación plaquetaria, así como una potente actividad antioxidante (Prior y Cao, 2000).

Las antocianinas por ser pigmentos comunes de muchos vegetales, habitualmente forman parte de los componentes de la dieta. Estos compuestos de alto valor terapéutico, mostraron poseer una actividad antioxidante mayor que la vitamina E, el ácido ascórbico y el β -caroteno (Komalczyk *et al.*, 2003)

4.4. Componentes nutritivos y funcionales del durazno

El durazno, con un aporte energético de 40 kilocalorías se sitúa como un fruto moderadamente calórico. El mismo posee un 87% de agua y bajas cantidades de proteínas y lípidos. Los frutos contienen 9% de glúcidos (azúcares), los cuales pueden aumentar en las variedades más tardías. Estos últimos están constituidos mayormente por sacarosa (más de $\frac{3}{4}$ del total).

El aporte vitamínico del durazno se modifica entre variedades. Las vitaminas del grupo B, están bien representadas, en particular la vitamina B3 (1 mg/100 g) y el ácido pantoténico o vitamina B5 (0.16 mg/100g), lo mismo que la vitamina E (0.5 mg/100 g). Posee un buen contenido de provitamina A (caroteno), con valores entre 0.5-1 mg/100 g dependiendo del color de la pulpa (Aprifel, 2006).

Los carotenoides son pigmentos que le otorgan colores brillantes (amarillo-anaranjado-rojo) a frutas y hortalizas. Por ejemplo, la β -cryptoxantina es el principal pigmento en frutos de pulpa anaranjada como duraznos y nectarinas (Rodríguez-Amaya, 2001). Luteína, zeaxantina y carotenos, también se pueden encontrar en frutos de durazno (Paiva y Russell, 1999).

El análisis químico de diferentes cultivares de duraznero y nectarina indicó que la composición cuali y cuantitativamente de fenoles totales era similar, encontrándose la presencia de los ácidos clorogénico y neoclorogénico en todas las muestras (Tomás-Barberán, Gil, Paedar Cremin, Waterhouse, Hess-Pierce y Kader, 2001).

Los frutos del duraznero (*Prunus persica*) y ciruelo (*Prunus domestica*) contienen cantidades importantes de los glicósidos de flavonoides, kaempferol y quercetina. La piel presenta quercetina y cianidina (antocianina) (Robards *et al.*, 1999). Las antocianinas se detectaron también en la pulpa de algunos cultivares y, como en el caso de las nectarinas, esta pigmentación se localizaba particularmente en la zona cercana al carozo. En ciruelo, el ácido clorogénico, es el principal ácido fenólico detectado, mientras que los glicósidos de quercetina, fueron los principales flavonoides. En cuanto a las antocianinas, se presentaron sólo en cultivares rojos, siendo la cianidina el principal pigmento responsable (Tomás-Barberán *et al.*, 2001).

4.5. Biodisponibilidad

El creciente interés de los científicos en evaluar los compuestos activos presentes en las plantas, es el resultado de estudios epidemiológicos que muestran el efecto protector de las dietas ricas en vegetales sobre enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Kris-Etherton, et al, 2002; Scalzo *et al.*, 2005). Debido a que, el estudio de los compuestos bioactivos es un área en plena emergencia mucho se desconoce aún acerca de los mecanismos de acción de los mismos, relación estructura-actividad y niveles de absorción y biodisponibilidad. Esta última, se utiliza históricamente para describir el movimiento de los compuestos a través del intestino hacia el sistema circulatorio (Clevidence *et al.*, 2000). La biodisponibilidad depende de las características propias de la fuente de alimentos y de las interacciones con otros factores de la dieta (Paiva y Russell, 1999) tales como contenido en grasas, fibras, etc. (Clevidence *et al.*, 2000).

Entre los 600 carotenoides encontrados en la naturaleza, sólo cerca de 20 de ellos han sido hallados en el plasma y tejido humano (Tapiero *et al.*, 2004). La biodisponibilidad de los carotenoides está potenciada como resultado del procesamiento (Clevidence *et al.*, 2000). Esto, probablemente, se deba a que la cocción y el corte pueden dar como resultado un tamaño menor de partícula y una disrupción de la célula vegetal haciendo que los mismos se encuentren más disponibles en el lumen intestinal para su absorción (Stahl y Sies, 1992).

Muchas de las acciones biológicas de los flavonoides se atribuyen a su capacidad antioxidante, sin embargo, es poco probable que esta sea la única explicación de sus efectos celulares (Williams, Spencer y Rice-Evans, 2004). Las estructuras químicas de los flavonoides de las plantas no necesariamente son las formas bioactivas para los humanos, además la absorción de los mismos depende de la estructura química y del tipo celular (Spencer, Abd El Mohsen y Rice-Evans, 2004).

4.6. Factores que modifican la composición y concentración de fitoquímicos

El genotipo es el principal determinante de la composición de metabolitos secundarios de las plantas (Langenheim, 1994; Einhellig, 1995; Gil, et al., 2002). Diferentes tipos de estrés impactan sobre la biosíntesis de éstos compuestos, en muchos casos, con aumentos significativos en su concentración (Ghersenzon, 1984; Noguchi, 1999; Gil et al., 2002). Esta respuesta puede ser el resultado de la presión de selección natural, que condujo a lo largo del proceso evolutivo (Wink, 1993), al desarrollo de diferentes mecanismos de adaptación frente a una adversidad.

En la naturaleza, la exposición de las plantas a condiciones de estrés resulta generalmente inevitable y puede ser causado por factores bióticos y abióticos (Levitt, 1980), incluyendo la falta o exceso de agua, temperaturas extremas, radiación, agroquímicos, contaminación, aleloquímicos, metales pesados, herbívoros y microorganismos patógenos (Tang, Wei-Fan Cai, Kolh y Nishimoti, 1995).

En respuesta a distintos tipos de estrés, las plantas sufren una serie de cambios bioquímicos, fisiológicos y morfológicos. Uno de los cambios bioquímicos más comunes es el aumento neto de la proporción de compuestos específicos de una determinada familia de fitoquímicos a expensas de una menor tasa de crecimiento (Tang et al., 1995). Numerosos son los trabajos que muestran el efecto de los diferentes tipos de estrés sobre la concentración de compuestos fenólicos y flavonoides (Larson, 1988; Macías, et al., 1997; Fedina, et al., 2005; Suzuki, Honda y Mukasa, 2005). En todos ellos se evidencia un claro aumento de la concentración de los mismos frente al estrés. Estos factores que modifican la composición química de una planta pueden influir en la calidad funcional de los órganos comestibles de la misma.

Por otro lado, las condiciones de manejo del cultivo y poscosecha, procesamiento e industrialización también afectan la composición y concentración de fitoquímicos de una planta. Por ejemplo, en duraznero, un aspecto primario a tener en cuenta para mantener estándares de alta calidad de producción, es una evaluación adecuada de la respuestas de las variedades y los portainjertos a diferentes condiciones de crecimiento, e identificar las mejores combinaciones (Giorgi, et al., 2005). La actividad antioxidante de los frutos de durazno es dependiente del tipo de cultivar y portainjerto y del estado de madurez y conservación poscosecha (Forlani, et al., 2003; Scalzo et al., 2005). El conocimiento actual del efecto del portainjerto sobre la calidad fruto del duraznero, y particularmente sobre los atributos nutricionales, son limitados. Giorgi y otros (2005) informaron el efecto de cinco portainjertos (Barrier 1, Citation, GF677, Ishtara y Julior) sobre la actividad antioxidante (AA) del cultivar "Suncrest". Observaron que Julior confería la mayor AA, seguido de GF677. Si bien, este último presentó el menor tamaño de fruto, esto se asoció con un buen balance en la calidad y valor nutricional del mismo. Nosotros hemos evaluado el efecto del portainjerto, la fertilización y el tratamiento térmico sobre el cultivar "Flavorcrest", hallando que la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales de los frutos puede ser modificada por las condiciones de manejo y tratamientos poscosecha (Corbino et al., datos no publicados).

Bibliografía

- AMARAL, A.C.; KUSTER, R.M.; GONZALVES, J.M. S.; WIGG, M.D. 1999. Antiviral investigation on the flavonoids of *Chamaesyce thymifolia*. En: *Fitoterapia*, (70):293-295.
- APRIFEL. Agence Fruits et Legumes Frais. 2006. *Francia*. [en línea] (<http://www.aprifel.fr/>) (acceso el 24/10/06).
- BALANDRIN, M.F.; KLOCKE, J.A.; WURTELE, E.S.; BOLLINGER, WH. 1985. Natural plant chemicals: Sources of industrial and medicinal materials. En: *Science* (228):1154-1160.
- BRUNETON, J. 1991. *Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia*. Zaragoza. España. Acribia. 594 p.
- BYRNE, D. 2002. *Healthy dessert: "Peaches and phytochemicals"* [en línea]" (<http://agnews.tamu.edu/dailynews/stories/HORT/Jun1902a.htm>,) (acceso: 20/12/06)
- CARAGAY, A.B. 1992. Cancer-preventive foods and ingredients. En: *Food Technology* 46(4):65-68.
- CHOU, C.H. 1989. The role of allelopathy in phytochemical ecology. En: Chou, C.H y Waller, G.R (Eds.). *Phytochemical Ecology: Allelochemicals, Mycotoxins and Insect Pheromones and Allomones*. Institute of Botany. Academia Sinica Monograph Series no.9, Taipei, ROC, p 19-37.
- CLEVIDENCE, B.A.; INKIE PAETAU.; SMITH, J.C. 2000. Bioavailability of carotenoids from vegetables. En: *HortScience* 35(4):585-588.
- CROTEAU, R.; KUTCHAN, T.M.; LEWIS, N. 2000. Natural products (secondary metabolites). En: Buchanan, B.B., Grisse, W., Russell L, J (Eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Plant*. American Society of Plant Physiologists. Rockville, MD, p 1250-1319.
- CUSHNIE, T Y LAMB, A.J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. En: *International Journal of Antimicrobial Agents*, (26):343-356.
- DARMON, N.; DARMON, M.; MAILLOT, M.; DREWNOWSKI, A. 2005. A nutrient density standard for vegetables and fruits: nutrients per calorie and nutrients per unit cost. En: *Journal of the American Dietetic Association*, 105:1881-1887.
- EINHELLIG, F. A. 1995. Allelopathy: Current status and future goals. En: Inderjit, K. M., Dakshini, M., Einhellig (Eds.) *Allelopathy Organisms, Processes and Applications*. American Chemical Society. ACS Symposium Series 582. Washington. DC, p 1-95.
- ERLUND, I. 2004. Review of the flavonoids quercetina, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. En: *Nutrition Research*, 24:851-874.
- EVANS, W.C. 1991. *Farmacognosia*. Nueva Editorial Interamericana. Mc Graw-Hill. 901 p.
- FAO. 2003. *USA*. [en línea] (<http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg3>).

htm) (acceso: 11/09/07).

- FEDINA, I.; GEORGIEVA, K.; VELITECHKOVA, M.; GRIGOROVA, I. 2005. Effect of pretreatment of barley seedlings with different salts on the level of UV-B induced absorbing compounds. En: *Environmental and Experimental Botany* 56(3):225-230.
- FORLANI, M.; BASILE, B.; CIRILLO, C.; PETITO, A.; RITIENI, A.; GRAZIANI, G. 2003. Contenido in sostanze ad attivita antiossidante nelle pesche: variabilita indotta da cultivar, stadio di maturazione e frigoconservazione. En: *Frutticoltura* (7-8):55-59.
- GERSHENZON, J. 1984. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. En: *Recent Advances in Phytochemistry* 18:273-320.
- GIL, A.; DE LA FUENTE, E.; LENARDIS, A. E.; LÓPEZ PEREIRA, M.; SÚAREZ, S. A.; BANDONI, A.; VAN BAREN, C.; DI LEO LIRA, P.; GHERSA, C. M. 2002. Coriander essential oil composition from two genotypes grown in different environmental conditions. En: *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:2870-2877.
- GIORGI, M.; CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MURRI, G.; BATTINO, M.; MEZZETTI, B. 2005. The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality, and nutrition in peach (cv. Suncrest). En: *Scientia Horticulturae*, 107:36-42.
- HARBORNE, J.B. 1998. Phenolics compounds. En: Chapman y Hall (Eds.) *Phytochemical Methods. A Guide to Modern Techniques of Plants Analysis*. Gran Bretaña. p 41-106.
- HARBORNE, J.B ; WILLIAMS, C.A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. En: *Phytochemistry*, 55:481-504.
- KELSEY, R.G Y EVERETT, R.L. 1995. Allelopathy. En: Bedurah, D.J y Sosebec, R.E (Eds.). *Wildland Plants: Physiological Ecology and Developmental Morphology*, p. 479-549.
- KRIS-ETHERTON, P.M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S.M.; BINKOSKI, A.E.; HILPERT, K.F.; GRIEL, A.E. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. En: *The American Journal of Medicine*, 113:715-885.
- KOWALCZYK, E.; KRZESINSKI, P.; KURA, M.; SZMIGIEL, B.; BLASZCZYK, J. 2003. Anthocyanins in medicine. En: *Polish Journal of Pharmacology*, 55:699-702.
- LAKO, J.; TRENERRY, V.C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S Y PREMIER, R. 2007. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. En: *Food Science*, 101(4):1727-1741.
- LANGENHEIM, J.H. 1994. Higher plant terpenoids: a phytocentric overview of their ecological roles. En: *Journal of Chemical Ecology*, 20:1223-1280.
- LARSON, R.A. 1988. The antioxidants of higher plants. En: *Phytochemistry* 27(4):969-978.
- LEVITT, J. 1980. *Responses of plants to environmental stresses*. Academic Press. NY. 607 p.

- MACÍAS, F.A.; MOLINILLO, J.M.G.; TORRES, A.; VARELA, R.M., CASTELLANO, D. 1997. Bio-active flavonoids from *Helianthus annuus* cultivars. En: *Phytochemistry*, 45(4):683-687.
- MALHOTRA, B.; ONYILAGHA, J.C.; BOHM, B.A.; TOWERS, G.H.N.; JAMES, D. HARBORNE, J.B.; FRENCH, C.J. 1996. Inhibition of tomato ringspot virus by flavonoides. En: *Phytochemistry*, 43(6): 1271-1276.
- MANGELS, A.R.; HOLDEN, J.M.; BEECHER, G.R.; FORMAN, M.R.; LANZA, E. 1993. Carotenoids content of fruits and vegetables: An evaluation of analytic data. En: *Journal of the American Dietetic Association*, 93:284-296.
- NOGUCHI, H.K. 1999. Effect of light-irradiation on allelopathic potential of germinating maize. En: *Phytochemistry*, 52 (6), 1023-1027.
- PAIVA, S.A.R.; RUSSELL, R.M. 1999. β -carotene and other carotenoids as antioxidants. En: *Journal of the American Collage Nutrition*, 18(5): 426-433.
- PELAYO ZALDÍVAR, C. 2003. Las frutas y hortalizas como alimentos funcionales. En: *Contactos*, 47:12-19.
- PRIOR, R.L ; CAO, C. 2000. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. En: *HortScience*, 35(4):588-592.
- RICE, E.L. 1984. *Allelopathy*. 2 ed.. Orlando, Fla., Academic Press. 359 p.
- RICE-EVANS, C.A.; MILLAR, N.J.; PAGANAZA, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. En: *Trends in Plant Science*, 2(4): 152-159.
- ROBARDS, K.; PRENZLER, P.D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruit. En: *Food Chemistry*, 66:401-436.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B 2001. Nature of carotenoids in foods. En: *A Guide to Carotenoids Analysis in Foods*. OMNI Research. ILSI Human Nutrition Institute. WDC.
- SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. 2005. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. En: *Nutrition*, 21:207-213.
- SHETTY, P.J.; ATALLAH, M.T.; SHETTY, K. 2001. Enhancement of total phenolic, L-DOPA and proline contents in germinating faba bean (*Vicia faba*) in response to bacterial elicitors. En: *Food Biotechnology*, 15:47-67.
- SHETTY, P.J; ATALLAH, M.T.; SHETTY, K. 2003. Stimulation of total phenolics, L-DOPA and antioxidant activity through praline-linked pentose phosphate pathway in response to praline and its analogue in germinating faba beans (*Vicia faba*). En: *Process in Biochemistry*, 38:1707-1717.
- SIBBEL, A. 2007. The sustainability of functional foods. En: *Social Science and Medicine*, 64:554-561.

- SCHMITZ-HOERNER, R ; WEISSENBOCK, G. 2003. Contribution of phenolics compounds to the UV-B screening capacity of developing barley primary leaves in relation to DNA damage and repair under elevated UV-B levels. En: *Phytochemistry*, 64:243-255.
- SPENCER, J. P. E; ABD EL MOHSEN, M. M; RICE-EVANS, C. 2004. Cellular uptake and metabolism of flavonoids and their metabolites: implications for their bioactivity. En: *Archives of Biochemistry and Biophysics*, (423):148-161.
- STAHL, W ; SIES, H. 1992. Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans. En: *Journal of Nutrition*, 122:2161-2166.
- STAHL, W ; SIES, H. 1996. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? En: *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 336:1-6.
- SUZUKI, T.; HONDA, Y.; MUKASA, Y. 2005. Effects of UV-B radiation, cold and desiccation stress on rutin concentration and rutin glucosidase activity in tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) leaves. En: *Plant Science*, 168:1303-1307.
- TANG, C.S., WEI-FAN CAI., KOLH, K., NISHIMOTI, R.K. (1995). Plant stress and allelopathy. En: Inderjit, Dakshini, K. M. M., Einhellig, F. A (eds.). *Allelopathy Organisms, Processes and Applications* : 142-157. American Chemical Society. ACS Symposium Series 582. W. D.C
- TAPIERO, H.; TOWNSEND, D.M.; TEW, K.D. 2004. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. En: *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 58:100-110.
- TOMÁS-BARBERÁN, F.A Y ROBINS, R. J. 1990. *Phytochemistry of Fruit and Vegetables*. Oxford. Clarendon Press
- TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.; PAEDAR CREMIN.; WATERHOUSE, A. L.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A.A. 2001. HPLC-DAD-ESIMS Analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. En: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:4748-4760.
- Torres, A.M.; Mau-Lastovicka.; Rezaaiyan, R. 1987. Total phenolics and high-performance liquid chromatography of phenolics acids of avocado. En: *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 35: 921-925.
- Taylor, L.P y Grotewold, E. 2005. Flavonoids as developmental regulators. En: *Current Opinion in Plant Biology*, 8:317-323.
- UNED. 2007. *Guía de la Alimentación y Salud*. Facultad de Ciencias. Nutrición y Dietética. España. [en línea] (<http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/>, (acceso 12/03/07).
- WILLIAMS, R.J.; SPENCER, J.P.E.; RICE-EVANS, C. 2004. Flavonoids: Antioxidants or signaling molecules? En: *Free Radical Biology and Medicine*, 36(7):838-849.
- WINK, M. 1993. Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. En: van Beek, T.A y Breteler, H (eds.). *Phytochemistry and Agriculture*. Oxford. Clarendon Press. p. 171-213..

