

Algunas propiedades nutricionales de la ciruela silvestre *Prunus divaricata* Ledeb

M.F. García-Legaz¹, E. López-Gómez¹, M.T. Pretel², P. Sánchez-Bel³, I. Egea³ & M.C. Martínez Madrid¹

¹ Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Escuela Politécnica Superior. Universidad Miguel Hernández. Ctra. Beniel km 3,2. 03312-Orihuela. Alicante.

² Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior. Universidad Miguel Hernández. Ctra. Beniel km 3,2. 03312-Orihuela. Alicante.

³ Departamento de Biología del Estrés y Patología Vegetal. CEBAS (CSIC). Apartado de Correos 4195, 30100. Murcia.

Resumen

En las últimas décadas, ha habido un resurgimiento del interés en el uso de las plantas como fuente de alimentos y medicinas, debido a sus nutrientes de alto valor y sustancias fisiológicamente activas. Aunque las plantas de alimentos convencionales proporcionan la mayor parte de los nutrientes necesarios para el mantenimiento y la regulación de los procesos corporales, sin embargo, hay una tendencia creciente por explorar otras fuentes que potencialmente podrían tener un alto valor para la salud y no han sido estudiadas hasta ahora por haber quedado infrutilizadas. Tal es el caso de los frutos silvestres o semi-silvestres. Estos frutos han jugado, sin embargo, un papel importante en la suplementación de la dieta de la población rural. *Prunus divaricata* Ledeb es una ciruela silvestre nativa de la costa sur del mar Caspio, que se extiende desde el sureste de Azerbaiyán hasta el norte de Irán. Sus frutos comestibles han sido cultivados en los huertos familiares a lo largo de la costa del mar Caspio durante años. Teniendo en cuenta que se trata de una especie cuyas características nutricionales o funcionales no han sido estudiadas, el objetivo de este trabajo ha sido contribuir al conocimiento de su composición y propiedades. Así se ha analizado la concentración en azúcares y ácidos orgánicos, la presencia y niveles de elementos minerales, el contenido en C y N, carotenoides y ácido ascórbico.

Palabras clave: Sorbitol, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, antioxidantes

Abstract

In recent decades, there has been a resurgence of interest in using plants as a source of food and medicine, because of their high value nutrients and physiologically active substances. Plants conventional foods provide most of the nutrients needed for maintenance and regulation of body processes. However, there is a growing tendency to explore other sources that could potentially have a high health value, which have not been studied so far, because they were underused. Such is the case of wild or semi-wild fruits. These fruits have played, however, an important role in supplementing the diet of the rural population. *Prunus divaricata* Ledeb is a native wild plum of Southern Caspian Coast stretching from Southeastern Azerbaijan to Northern Iran. Edible fruits have been grown in home gardens along the coast of the Caspian Sea for years. Given that this is a species whose nutritional or functional characteristics have not been studied, the aim of this study was to contribute to the knowledge of its composition and properties. Thus we analyzed the concentration of sugars and organic acids, the presence and levels of mineral elements, the content of C and N, carotenoids and ascorbic acid.

Keywords: Sorbitol, sugars, organic acids, minerals, antioxidants.

Introducción

La relación existente entre alimentación y salud ha variado a lo largo de la historia. En las últimas décadas ha tenido un interés creciente la idea de la multifuncionalidad de los alimentos y su influencia en la salud, con gran auge de los trabajos relacionados con alimentos funcionales o nutraceuticos, es decir, alimentos con demostrados efectos beneficiosos para la salud (Bhatt et al., 2017).

Las plantas silvestres han sido un recurso muy importante en épocas de escasez estacional de alimentos o periodos de hambruna. En muchas de estas especies se ha puesto de manifiesto la presencia de sustancias saludables, tales como vitaminas y otras sustancias antioxidantes, minerales, fibra y ácidos grasos esenciales, en mayores cantidades que las encontradas habitualmente en muchas especies cultivadas. Por este motivo, suponen un complemento muy interesante a los productos alimenticios básicos obtenidos de la agricultura y la ganadería (Tardío, 2011).

Prunus divaricata Ledeb es una especie silvestre de ciruela, que proviene del sur del Mar Caspio, desde el norte de Irán al sureste de Azerbaijan. Es una región excepcionalmente rica en plantas silvestres y se considera el centro evolutivo de árboles de todo el mundo. Este frutal ha sido cultivado en huertos familiares a lo largo de la Costa del Mar Caspio durante años. Se puede consumir como postre y también cocinada para aprovechar sus propiedades medicinales frente al asma, diabetes, nefritis, resfriados y gripe (Khoshbakht et al., 2007).

Siendo esta ciruela un fruto que no ha sido estudiada en cuanto a sus características nutricionales y gustativas, el objetivo del presente trabajo ha sido contribuir al conocimiento de sus propiedades y al mismo tiempo aportar información de una especie que forma parte del patrimonio mundial de la diversidad natural.

Materiales y métodos

Se han empleado ciruelas silvestres *Prunus divaricata* Ledeb recolectadas en estado maduro. Los frutos recién recolectados se llevaron al laboratorio donde fueron seleccionados aquellos libres de desperfectos, heridas o magulladuras. Se dividieron en bandejas de 250 g cada una. Cada muestra estaba constituida por tres bandejas o submuestras. Una parte de las bandejas se conservó en cámara frigorífica a 5°C y 90% HR, de donde se sacaron muestras al cabo de 3 semanas. Tras este periodo, las ciruelas fueron transferidas a cámaras de 20°C durante 3, 6 y 9 días, para simular la cadena comercial. Paralelamente, se realizó un control de maduración de las ciruelas, manteniendo éstas a 20°C durante 3, 6 y 9 días.

Las muestras fueron analizadas, determinando el contenido de azúcares y de ácidos orgánicos, mediante HPLC, los niveles de elementos minerales, mediante ICP-OES, el contenido en C y N, con un analizador elemental, y las concentraciones de carotenoides y ácido ascórbico, por HPLC.

Los resultados se han analizado estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) empleando el software SPSS (versión 15.0). Cuando las diferencias entre valores medios fueron significativas se realizaron comparaciones múltiples mediante el test de Tukey.

Resultados y discusión

La ciruela silvestre *Prunus divaricata* Ledeb es un fruto de color anaranjado y pequeño tamaño, cuyo peso medio es de 4.38 ± 0.15 g.

Uno de los atributos de calidad de los frutos es su contenido de azúcares y de ácidos orgánicos, tanto por su contribución al dulzor del alimento, como por el equilibrio dulzor-acidez, que es igualmente valorado por los consumidores. En la ciruela *Prunus*

divaricata Ledeb se han cuantificado los azúcares sacarosa, glucosa, fructosa, arabinosa, rafinosa y el polialcohol sorbitol. Manosa no fue detectada y para rafinosa y arabinosa se registraron valores medios de 0.6 y 0.7 g/kg PF, respectivamente. Los compuestos mayoritarios fueron, en primer lugar sorbitol, con concentraciones en torno a 105 g/kg PF, seguido de fructosa, con 30 g/kg PF, glucosa, con 26 g/kg PF y sacarosa, con 14 g/kg PF. La concentración total, obtenida como suma de los compuestos individuales, se muestra en la Figura 1. Sorbitol contribuyó al contenido total con un 60%, glucosa y fructosa un 16% y sacarosa un 8%. Durante la evolución a 20°C, los niveles se mantuvieron entre 176 ± 1.69 y 181 ± 2.07 g/kg PF, es decir, apenas hubo variación. La conservación a 5°C+20°C ocasionó una pequeña disminución aunque no fue significativa ($P < 0.05$). Usenik et al. (2008) estudiaron cuatro variedades de ciruela local de Eslovenia, y encontraron que sacarosa, glucosa, fructosa y sorbitol fueron los principales azúcares, si bien la proporción entre los compuestos individuales fue diferente a la encontrada en este trabajo.

Los ácidos orgánicos analizados fueron: málico, succínico, cítrico, oxálico y tartárico. Estos dos últimos se detectaron a baja concentración (0.4-0.5 g/kg PF). Los mayoritarios fueron málico con 31 g/kg PF y succínico con 23 g/kg PF, y los valores de ácido cítrico estuvieron en torno a 1 g/kg PF. La suma total de estas concentraciones se muestra en la Figura 2, donde se puede observar que a lo largo de la conservación a 20°C y a 5°C+20°C hubo una ligera tendencia a disminuir. En los frutos que habían sido expuestos a la conservación en frío durante 3 semanas, los niveles fueron un poco más bajos (Figura 2). La contribución a la acidez global fue mayoritariamente del ácido málico, con un 56% respecto al total, y del ácido succínico, con un 40%. En ciruelas estudiadas por otros autores se registró que los ácidos que más contribuyeron a la acidez de las ciruelas estudiadas eran ácido málico, en primer lugar, y ácido cítrico (Kader y Mitchell, 1989; Crisosto, 1994). Estos resultados contrastan con los obtenidos en este estudio, donde el perfil fue diferente y el ácido cítrico contribuyó en baja proporción a la acidez total.

Desde el punto de vista sensorial, se puede considerar que el dulzor de la ciruela no varió con la conservación y la acidez disminuyó ligeramente, de modo que los frutos se percibirían más dulces globalmente. Por otro lado, merece la pena resaltar que la contribución al dulzor global se deba mayoritariamente al polialcohol sorbitol. Este azúcar-alcohol es un recurso muy adecuado para las dietas en las que debe evitarse glucosa y sacarosa, como es el caso de las dietas para enfermos diabéticos. También constituye un edulcorante natural, alternativo a la sacarosa, para consumidores en general. En consecuencia, los frutos con alta proporción en sorbitol, como es el caso de *Prunus divaricata* Ledeb, serán preferidos frente a otros productos en determinadas dietas (Forni et al., 1992; Dugalic et al., 2014).

Los elementos minerales son importantes para el normal funcionamiento del organismo y, por ello, es importante la incorporación de los mismos a través de la ingesta de alimentos. Las frutas y las verduras son una buena fuente de minerales y es interesante conocer para cada especie, cuáles son los elementos predominantes para ajustar la dieta a las necesidades de cada persona. El contenido mineral de *Prunus divaricata* Ledeb se muestra en la Tabla 1. Esta ciruela constituye una buena fuente de macronutrientes, teniendo en cuenta la concentración de potasio y fósforo, con 1.38 y 0.1 g/100 g PS, respectivamente, similar a otros frutos exóticos y frutos del bosque (Ayessou et al., 2014). Posee cantidades más discretas de calcio y magnesio, así como sodio. También puede ser una fuente de microelementos, como hierro, cobre, cinc y boro. En cuanto al contenido en nitrógeno y carbono, los valores registrados fueron 0.43 ± 0.02 y 39.40 ± 0.05 g/100 g PS, respectivamente.

Los antioxidantes son compuestos de interés para la salud porque retardan o frenan los procesos de envejecimiento que llevan a la muerte celular. Forman parte de los sistemas de defensa de los tejidos frente a situaciones de estrés. Entre estos compuestos se encuentran los carotenoides y la vitamina C. En el presente trabajo se ha analizado el perfil de carotenoides en los frutos recién recolectados (Figura 3). Los compuestos mayoritarios encontrados han sido β -caroteno y trans-luteína, con $531.84 \pm 2.43 \mu\text{g}/100 \text{ g PF}$ y $168.64 \pm 3.98 \mu\text{g}/100 \text{ g PF}$, respectivamente, lo que supuso un 64.64% y un 20.50% respecto al total. Otros carotenoides minoritarios encontrados aportaron $122.24 \pm 1.17 \mu\text{g}/100 \text{ g PF}$ y fueron neoxanteno, violaxanteno, zeaxanteno, β -criptoxanteno y α -caroteno.

Los carotenoides son precursores de vitaminas y tienen actividad antioxidante, con propiedades beneficiosas para algunas enfermedades y para el envejecimiento celular. Junto a los carotenoides, las vitaminas A y E forman micronutrientes solubles en grasas que tienen un papel muy importante en la salud del ser humano. Los carotenos, especialmente β caroteno, poseen actividad provitamina A; la vitamina A es necesaria para la visión normal, diferenciación celular, crecimiento y reproducción.

La luteína es conocida sobre todo por su importancia en la salud ocular, aunque también se ha demostrado que es un agente terapéutico potencial en una variedad de enfermedades no oculares. Esta molécula se sabe que tiene dos funciones en el ojo humano: actúa como un potente antioxidante y también como filtro de luz azul de alta energía, la cual tiene potenciales efectos perjudiciales. Estudios recientes sugieren que la luteína también puede ayudar en la supresión de diversas enfermedades oculares tales como degeneración macular relacionada con la edad, inflamación ocular, cataratas, y fotofobia (Murillo et al., 2010; Kalariya et al., 2012).

En la Figura 4 se muestra la evolución del contenido en ácido ascórbico. Inicialmente la concentración fue de $5.92 \pm 0.027 \text{ mg}/\text{kg PF}$. Durante la exposición a 20°C los valores se mantuvieron constantes a lo largo de todo el periodo de conservación. El almacenamiento en frío durante tres semanas ocasionó un aumento, que fue detectado desde la primera muestra después de estar 3 días a 20°C , y a partir de este momento se mantuvo hasta el final. Este aumento pudo ser una respuesta de los tejidos para mantener sin deterioro las estructuras, al estar expuestos a una temperatura en la que pueden desarrollar daños las variedades de ciruela sensibles a las bajas temperaturas (Lukatkin et al., 2012).

Los valores obtenidos en los análisis realizados, tanto de minerales, como de carotenoides y ácido ascórbico se encuentran dentro de los referenciados por otros autores en otras especies de frutos silvestres (Usenik et al., 2008; Tee et al., 2014).

Conclusiones

Los resultados indican que la ciruela silvestre *Prunus divaricata* Ledeb originaria de la costa del Mar Caspio es una buena fuente de hidratos de carbono, con aplicación interesante en dietas con bajo contenido en sacarosa y glucosa, siendo equilibrada la relación dulzor-acidez. También pueden jugar un papel importante en el aporte de elementos minerales y ser beneficiosa para la visión por su aporte en carotenoides. Así pues, el consumo de estos frutos puede considerarse un buen complemento nutritivo en la dieta humana.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por la Dirección General de Investigación y Gestión del Plan Nacional I+D+I, del Ministerio de Economía y Competitividad (Proyecto No. AGL2010-16505).

Agradecemos a los Profesores Diego Rivera (Universidad de Murcia) y Concepcion Obón (Universidad Miguel Hernández) su ayuda en la obtención del material vegetal.

Referencias

- Ayessou, N.C., Ndiaye, C., Cisse, M., Gueye, M., Sakho, M. y Dornier, M. 2014. Nutrient composition and nutritional potential of wild fruit *Dialium guineense*. *Journal of Food Composition and Analysis* 34 (2014) 186–191.
- Bhatt, I.D., Rawat, S., Badhani, A. y Rawal, R.S. 2017. Nutraceutical potential of selected wild edible fruits of the Indian Himalayan región. *Food Chemistry* 215: 84-91.
- Crisosto, C. H. 1994. Stone fruit indices: a descriptive review. *Postharvest News Inform.* 5, 65N-68N.
- Dugalic, K., Sudar, R., Viljevac, M., Josipovic, M., and Cupic, T. 2014. Sorbitol and sugar composition in plum fruits influenced by climatic conditions. **Journal of Agricultural Science and Technology** 16, 1145-1155.
- Forni, E., Erba, M.L., Maestrelli, A., and Polesello, A. 1992. Sorbitol and free sugar contents in plums. *Food Chemistry* 44, 269-275.
- Kader, A.A.; and Mitchell, F.G. 1989. Maturity and quality. In *Peaches, Plums and Nectarines - Growing and Handling for Fresh Market*, J.H. LaRue, and R.S. Johnson, eds. (University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Publication No. 3331), p. 158-164.
- Kalariya, N.M., Ramana, K.V. y vanKuijk, F.J.G.M. 2012. Focus on Molecules: Lutein. *Experimental Eye Research* 102: 107-108.
- Khoshbakht, K., Reza, M.A. and Hammer, K. 2007. Phenotypic diversity of fruits and kernels of *Prunus divaricata* Ledeb. in Northern Iran-implications for domestication and utilisation. *Tropentag*, October 9–11, Witzenhausen.
- Lukatkin, A.S., Brazaitytė, A., Bobinas, C., Duchovskis, P. 2012. Chilling injury in chilling-sensitive plants: a review. *Agriculture* 99: 111-124.
- Murillo, E., Meléndez-Martínez, A.J., y Portugal, F. 2010. Screening of vegetables and fruits from Panama for rich sources of lutein and zeaxanthin. *Food Chemistry* 122: 167–172.
- Tardío, J. 2011. Alimentos silvestres: la despensa más natural y nutritiva. *Ambienta* 95: 36-49.
- Lee Hong Tee, L.H., Yang, B., Nagendra, K.P., Ramanan, R.N., Sun, J., Chan, E.-S. Tey, B.T., Azlan, A., Ismail, A., Lau, C.Y., Jiang, Y. 2014. Nutritional compositions and bioactivities of *Dacryodes* species: A review. *Food Chemistry* 165: 247-255.
- Usenik, V., Kastelec, D., Veberic, R., and Stampar, F. 2008. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry* 111: 830-836.

Tablas y figuras

Tabla 1 - Elementos minerales en *Prunus divaricata* Ledeb tras la recolección.

Macroelemento	Ca	K	Mg	Na	P	S
Media (g /100 g)	0.04	1.38	0.04	0.01	0.10	0.02
s.e.	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Microelemento	B	Cu	Fe	Mn	Sr	Zn
Media (mg / kg)	16.11	8.74	9.94	3.62	6.28	8.44
s.e.	0.48	2.96	0.50	0.07	0.46	1.64

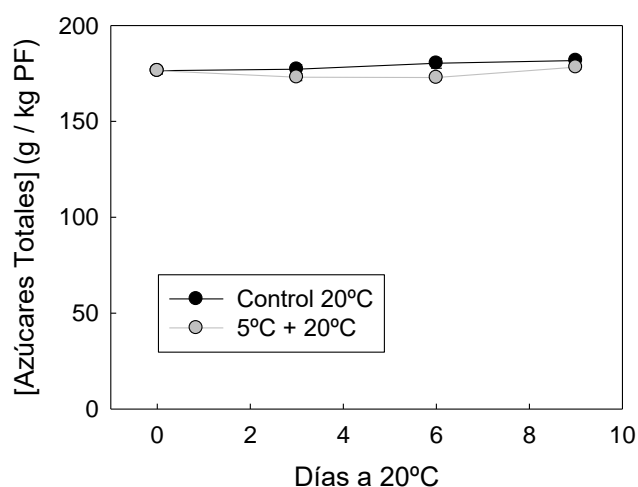


Figura 1 - Contenido total de azúcares en la ciruela silvestre *Prunus divaricata* Ledeb tras la conservación. Los valores representan la media \pm s.e. de 3 submuestras \times 3 extracciones \times 2 cuantificaciones.

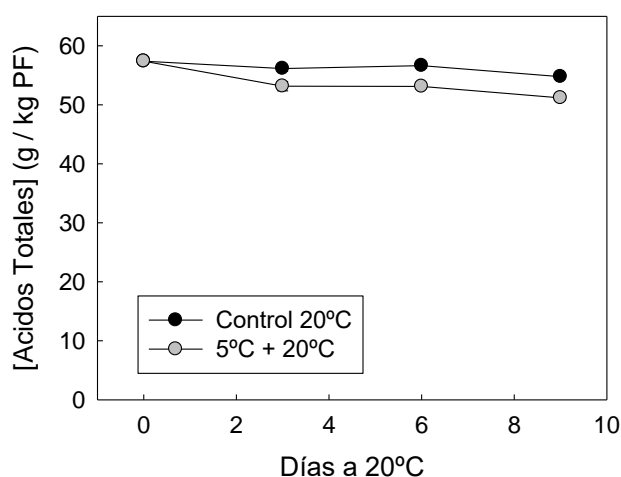


Figura 2 - Contenido total de ácidos orgánicos en la ciruela silvestre *Prunus divaricata* Ledeb tras la conservación. Los valores representan la media \pm s.e. de 3 submuestras \times 3 extracciones \times 2 cuantificaciones.

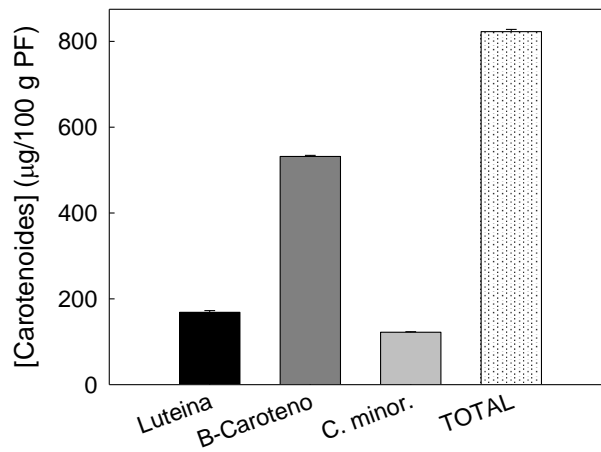


Figura 3 - Contenido de carotenoides en la ciruela silvestre *Prunus divaricata* Ledeb tras la recolección. Los valores representan la media \pm s.e. de 3 submuestras \times 3 extracciones \times 2 cuantificaciones.

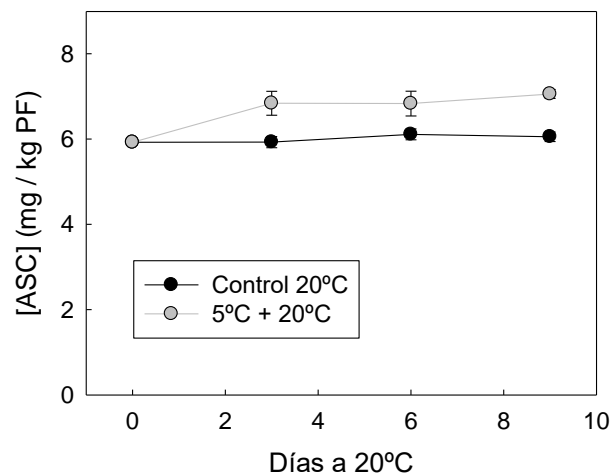


Figura 4 - Contenido de ácido ascórbico en la ciruela silvestre *Prunus divaricata* Ledeb tras la conservación. Los valores representan la media \pm s.e. de 3 submuestras \times 3 extracciones \times 2 cuantificaciones.