



Comunicación

Efecto de distintos tratamientos de conservación en la actividad antirradicalaria de alcaparras (*Capparis spinosa* L.) cultivadas en Santiago del Estero, Argentina

Effect of different preservation treatments on the antiradical activity of capers (*Capparis spinosa* L.) cultivated in Santiago del Estero, Argentina.

Evangelina Adela **González**¹, Yanina Soledad **Coria Cayupán**², Mónica Azucena **Nazareno**^{2*}

¹Facultad de Ciencias Forestales. ²INQUINOA-CONICET. Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912, Santiago del Estero, Argentina.

*Autora para correspondencia: nazareno@unse.edu.ar

Aceptado 01-Julio-2010

Resumen

Capparis spinosa L. es un arbusto cuyos botones florales, conocidos con el nombre de alcaparras, tienen una amplia aplicación en la gastronomía. Las alcaparras se comercializan en distintas presentaciones de acuerdo a los tratamientos de conservación a los que son sometidas. Se estudiaron posibles variaciones en la actividad antirradicalaria de alcaparras argentinas, como resultado de diferentes métodos de procesamiento en relación con el contenido de flavonoides. Se analizaron botones conservados en vinagre y secados en sal, comparándose los valores obtenidos con los botones frescos y secados en estufa a 55 °C. Paralelamente, con el objetivo de explorar nuevas fuentes de sustancias antioxidantes, se analizaron también las hojas de la planta. Los resultados en cuanto a la determinación de flavonoides indicaron que el contenido total en botones frescos correspondió a 37 mg/g de materia seca mientras que en hojas frescas el valor fue de 23 mg/g de materia seca. El contenido de rutina en ambas muestras correspondió a un 86,5 y 95,6 % del contenido total de flavonoides, para botones y hojas frescas, respectivamente. La actividad antirradicalaria, determinada por el método de decoloración del radical 2,2-difenil-1-picril-hidracilo, mostró correlación con

el contenido de flavonoides, siendo mayor para botones frescos con un valor equivalente a 46,7 mg/g de muestra seca. En cuanto al efecto de los tratamientos de conservación sobre los botones florales, se observó que la actividad antirradicalaria decrece en el siguiente orden: botones frescos > conservados en vinagre > secados a 55 °C > secados en sal. La mayor retención de la actividad antirradicalaria se observó en el tratamiento de conservación en vinagre, correspondiendo a un 62 % respecto a la actividad del material fresco. Los resultados indicaron que los botones florales al igual que las hojas son una importante fuente de flavonoides, especialmente rutina, incluso después de los tratamientos aplicados.

Palabras claves: alcaparras, actividad antirradicalaria, *Capparis spinosa* L., flavonoides, rutina, tratamientos de conservación.

Abstract

Capparis spinosa L. is a shrub whose flower buds, known as capers, have been globally used in gastronomy. Capers are available in different forms in the market according to their processing treatments. Possible variations in the antiradical activity of Argentinean capers were studied as a result of the different methods used to preserve them in relation to their flavonoid contents. Samples of *C. spinosa* capers after vinegar treatment and salt dried buds, were analyzed comparing the values obtained with those of fresh buds and also dried buds in an oven at 55 °C. Besides, in order to explore new sources of antioxidants, *C. spinosa* leaves were also analyzed. The results concerning the flavonoid determination indicated that the total content of fresh buds corresponded to 37 mg/g dry matter while the value in fresh leaves was 23 mg/g of dry matter. Rutin contents in both samples corresponded to 86.5 and 95.6 % of total flavonoid contents, respectively. The antiradical activity, determined by the bleaching method of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical, presented a good correlation with flavonoid contents, being higher for fresh buds with a value equivalent to 46.7 mg/g of dry sample. Considering the effect of the different preservation treatments on *C. spinosa* buds, the antiradical activity decreased in the following order: fresh capers > pickled capers > buds dried at 55 °C > salt dried buds. The highest retention of the antiradical activity was observed in the treatment with vinegar corresponding to a 62 % of the activity of the fresh material. The results indicated that the flower buds as well as the leaves can be considered a promising source of flavonoids, especially of rutin, even after the preservation treatments.

Key words: antiradical activity, capers, *Capparis spinosa* L., conservation methods, flavonoids, rutin.

INTRODUCCIÓN

Capparis spinosa L. es un arbusto que se desarrolla en zonas cálidas y secas con intensa irradiación solar. Las partes más aprovechadas de la planta son sus frutos y botones florales. Estos últimos, conocidos con el nombre de alcaparras, tienen una amplia aplicación en la gastronomía internacional

debido a su agradable aroma y particular sabor. Además del uso culinario, *C. spinosa* presenta también numerosos efectos benéficos para la salud asociados a la presencia de ciertas sustancias con capacidad antioxidante, entre otras (Mishra *et al.*, 2007), lo que explica su uso en la medicina alternativa desde tiempos remotos (Rajesh *et al.*, 2009). Numerosos estudios revelan su eficacia en problemas hepá-

ticos (Gadgoli y Mishra, 1999), anemias, arteriosclerosis, artritis, además de presentar propiedades antialérgicas, antihistamínicas (Trombetta *et al.*, 2005), hipolipidémicas (Eddouks *et al.*, 2005), efectos benéficos en el sistema cardiovascular (Zeggwagh *et al.*, 2007) e incluso se ha demostrado su acción como protector solar, entre otras propiedades (Khazaeli y Mehrabani, 2008).

A pesar de ser una especie de origen asiático (Jiang *et al.*, 2007), *C. spinosa* se cultiva a gran escala en España, Italia, Francia, Grecia y el Norte de África como así también en Sudamérica (Özdemir y Öztürk, 1996; Rhizopoulou *et al.*, 2006). Este cultivo se adapta a diferentes tipos de climas, suelos y sin grandes demandas tecnológicas por lo que se presenta como una interesante opción para los productores agrícolas de países en desarrollo. En el caso particular del cultivo de alcaparras en Argentina, la empresa Orígenes S. R. L. de la ciudad de La Banda, en la provincia de Santiago del Estero, ha logrado por selección natural una nueva variedad de plantas de alcaparras denominada AR1 “Alta Resistencia”. Esta variedad presenta ciertas características ventajosas particulares tales como, la carencia de espinas que facilita el manejo y cosecha; su naturaleza arbustiva, lo cual implica una mayor producción; rápido crecimiento, alta resistencia al stress hídrico, la salinidad y la temperatura, así como también la resistencia, en condiciones de adultez, a los depredadores naturales (Comunicación personal, Ángel Rico, 2006).

Entre los principales componentes bioactivos que presentan tanto los botones florales como las hojas se destacan los flavonoides (Sharaf *et al.*, 1997; Inocencio *et al.*, 2000; Sharaf *et al.*, 2000), siendo el componente mayoritario rutina o quercetina-3-rutinósido (Rodrigo *et al.*, 1992; Demir *et al.*, 2008). Rutina ($C_{27}H_{30}O_{16}$), es una sustancia sólida, de color amarillo claro, de peso molecular 610,53 Da y poco soluble en agua, cuya estructura química se muestra en la Fig. 1 (Ramezani *et al.*, 2008). Este flavonol glicosila-

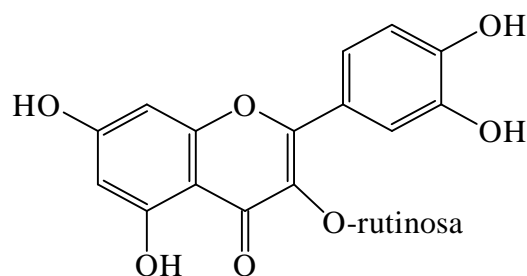


Figura 1.- Estructura química de rutina.

do tiene reconocidas propiedades antioxidantes (Van Acker *et al.*, 1996; Yang *et al.*, 2008) y terapéuticas tales como, reducción de la fragilidad capilar asociada con algunas enfermedades hemorrágicas o hipertensión (Yildizoğlu-Ari *et al.*, 1991), propiedades anticarcinogénicas (Webster *et al.*, 1996), y citoprotectoras contra lesiones gástricas (Pérez-Guerrero *et al.*, 1994). Debido a sus numerosas propiedades benéficas, rutina es un compuesto que posee un gran campo de aplicación tanto en la alimentación animal, en la elaboración de cosméticos, como estabilizante en la industria química, conservante de alimentos y absorbente de radiación UV (Palmer *et al.*, 2002).

Si bien en la bibliografía existe información acerca de las propiedades antioxidantes de las alcaparras y de los compuestos responsables de su bioactividad (Bonina *et al.*, 2002; Germano *et al.*, 2002; Tesoriere *et al.*, 2007), se ha comprobado que las características, tales como composición y concentración de los componentes responsables de la actividad antioxidante, dependen de numerosos factores tales como, la variedad del cultivo (Yen y Duh, 1995), estado de maduración (Yen y Duh, 1994), origen geográfico, condiciones climáticas, de cosecha y almacenamiento (Cuvelier *et al.*, 1996; Hagerman *et al.*, 1998). Por consiguiente, la in-

formación publicada sobre alcaparras de otras procedencias puede diferir de las cultivadas en nuestra región. Esto hace necesaria la caracterización de las alcaparras frescas usadas como materia prima para evaluar las diferencias con alcaparras producidas en distintas partes del mundo.

Además de los factores mencionados anteriormente, es importante analizar el efecto de los diferentes tratamientos de conservación aplicados a las alcaparras para su comercialización. Los botones florales no son comestibles en estado crudo, por lo que deben ser sometidos a ciertos tratamientos con vinagre o secados en sal para el desarrollo de su sabor característico y picante como así también para su preservación.

Dichos procesamientos comienzan, inmediatamente luego de la recolección y limpieza, con un secado al aire durante un periodo de 4 a 6 horas. Una vez transcurrido este tiempo, se sumergen los botones en una solución acuosa sobresaturada de sal iniciándose un proceso de fermentación. Al finalizar esta etapa, el valor de pH de la solución desciende lo suficiente como para inhibir el crecimiento de microorganismos no deseables, alcanzándose las condiciones físico-químicas que permiten su conservación por tiempo prolongado. El siguiente paso implica la separación de las alcaparras en los diferentes calibres de acuerdo a los requerimientos comerciales y, a partir de allí, la preparación de las distintas formas de comercialización. Por ejemplo, pueden colocarse en una solución acuosa de vinagre cuyo valor de pH sea menor a 4,3 a temperatura de 20 °C (CAA, 2006), manteniéndose así durante aproximadamente un mes antes de estar aptas para su consumo. Otra forma comercial consiste en la preparación de los botones en sal, que suele hacerse con los calibres más gruesos escurriendo la salmuera inicial para luego adicionar sal. El secado por convección es también otra alternativa para la preservación de las alcaparras. Su principal función es disminuir la actividad de agua y

consecuentemente inhibir el crecimiento de microorganismos y la reducción de las reacciones químicas que puedan alterar el producto (Ratti, 2001).

Sobre la base de lo mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de los distintos tratamientos de conservación que son aplicados a las alcaparras, sobre la capacidad depuradora de radicales libres de sus extractos y su relación con el contenido de flavonoides. También se estudió la factibilidad de aprovechar otras partes de la planta tales como las hojas, actualmente consideradas residuos agrícolas generados en cantidades importantes durante la época de poda de este cultivo, como fuentes de antioxidantes para su utilización en farmacología, medicina o cosmetología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos y solventes

Todos los reactivos usados en este estudio fueron calidad pro-análisis. Rutina de marca Parafarm (97,2 % de pureza), fue purificada por recristalizaciones sucesivas en metanol. El radical 2,2-difenil-1-picril-hidracilo (DPPH[•]) fue adquirido en Sigma-Aldrich, Buenos Aires, Argentina. El metanol y el cloroformo (marca Cicarelli) fueron provistos por Reagents S. A. (Buenos Aires, Argentina). Acetonitrilo (C₂H₃N) y ácido acético (grado HPLC) fueron provistos por Sintorgan S. A., Buenos Aires, Argentina; y agua ultrapura MilliQ®.

Muestreo y preparación de las muestras

Todas las muestras de *C. spinosa* empleadas en el presente trabajo fueron proporcionadas por la Empresa Orígenes S. R. L. Las hojas frescas fueron obtenidas durante el mes de julio de 2007 correspondiente al periodo de poda de la planta; mientras que los botones frescos fueron recolectados en el mes de octu-

bre del mismo año, de la plantación de la empresa ubicada en la ciudad de La Banda, Provincia de Santiago del Estero, República Argentina. El muestreo fue realizado en forma aleatoria del material vegetal almacenado a granel. Las muestras comerciales fueron tomadas de frascos de cajas almacenadas correspondientes a tres lotes diferentes de la producción propia de la empresa. Entre estos últimos se estudiaron, botones en vinagre, en salmuera, botones secados en sal y secados en estufa (marca DALVO, modelo CHR 2550) a 55 °C durante cuatro días, aproximadamente. Este último procedimiento se aplicó también a las hojas. En todos los casos, las muestras fueron previamente lavadas con agua destilada en cantidad suficiente para remover completamente, en el caso que corresponda, restos del líquido de remojo (vinagre, salmuera) o bien para desalarlo. La determinación del contenido de humedad en botones y hojas se realizó mediante secado en estufa hasta peso constante (AOAC, 1995).

Determinación de rutina y flavonoides totales

Los extractos de *C. spinosa* para las determinaciones de rutina y de flavonoides totales, se prepararon partiendo de 1,5 a 9,0 g de muestra, dependiendo del material. En primera instancia se procedió a su desgrasado, mediante extracción Soxhlet con cloroformo durante 4 horas (Ramezani *et al.*, 2008). La extracción de flavonoides se realizó a partir del material desgrasado utilizando metanol en reflujo por 2 h en tres extracciones sucesivas, hasta completar un volumen de 100 mL. La determinación del contenido de rutina se llevó a cabo por HPLC utilizando para ello un cromatógrafo KONIK 500A equipado con una columna Spherisorb ODS2 (5 µm; 0,4 x 25 cm) a 25 °C utilizando un detector KONIK UV-VIS 200. La longitud de onda para la detección fue de 360 nm. La fase móvil usada fue acetonitrilo-agua-ácido acético (15:84:1) en

modo isocrático a un flujo de 1,2 mL/min. La cuantificación se llevó a cabo por el método del estándar externo empleando rutina comercial como patrón analítico.

El contenido de flavonoides totales se determinó mediante espectrofotometría UV-Vis, utilizando un equipo UNICAM-UV2, evaluando a 420 nm la formación del complejo flavonoide-AlCl₃ en solvente metanólico. Todos los análisis se realizaron por triplicado. Los resultados se expresaron en mg de rutina/g de muestra. A fin de comparar la variación en el contenido de polifenoles, para los tratamientos que implican secado, los resultados para las muestras frescas (hojas y botones) se expresaron en base seca.

Determinación de la actividad antirradicalaria

La actividad antirradicalaria de los extractos se determinó utilizando el método de decoloración del radical libre estable 2,2-difenil-1-picril-hidrácilo (DPPH) (Brand-Williams *et al.*, 1995). Esta especie en solución presenta una intensa banda de absorción a 515 nm que decae en el tiempo por acción de antioxidantes hasta alcanzar un estado estacionario.

Los extractos de *C. spinosa* fueron obtenidos a partir del reflujo de 2,5 g de cada muestra utilizando metanol como solvente de extracción y llevados a un volumen final de 50 mL. Las determinaciones se realizaron por triplicado. Un experimento típico consistió en adicionar a una celda de vidrio, conteniendo 3 mL de solución metanólica de DPPH[•] de concentración 60 µM, distintas alícuotas de extractos de alcaparras ajustadas de modo de consumir entre 30 a 70 % del radical. El monitoreo del decaimiento de la absorbancia se realizó durante 10 min en ciclos cada 30 s. Los resultados se expresaron como actividad antirradicalaria porcentual (AAR %) y se calcularon de acuerdo a la Ec. 1, sugerida por Burda y Oleszek (2001):

$$\text{Ecuación (1)} \quad \text{AAR \%} = 100 \times \left[1 - \frac{\text{Abs}_{\text{EE}}}{\text{Abs}_0} \right],$$

donde Abs_{EE} corresponde a la absorbancia de la solución al estado estacionario (EE) y Abs_0 es la absorbancia de la solución de DPPH' antes de la adición de los extractos. La disminución de la absorbancia por efecto de dilución fue corregida. El valor de Abs_{EE} se estimó por ajuste exponencial de las curvas cinéticas. Los valores obtenidos de AAR % se normalizaron por mg de muestra y también se expresaron en mg de rutina equivalentes por g de muestra (AARER).

Análisis estadísticos

Para el cálculo de los valores promedios, desviaciones estándar y el estudio de correlación lineal se empleó el software Microsoft® Office Excel, versión 2003 (Microsoft® Corporation, Redmond, WA, USA) y para el ajuste exponencial de las curvas cinéticas se utilizó el software Origin®, versión 7.0 (OriginLab™ Corporation, Northampton, MA, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la capacidad atrapadora de radicales libres y el contenido de sustancias bioactivas para las distintas muestras analizadas de *C. spinosa* se muestran en el Cuadro 1. Los valores se expresaron en base seca para su comparación. Los contenidos de humedad determinados para hojas y botones frescos fueron del 81,4 y del 84,0 %, respectivamente.

A partir de estos resultados pudo observarse que las mayores concentraciones de rutina y flavonoides totales correspondieron a los botones frescos, con valores de 32 y 37 mg/g de materia seca, respectivamente, seguido

por las hojas frescas con contenidos de 22 y 23 mg/g. De acuerdo a los valores determinados, rutina es el componente mayoritario con un aporte de más del 85 % del contenido total en hojas y botones frescos, coincidentemente con lo informado por otros autores (Tesoriere *et al.*, 2007). La Fig. 2 presenta un cromatograma típico de una muestra de botones frescos donde puede observarse la presencia de este flavonoide y de otros constituyentes en menores proporciones.

El contenido de rutina para botones frescos expresados en base húmeda fue de 5,1 mg/g. Este valor es ligeramente superior a los informados por otros autores. Germano *et al.*, (2002) indicaron un contenido de este flavonoide en botones florales de *C. spinosa* provenientes de Italia, de 3,9 mg/g; por su parte Tesoriere *et al.* (2007) determinaron, en *C. spinosa* de Sicilia, un contenido de 1,6 mg/g. Inocencio *et al.* (2000) informaron que el aporte de rutina en alcaparras es de 4 mg/g.

Si bien, se ha determinado el contenido de rutina para distintas partes de *C. spinosa*, en especies silvestres procedentes de Juzestán, en Irán (Ramezani *et al.*, 2008), éste es el primer informe acerca del contenido de flavonoides totales en hojas de plantas cultivadas en Argentina. El valor expresado en base húmeda fue de 4,3 mg/g de hojas frescas, correspondiendo el 98 % a rutina. En base a los resultados de las determinaciones, las hojas son también una fuente de estos compuestos bioactivos, especialmente rutina, que pueden ser consideradas para su aprovechamiento mediante la extracción de estas sustancias, de modo de hacer uso de estos residuos agroindustriales.

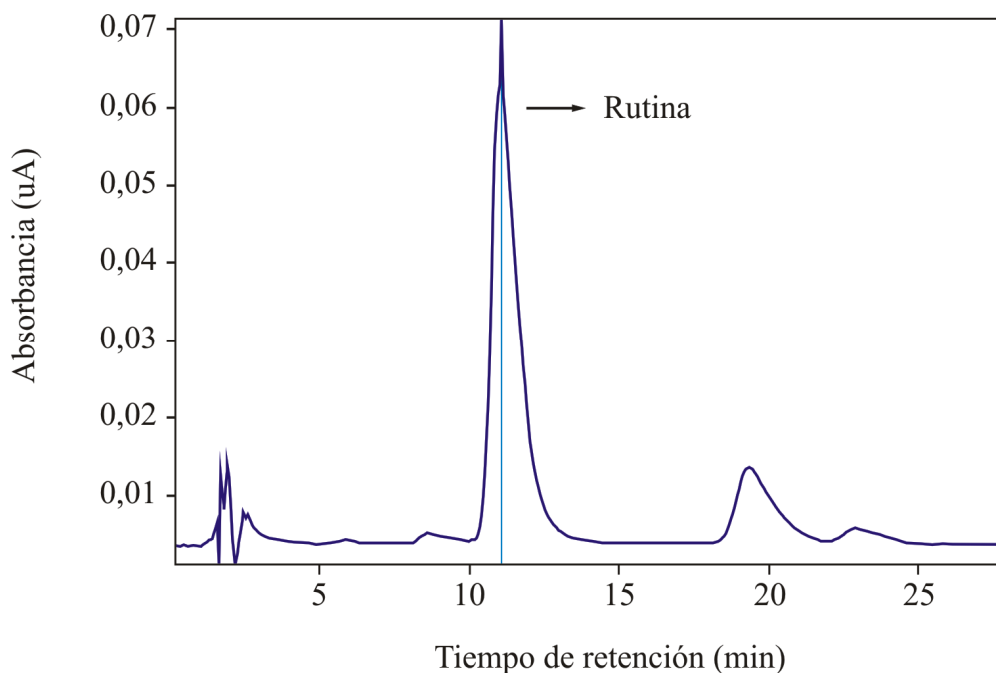
Los distintos tratamientos provocaron pérdidas de rutina y flavonoides totales por degradación en todas las muestras procesadas.

El porcentaje de retención de rutina producido en hojas por el secado a 55 °C, fue de 60 % y para flavonoides totales de 66 % aproximadamente. Similarmente, para las muestras de botones secados a 55 °C, los

Cuadro 1.- Actividad antirradicalaria, contenido de rutina y flavonoides totales de las diferentes muestras de *Capparis spinosa* L. analizadas.

Muestra	AAR % (%/mg \pm D. S.)	AARER (mg rutina eq/g \pm D. S.)	Rutina (mg/g \pm D. S.)	Flavonoides totales (mg/g \pm D. S.)
Botones frescos	85 \pm 3	46,7 \pm 0,8	32 \pm 2	37 \pm 1
Botones en vinagre	53 \pm 2	29,1 \pm 0,6	15,6 \pm 0,8	25,4 \pm 0,8
Botones secos a 55°	35 \pm 1	19,1 \pm 0,3	18,2 \pm 0,6	26 \pm 1
Botones secos en sal	17,7 \pm 0,7	9,7 \pm 0,2	10,9 \pm 0,4	14,4 \pm 0,4
Hojas frescas	52 \pm 2	28,5 \pm 0,6	22 \pm 1	23 \pm 1
Hojas secas a 55°	31 \pm 1	17,2 \pm 0,3	13,2 \pm 0,6	15,1 \pm 0,5

AAR %: actividad antirradicalaria porcentual. AARER: actividad antirradicalaria en equivalentes de rutina. Los valores informados son promedios de tres repeticiones y sus desviaciones estándar (D. S.). Los valores se expresan en base seca.



uA: unidades de Absorbancia (adimensional).

Figura 2.- Cromatograma HPLC del extracto metanólico de botones frescos. (Condiciones de análisis descritas en sección experimental).

porcentajes de retención, correspondieron a 57 % para rutina y 70 % para los flavonoides totales. Esta reducción de los niveles de polifenoles fue también observada por Larrauri *et al.* (1998), durante el secado de uvas rojas a diferentes temperaturas y por Dietrych-Szostak y Oleszek (1999), durante el procesamiento de trigo sarraceno a diferentes regímenes de temperaturas.

El tratamiento en vinagre provocó una retención de rutina del 50 % y de flavonoides totales del 68 %. Esto es coincidente con lo observado por Kim *et al.* (2007), quienes estudiando el efecto del encurtido sobre el perfil de isoflavonas de semillas de *Rhynchosia nolubilis*, observaron la disminución del contenido de polifenoles totales, isoflavonas, atribuyéndolo a la elución de los componentes hacia el vinagre, corroborado por la observación de las soluciones de remojo de las muestras analizadas.

Con respecto a la capacidad atrapadora de radicales libres de los extractos de *C. spinosa*, las hojas y los botones frescos presentaron una actividad equivalente a 28,5 y 46,7 mg de rutina eq/g de materia seca, respectivamente. De la comparación de los contenidos de este flavonoide surge que la contribución de la rutina a la AARER es del 77 y 68,5 %, respectivamente, indicando que fue el principal responsable de dicha actividad en las muestras frescas.

El factor estequiométrico de rutina determinado para el cálculo de la AARER, correspondió a 2 moles de DPPH' por mol de este flavonoide, coincidente con el valor observado por Dangles *et al.* (1999) para las reacciones realizadas en metanol como solvente.

En cuanto al efecto de los distintos procesamientos pudo observarse que, en general, los tratamientos aplicados provocan una disminución de la capacidad para desactivar radicales libres con respecto a los materiales frescos. En el mismo sentido, hay un informe coincidente en la literatura; Jałoszyński

et al. (2008) observaron que el secado de plantas de orégano produjo una pérdida de aproximadamente el 50 % del contenido polifenólico, disminuyendo también su capacidad de desactivar al radical libre DPPH'.

Los tratamientos de los botones por secado a 55 °C y por conservación en vinagre no mostraron diferencias entre sí en el contenido de flavonoides, aunque en cuanto al contenido de rutina, se observó una ligera diferencia. En relación a la retención de la AAR, ambos tratamientos presentaron comportamientos distintos. Para los botones secos a 55 °C, la AARER indicó que rutina contribuyó al 95 % de la actividad mientras que para los botones en vinagre se observó un valor 1,52 veces superior aún cuando rutina no incrementó de manera proporcional, correspondiendo en este caso a un 54 % de los compuestos activos. La fracción remanente correspondió a otros compuestos antioxidantes que en estas condiciones fueron retenidos; mientras que, durante el tratamiento de secado a 55 °C, por el contrario perdieron su actividad.

Para el caso de los botones el orden de actividad observado fue: frescos > conservados en vinagre > secos a 55 °C > secos en sal. Se destaca que la mayor pérdida en la actividad antirradicalaria correspondió al secado en sal mientras que el tratamiento en vinagre permitió la mayor retención de dicha actividad.

Por otra parte, se encontraron buenas correlaciones entre los contenidos de rutina y de flavonoides con la actividad antirradicalaria. La correlación para el contenido de rutina en función de la AAR % ($y = 5,4 + 0,53x$) presentó un valor de coeficiente de correlación (R) de 0,92; mientras que para el contenido de flavonoides en función de la AAR % ($y = 11,2 + 0,56x$) el coeficiente R fue de 0,95. Esto explica la reducción de la actividad observada para los diferentes tratamientos como consecuencia de la disminución en el contenido de estos compuestos.

CONCLUSIONES

- El flavonoide mayoritario encontrado tanto en botones florales como en hojas de *C. spinosa* var. AR1, cultivada en Santiago del Estero, Argentina, fue rutina.
- Todos los tratamientos aplicados produjeron disminución en el contenido de flavonoides, siendo el tratamiento de botones en vinagre el que logró los mayores niveles de retención.
- En cuanto a la actividad antirradicalaria, el orden observado fue: botones frescos > botones conservados en vinagre > hojas frescas > botones secos a 55 °C > hojas secas a 55 °C > botones secos en sal.
- Los botones florales y hojas de *C. spinosa* son interesantes fuentes de antioxidantes incluso después de los tratamientos de conservación.

AGRADECIMIENTOS

A los Sres. Ángel y Pablo Rico, gerentes de la Empresa Orígenes S. R. L. por la gentil provisión de las muestras para análisis. Al Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas-Universidad Nacional de Santiago del Estero (CICyT-UNSE) por el apoyo financiero. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por la beca doctoral de Yanina Soledad Coria Cayupán.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (1995). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (16ta. ed.). Washington, USA.
- Bonina, F.; Puglia, C.; Ventura, D.; Aquino, R.; Tortora, S.; Sacchi, A.; Saija, A.; Tomaino, A.; Pellegrino, M.L. and de Caprariis, P. 2002. *In vitro* antioxidant and *in vivo* photoprotective effects of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds. Journal of Cosmetic Science. 53:321-335.
- Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie (LWT) - Food Science and Technology. 28(1):25-30.
- Burda, S. and Oleszek, W. 2001. Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 49(6):2774-2779.
- CAA. 2006. Código Alimentario Argentino. Capítulo 3, art.172.
- Cuvelier, Marie Elisabeth; Richard, Hubert and Berset, Claudette 1996. Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. Journal of the American Oil Chemists' Society. 73(5):645-652.
- Dangles, Olivier; Fargeix, Guillaume and Dufour, Claire. 1999. One-electron oxidation of quercetin and quercetin derivatives in protic and non protic media. Journal of Chemical Society, Perkin Transactions 2. 1387-1395.
- Demir, Yasar; Alayli-Güngör, Azize; Duran, Elif Duygu and Demir Nazan. 2008. Cysteine protease (capparin) from capsules of caper (*Capparis spinosa*). Food Technology and Biotechnology. 46(3):286-291.
- Dietrych-Szostak, D. and Oleszek, W. 1999. Effect of processing on the flavonoid content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Möench) grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47(10):4384-4387.
- Eddouks, M.; Lemhadri, A. and Michel, J.B. 2005. Hypolipidemic activity of aqueous extract of *Capparis spinosa* L. in normal and diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology. 98(3):345-350.
- Gadgoli, Chhaya and Mishra, S.H. 1999. Antihepatotoxic of activity *p*-methoxy benzoic acid from *Capparis spinosa*. Jour-

- nal of Ethnopharmacology. 66(2):187–192.
- Germano, Maria Paola; De Pasquale, Rita; D'Angelo, Valeria; Catania, Stefania; Silvani, Virginia and Costa, Chiara. 2002. Evaluation of extracts and isolated fraction from *Capparis spinosa* L. buds as an antioxidant source. Journal of Agricultural Food Chemistry. 50(5):1168-1171.
- Hagerman, Ann E.; Riedl, Ken M.; Jones, G. Alexander; Sovik, Kara N.; Ritchard, Nicole T.; Hartzfeld, Paul W. and Riechel, Thomas L. 1998. High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46(5):1887-1892.
- Inocencio, C.; Rivera, D.; Alcaraz, F. and Tomás-Barberán, F.A. 2000. Flavonoid content of commercial capers (*Capparis spinosa*, *C. sicula* and *C. orientalis*) produced in mediterranean countries. European Food Research and Technology. 212(1):70-74.
- Jałoszyński, Klaudiusz; Figiel, Adam and Wojdyło, Aneta. 2008. Drying kinetics and antioxidant activity of oregano. Acta Agrophysica. 11(1):81-90.
- Jiang, Hong En; Li, Xiao; Ferguson, David K.; Wang, Yu Fei.; Liu, Chang Jiang and Li, Cheng Sen. 2007. The discovery of *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) in the Yanghai Tombs (2800 years B. P.), NW China, and its medicinal implications. Journal of Ethnopharmacology. 113(3):409-420.
- Khazaeli, Payam and Mehrabani, Mitra. 2008. Screening of sun protective activity of the ethyl acetate extracts of some medicinal plants. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 7(1):5-9.
- Kim, Seok Joong; Shin, Jee Young; Cho, Moo Ho; Oh, Young Sook; Park, Na Young and Lee, Shin Ho. 2007. Antioxidant activity and isoflavones profile of *Rhynchosia nolubilis* seeds pickled in vinegar (Chokong). Food Science and Biotechnology. 16(3):444-450.
- Larrauri, José A.; Sánchez-Moreno, Concepción and Saura-Calixto, Fulgencio. 1998. Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46(7):2694-2697.
- Mishra, S.N.; Tomar, P.C. and Lakra, N. 2007. Medicinal and food value of *Capparis*. Indian Journal of Traditional Knowledge. 6(1):230-238.
- Özdemir, Filiz and Öztürk, Münir, 1996. Studies on the autecology of *Capparis* L. species distributed in West Anatolia. Turkish Journal of Botany. 20(2):117-127.
- Palmer, Helen; Ohta, Mari; Watanabe, Masumi and Suzuki, Tetsuya. 2002. Oxidative stress-induced cellular damage caused by UV and methyl viologen in *Euglena gracilis* and its suppression with rutin. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. 67(2):116–129.
- Pérez-Guerrero, C.; Martín, M.J. and Marhuenda, E. 1994. Prevention by rutin of gastric lesions induced by ethanol in rats: role of endogenous prostaglandins. General Pharmacology: The Vascular System. 25(3):575-580.
- Rajesh, P.; Selvamani, P.; Latha, S.; Saraswathy, A. and Rajesh-Kannan, V. 2009. A review on chemical and medicobiological applications of Capparidaceae family. Pharmacognosy Reviews. 3(6):378-387.
- Ramezani, Zahra; Aghel, Nasrin and Keyghobadi, Hossein. 2008. Rutin from different parts of *Capparis spinosa* growing wild in Khuzestan/Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(5): 768-772.
- Ratti, C. 2001. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. Journal of Food Engineering 49(4):311-319.

- Rhizopoulou, S.; Loannidi, E.; Alexandredes, N. and Argiroupolos, A. 2006. A study on functional and structural traits of the nocturnal flowers of *Capparis spinosa* L. *Journal of Arid Environments*. 66(4):635-647.
- Rodrigo, M.; Lazaro, M.J.; Alvarruiz, A. and Giner, V. 1992. Composition of capers (*Capparis spinosa*): influence of cultivar, size and harvest date. *Journal of Food Science*. 57(5):1152-1154.
- Sharaf, Mohamed; El-Ansari, Mohamed A. and Saleh, Nabel A.M. 1997. Flavonoids of four *Cleome* and three *Capparis* species. *Biochemical Systematics and Ecology*. 25(2):161-166.
- Sharaf, M.; El-Ansari, M.A. and Saleh, N.A.M. 2000. Quercetin triglycoside from *Capparis spinosa*. *Fitoterapia*. 71(1):46-49.
- Tesoriere, L.; Butera, D.; Gentile, C. and Livrea, M.A. 2007. Bioactive components of caper (*Capparis spinosa* L.) from Sicily and antioxidant effects in a red meat simulated gastric digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55(21):8465-8471.
- Trombetta, Domenico; Occhiuto, Francesco; Perri, Daniela; Puglia, Carmelo; Santagati, Natale A.; De Pasquale, Anna; Saija, Antonella and Bonina, Francesco. 2005. Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds. *Phytotherapy Research*. 19(1):29-33.
- Van Acker, Saskia A.B.E.; Van Den Berg, Dirk Jan Van; Tromp, Michèl N.J.L; Griffioen, Désirée H.; Van Bennekom, Wout P.; Van Der Vijgh, Wim J.F. and Bast, Aalt 1996. Structural aspects of antioxidant activity of flavonoids. *Free Radical Biology & Medicine*. 20(3):331-342.
- Webster, R.P.; Gawde, M.D. and Bhattacharya, R.K. 1996. Protective effect of rutin, a flavonol glycoside, on the carcinogen-induced DNA damage and repair enzymes in rats. *Cancer Letters*. 109(1-2):185-191.
- Yang, Jianxiong; Guo, Juan and Yuan, Jiangfeng. 2008. *In vitro* antioxidant properties of rutin. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie (LWT) - Food Science and Technology*. 41(6):1060-1066.
- Yen, Gow Chin and Duh, Pin Der. 1995. Antioxidant activity of methanolic extracts of peanut hulls from various cultivars. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 72(9):1065-1067.
- Yen, Gow Chin and Duh, Pin Der. 1994. Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42(3):629-632.
- Yildizoğlu-Ari, Nuray; Altan, V. Melih; Altinkurt, Orhan and Öztürk, Yusuf. 1991. Pharmacological effects of rutin. *Phytotherapy Research*. 5(1):19-23.
- Zeggwagh, N.A.; Michel, J.B.; Sulpice, T. and Eddouks, M. 2007. Cardiovascular effect of *Capparis spinosa* aqueous extract in rats. Part II: furosemide-like effect of *Capparis spinosa* aqueous extract in normal rats. *American Journal of Pharmacology and Toxicology*. 2(3):130-134.