

# Estudio de la capacidad antioxidante del *Aloe Vera* cultivado en Canarias

A. López Monzón, D. Vega Moreno, Miguel A. Suárez de Tangil Navarro, Milagros Rico Santos

Las especies del género *Aloe* han sido usadas desde hace más de 5000 años en medicina tradicional por las civilizaciones egipcia y mediterránea. En la medicina popular se le atribuyen los siguientes beneficios: inhibidor del dolor y de la alergia, antiinflamatorio, disminuye la retención de líquidos y los olores de sudoración, así como las hemorragias, cicatrización de heridas y regeneración celular, antiparásitos, eficaz contra bacterias y hongos en el tracto intestinal, aliviar la tensión intestinal ayudando a producir los movimientos del intestino, hidratación de la piel, aumenta el flujo sanguíneo, elimina las toxinas y el tejido muerto, penetra la piel para llegar a los tendones, los músculos, las articulaciones y el sistema linfático, y promueve el crecimiento de nuevo tejido. En Canarias gran parte de la población cree en la acción beneficiosa del gel de aloe, de manera que ha llegado a desempeñar un papel destacado como remedio popular. Sin embargo, los métodos de control de calidad para productos de pita sábila o aloe no han sido desarrollados. En el presente trabajo se comparan el contenido total de polifenoles (CTP) y la actividad antioxidante (AA) de extractos preparados de hojas de *Aloe vera*. Además, se identificaron y cuantificaron algunos de los compuestos antioxidantes de los extractos.

*Aloe species have been used for over 5000 years in folk medicine by Egyptian, Assyrians and Mediterranean civilizations, and in Biblical times. In folk medicine, Aloe vera benefits include: as a pain and allergy inhibitor, for inflammation, fluid retention, perspiration odours, hemorrhaging and to close cuts for cell regeneration, to destroy parasites, harmful bacteria and fungi in the intestinal tract, increase blood flow, remove toxins. In the Canary Islands there is a considerable belief in the beneficial action of the aloe gel among the population, so that Aloe vera has come to play a prominent role as a contemporary folk remedy. However, quality control methods for aloe or aloe preparations have not been extensively studied. On the present study we compare the total phenolic contents (TPC) and antioxidant activities of several extracts derived from Aloe vera plants. In addition, we identified and quantified some of the antioxidant compounds in the extracts.*

## Introducción

La oxidación es un proceso natural que sucede en las moléculas orgánicas, con importantes implicaciones negativas en la salud humana y en la conservación de los alimentos.

Los radicales libres son moléculas altamente reactivas que poseen

electrones desapareados. Se trata de especies químicas deficientes en electrones, y por ello se combinan rápidamente con un electrón de otro átomo. "Atacan" a las moléculas más cercanas para "robarles" sus electrones. Cuando la molécula que ha sido atacada, pierde su electrón, se transforma ella misma en otro ra-

dical, y comienza entonces una "cadena de robos de electrones". La oxidación (robo de los electrones) causada por los radicales libres reduce la capacidad de combatir el envejecimiento y enfermedades asociadas al mismo. Crece el número de investigaciones que confirman la relación entre una excesiva produc-



Artículo patrocinado por

**Ayuntamiento de Santa Lucía y  
Compañía Cervecería de Canarias**

ción de radicales libres y algunos estados patológicos asociados al envejecimiento tales como cáncer, enfermedades cardiovasculares (arterosclerosis, obstrucción coronaria, etc.) o enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer y Parkinson.

Existe un interés creciente en el estudio de la composición química de las plantas, debido precisamente a las propiedades de algunos componentes que pueden inhibir, interrumpir o frenar los procesos oxidativos y contrarrestar la actividad de los radicales libre (Cieslik y col., 2006).

La mejor manera de prevenir las enfermedades mencionadas anteriormente es consumir una dieta óptima que contenga antioxidantes naturales. En este sentido, muchos investigadores han señalado los polifenoles presentes en plantas; existen muchas evidencias de que estas sustancias son antioxidantes eficientes, con una actividad antioxidante más potente que las vitaminas (Bravo, 1998). Por lo tanto, infusiones o formulaciones de estas plantas constituirían un suplemento farmacéutico para la prevención de enfermedades asociadas al envejecimiento.

Además, los compuestos antioxidantes presentan las propiedades adecuadas para su uso como conservantes alimentarios, pudiendo evitar el deterioro que causan en los alimentos los procesos oxidativos. Se estima, que en la actualidad, la mitad de la fruta y verdura cose-

## El objetivo de este trabajo es el estudio de la capacidad antioxidante de extractos de Aloe vera y el análisis del contenido de compuestos polifenólicos responsables de dicha actividad

chada en el mundo se pierde después de la recogida como consecuencia de su deterioro oxidativo. La pérdida del sabor, del valor nutricional, del color y la textura, así como de la seguridad en la ingesta de alimentos se debe principalmente a la oxidación. Para solventarlo, desde comienzos del siglo pasado se han introducido en la industria alimentaria antioxidantes sintéticos como por ejemplo BHA (3-*terc*-butil-4-hidroxianisol) y BHT (2,6-di-*terc*butil-4-metilfenol). Pero en los últimos años se han impuesto restricciones en el uso de estos compuestos sintéticos debido a las sospechas sobre su posible efecto carcinogénico, tal y como reconoce la Organización Mundial de la Salud (Mahdavi & Salunkhe, 1995). Esto unido a la creciente preocupación de los consumidores por la seguridad de los alimentos, por su valor nutricional y por los beneficios fisiológicos adicionales que puede conllevar su consumo, ha provocado un aumento de la demanda de nuevos alimentos enriquecidos con

antioxidantes naturales (Hudson, 1990). Por otra parte, ha aumentado también la preocupación por mantener un aspecto joven y en consecuencia, por la cosmética, hasta tal punto, que a menudo se utiliza el reclamo "enriquecidos en antioxidantes" en los anuncios publicitarios de muchos productos en los medios de comunicación.

En las Islas Canarias las temperaturas medias de todo el año oscilan apenas cinco grados: entre 17° y 24° C. Esto las convierte en un enclave excepcional en el mundo ya que la climatología favorece una riqueza biológica reflejada en la gran variedad de plantas medicinales: 76 endemismos canarios, 28 endemismos macaronésicos, 389 especies naturalizadas.

Estas especiales condiciones climáticas suponen una intensa radiación solar, que favorece la formación de radicales libres y otros agentes oxidantes y que obligan a las plantas a desarrollar mecanismos de defensa frente a este medio tan agresivo, formados principalmente por compuestos con alta eficacia antioxidante, antiparásitos, herbicidas, antimicrobiana. De manera que la biodiversidad de las especies canarias, junto a la diversidad química encontrada en cada especie, con diferencias cuantitativas y/o cualitativas en su composición química, con respecto al resto de las especies encontradas en otras regiones, constituye un recurso prácticamente ilimitado (Triana y col, 2000, 2003 y 2005). Este recurso puede ser utilizado de forma muy favorable, a

través de la biotecnología, con el fin de desarrollar productos para la agricultura, compuestos farmacéuticos, materiales de investigación médica y en la industria cosmética y alimentaria.

El género *Aloe* (Liliaceae) está constituido por cerca de 600 especies cuyo origen se encuentra principalmente en África. En Canarias las diferentes especies del género *Aloe* han sido introducidas, aunque crecen espontáneamente al menos tres especies que son las siguientes: *A. barbadensis* (*Aloe vera*), *A. arborescens* y *A. ciliaris*, presentes en la isla de Gran Canaria. Todas ellas han sido ampliamente utilizadas en medicina tradicional, y cada vez existen en el mercado más productos elaborados a partir de *Aloe vera* debido a sus reconocidas propiedades.

Algunos artículos publicados recientemente en revistas científicas han demostrado la actividad antioxidante y anti-inflamatoria de las especies de aloe (Ah y col., 2008). Otros estudios científicos han señalado que el aloe-emodin (antraquinona presente en las hojas de *Aloe vera*) es activo contra células de carcinoma de colon humano (Kai-Yuan y Yih-Huei, 2010). Investigaciones sobre las propiedades antimicrobianas de extractos etanólicos de gel de hoja de *Aloe vera* revelaron que es activo contra la mayoría de las bacterias y hongos patógenos ensayados en esos trabajos, incluso en dosis muy bajas (Subramanian y col, 2006).

## Antecedentes

Estudios epidemiológicos evidencian que existe una relación estre-

cha entre la ingesta de alimentos ricos en compuestos polifenólicos y la reducción de incidencia de ciertas enfermedades crónicas del corazón

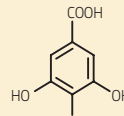
Figura 1. Compuestos polifenólicos

### Polifenoles simples

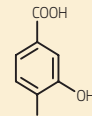
Fenol



Ácido gálico

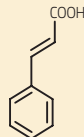


Ácido protocatecuico

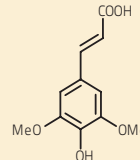


### Fenilpropanoides

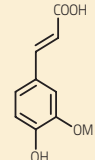
Ácido cinámico



Ácido sinápico

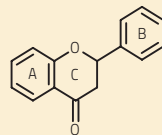


Ácido ferúlico

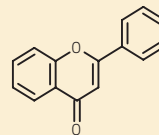


### Flavonoides

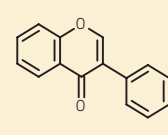
Estructura básica



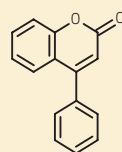
Flavonas



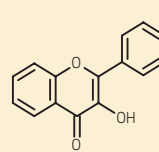
Isoflavonas



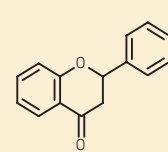
Neoflavonoides



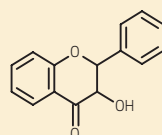
Flavonoles



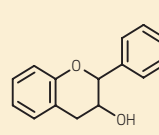
Flavanonas



Flavanoles



Flavonoles



Ejemplo: miricetina

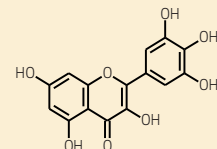
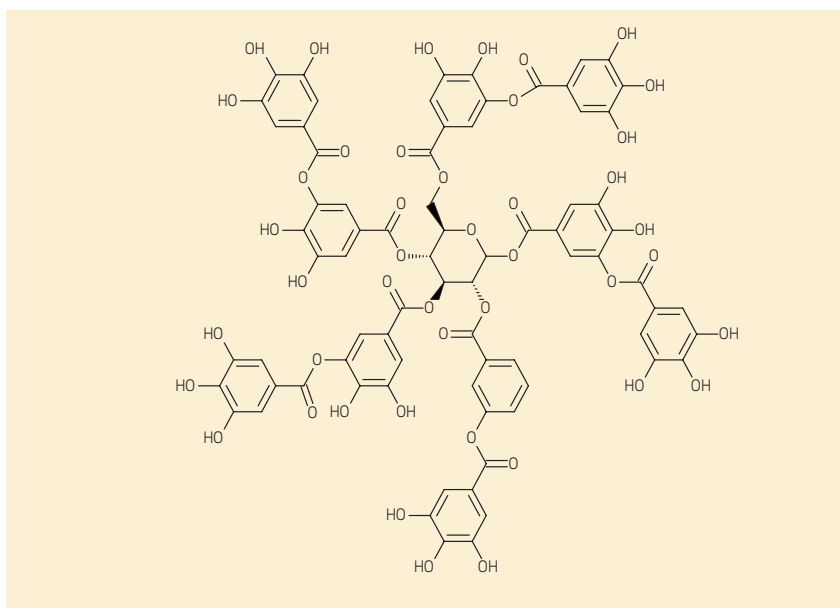


Figura 2. Ácido tánico



(Hertog y col., 1995). Los compuestos fenólicos exhiben además otras actividades biológicas: inhiben el crecimiento de células cancerosas (Soleas y col., 2002); reducen el estrés oxidativo que es un aspecto fundamental en la enfermedad de Alzheimer y pueden además prevenir la arteroesclerosis, que se inicia por procesos de oxidación de proteínas de baja densidad (Noguchi & Niki, 2000).

Los compuestos polifenólicos (Figura 1), particularmente los flavonoides han mostrado importante actividad antioxidante hacia los radicales libres (Vinson, 1998), basada principalmente en sus características estructurales (número y posición de los grupos hidroxilo = OH-), presencia de otros grupos funcionales y conjugación) (Cuvelier y col., 1990; Rice-Evans y col., 1996).

Estos compuestos constituyen uno de los metabolitos secundarios más numerosos y ampliamente distribuidos en el reino vegetal, por lo que forman parte integral de la dieta. Sus estructuras químicas pueden variar desde las más simples como el fenol (Figura 1) hasta las más polimerizadas como el ácido tánico (Figura 2), cuya fórmula es  $C_{76}H_{52}O_{46}$  y se le reconocen propiedades antibacterianas, antimicóticas y antioxidante.

Los mecanismos a través de los cuales ejercen su actividad antioxidante resultan de una combinación de sus propiedades quelatantes de metales de transición ("atrapan a esos metales" impidiendo que catalicen procesos oxidativos) y secuestradores de radicales libres (inhiben, anulan a los radicales libres, impidiendo que comiencen el "robo de

electrones"). También se les atribuye la inhibición de oxidazas y enzimas (sustancias que participan en los dañinos procesos oxidativos) (Pérez, 2003).

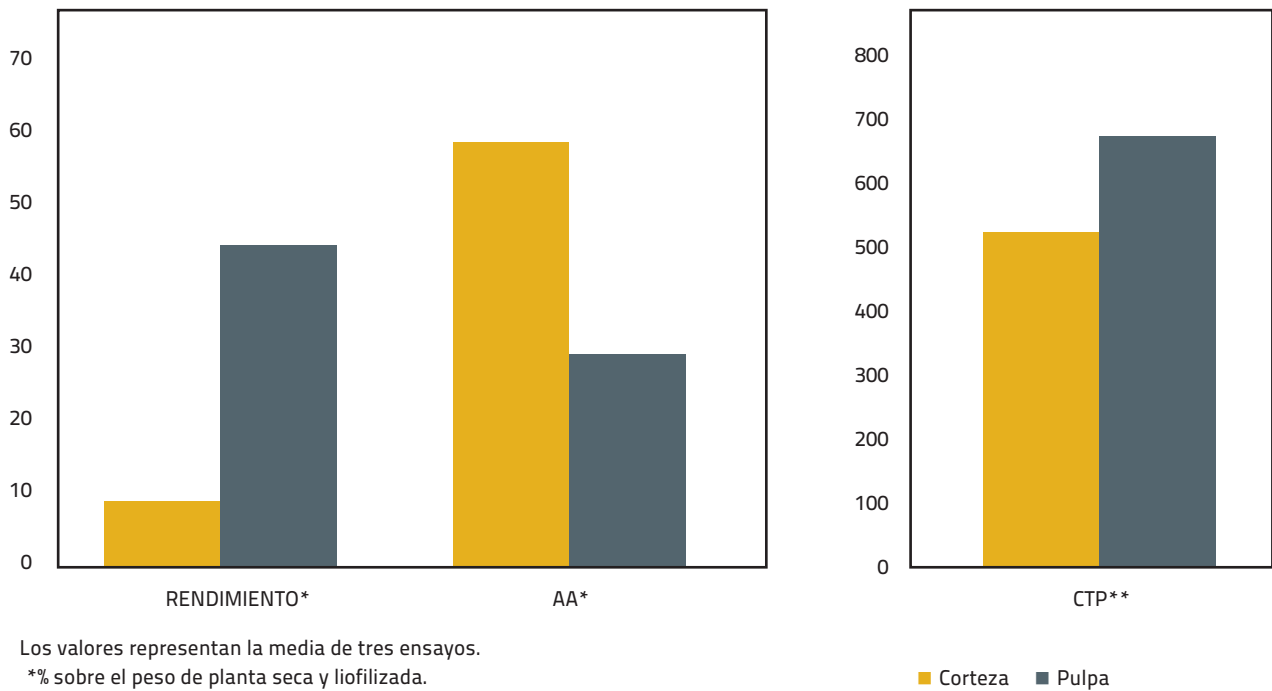
## Parte experimental

Para realizar un análisis de los compuestos que forman parte de una planta, en primer lugar lo que se debe hacer es una extracción selectiva. Se han publicado muchos artículos sobre la eficacia de los disolventes en la extracción de polifenoles de plantas, en los que se concluye que se obtiene un mayor rendimiento de extracción a medida que aumenta la polaridad del disolvente (Hayouni y col. 2007). Trabajos previos realizados en nuestro laboratorio nos han llevado a la misma conclusión, por lo que hemos elegido el metanol como el disolvente óptimo para conseguir los mayores rendimientos de extracción.

El contenido total de polifenoles se puede cuantificar mediante espectrofotometría utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu (Singleton, 1999; Singh, 2002). Este método permite determinar la concentración total de polifenoles en los extractos como el equivalente en miligramos de ácido gálico por cada 100 gramos de planta liofilizada.

En cuanto a la valoración de la actividad antioxidante utilizaremos el método de inhibición del radical 1,1-difenil-2-picrilhidracilo (DPPH) (Chu y col., 2000). El radical estable DPPH de color azul reacciona con los polifenoles, inhibiéndolo (anulándolo),

Figura 3.



Los valores representan la media de tres ensayos.

\*% sobre el peso de planta seca y liofilizada.

\*\* representan los mg de ácido gálico en 100 gramos de planta seca y liofilizada.

y produciendo la pérdida de color en la disolución, que será medida en un espectrofotómetro. Cuanto menos color quede, mayor será la actividad antioxidante.

La identificación y cuantificación de polifenoles se realiza mediante un equipo de cromatografía líquida de alta resolución con una metodología previamente descrita en la literatura (López y col., 2011).

## Resultados y discusión

Como se puede observar en la Figura 3, el rendimiento de extracción de la corteza es menor que en la pulpa (9,25% y 43,9% respectivamente) lo que significa que habrá mayor cantidad de productos extraídos de la pulpa que de la corteza (4,7 veces mas). Sin embargo el contenido en polifenoles (CTP) no es muy superior en la pulpa que en la corteza.

Por otra parte, si analizamos la actividad antioxidante (AA), comprobamos que la corteza, que da menor rendimiento y menor contenido total de polifenoles (CTP), presenta una actividad antioxidante muy superior, casi el doble.

La actividad antioxidante no sólo depende de la concentración de los antioxidantes, sino de la estructura

química de los mismos (Rice-Evans y col., 1996) y de las interacciones entre ellos y con otros componentes de la planta que actúan como sustancias "interferencia", cuya presencia puede enmascarar la actividad antioxidante (Jacobó & Cisneros, 2009). En nuestro estudio, el extracto de la pulpa es menos activo contra el radical DPPH, es decir, presen-

Tabla 1.

	CORTEZA µg/g*	PULPA µg/g*
Ácido gálico	nd**	nd**
Catequina	954.4 ± 34.1	1636.6 ± 78.6
Rutina	223.2 ± 17.2	326.8 ± 30.1
Quercetina	344.5 ± 19.7	574.1 ± 29.2
Ácido siringico	48.99 ± 5.53	73.99 ± 3.89
Ácido clorogénico	77.71 ± 2.22	24.22 ± 0.74

\* µg en 1 gramo de planta seca y liofilizada.

\*\* nd indica no detectado.

ta menos actividad antioxidante, a pesar de que dio mayor rendimiento. Esto señala que debe haber mayor cantidad de sustancias que interfieren y disminuyen dicha actividad.

Hay que tener en cuenta que si la respuesta de cada polifenol al ensayo con DPPH depende de su estructura química, la presencia de polifenoles muy activos, como el ácido clorogénico o la quercetina, en baja concentración, puede ser responsable de una alta actividad antioxidante a pesar de que el contenido total de polifenoles sea más bajo que en otros extractos menos activos. Al identificar y cuantificar los polifenoles encontramos altos contenidos de los mismos en ambos extractos (Tabla 1). Se puede apreciar, que como norma general, las proporciones son superiores en la pulpa que en la corteza, lo que corrobora el mayor contenido en polifenoles en pulpa.

## Conclusiones

Además de los compuestos típicos del *Aloe vera* cuyos beneficios están ampliamente reconocidos (Kai-Yuan y Yih-Huei, 2010; Zanh y col. 2008), los altos contenidos de polifenoles obtenidos tanto en la corteza como en la pulpa de *Aloe vera* indican que ambos son idóneos para su uso en la industria de la alimentación sana, y en la industria de la alimentación en general como un ingrediente de otros productos, así como en las industrias farmacéutica y cosmética.

La actividad antioxidante de los extractos resultó ser muy alta, si se compara con las obtenidas para otros materiales procedentes de plantas, ya que en los ensayos descritos en la literatura normalmente se utilizan disoluciones de DPPH 0,1 mM (López y col., 2011). En esas condiciones, ambos extractos (pulpa y corteza) daban el máximo porcentaje de inhibición, de manera que utilizamos disoluciones más concentradas de DPPH (0,2 mM) para poder distinguir el extracto más activo.

Por otra parte, para la preparación del extracto se utilizó la proporción 1 gramo de material seco extraído en 20 ml de disolvente, lo que significa que los extractos están muy diluidos frente a la concentración usualmente utilizada: 1 gramo de material seco extraído en 10 ml de disolvente.

Como hemos visto en este estudio, la corteza y la pulpa presentan variaciones en sus perfiles de polifenoles y probablemente en el perfil de los restantes componentes de la planta, que influyen en la estimación de la actividad antioxidante. Los típicos métodos utilizados para analizar la correlación entre la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles no reflejan las características estructurales de los polifenoles y su respuesta en los distintos ensayos de actividad, ni las diferencias en los perfiles fenólicos de los extractos. Por todo esto, no se puede predecir la actividad antioxidante de un extracto en función de su contenido total de polifenoles.

## Referencias

- Ah, Y. E., Dae, K. S., Min, L. W., Jin, P. H., Keun, K. S., Youl, C. J., Wongi, M., Hee, R. M. (2008). *Phytotherapy research*, 22, 1389- 1395.
- Bravo, L. *Nutrition Reviews*, 1998, 11, 317-333.
- Chu, Y. H., Chang, C. L. Hsu, H. F. (2000). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 561-566.
- Cieslik, Ewa y col. *Food Chemistry* 2006, 94, 135-142.
- Cuvelier, M. E., Richard, H., Berset, C. (1992). *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 56, 324-327.
- Hertog, M.G.L., Kromhout, D., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Fidanza, F., Giampaoli, S., Katan, M.B. (1995). *Archives of Internal Medicine* 155 (4), 381-386.
- Hayouni, E. A.; Abedrabba, M.; Bouix, M.; Hamdi, M. (2007) *Food Chem.*, 105, 1126-1134.
- Hudson, B. J. F. (1990). *Food antioxidants*. London: Elsevier applied science.
- Jacobo-Velazquez, D. A., Cisneros-Zevallos, L. (2009). *Journal of Food Science*, 74 (9), R 107-113.

## Agradecimientos

Los autores queremos agradecer a la Caja Insular de Ahorros de Canarias la financiación que nos aportó, sin la que hubiera sido imposible realizar estos trabajos.

- Kai-Yuan, L., Yih-Huei, U. (2010). *Oncology Letters*, 1, 541-547.
- Lopez, A., Rico, M., Rivero, A., Suarez de Tangil, M. (2011). *Food Chemistry*, 125, 1104-1111.
- Mahdavi, D. L., Salunkhe, D. K. *Toxicological aspects of food antioxidant in Food Antioxidants*, 1995, New York, Marcel Dekker
- Noguchi, N., Niki, E., (2000) *Free Radical Biology & Medicine*, 28, 1538-1546.
- Perez Trueba, (2003). *G. Rev. Cubana Invest Biomed.*, 22, 48-57.
- Rice-Evans, C. A., Millar, N. J. & Paganga, G. (1996). *Free radical biology and Medicine*, 20, 933-956.
- Singh, R. P., Murthy, K.N.C., and Jayaprakasha, G.K., (2002) *J. Agric. Food Chem.*, 50, 81-86.
- Singleton, V. L., Lamuela-Raventos, R.M. (1999) *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Soleas, G. J., Grass, L., Josephy, P. D., Goldberg, D. M. & Diamandis, E. P. (2002) *Clinical Biochem.*, 35, 119-124.
- Subramanian, S., Sathish Kumar, D., Arulselvan, P., Senthilkumar, G. P. (2006). *Journal of Plant Sciences*, 1 (4), 348-355.
- Triana, J., López, M., Eiroa, J.L., González, A.G., Bermejo, J. (2000) *Biochemical systematics and ecology*, 28, 95-96.
- Triana, J., López, M., Rico, M., González-Platas, J., Quintana, J., Estévez, F., León, F., González, A., Bermejo, J. (2003) *J. Nat. Products*, 66, 943-948.
- Triana, J., López, M., Rico, M., Pérez-Galvan, F.J., González-Platas, J., Quintana, J., Estévez, F., León, F., Bermejo, J. (2005) *J. Nat. Products*, 68, 523-531.
- Vinson JA. (1998) *Adv. Exp. Med. Biol.* 439:151-64.
- Yan-Hwa, C., Chang, C.-L., Hsu, H.F. (2000) *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 80 (5), 561-566.
- Zanh, M. Trinth, T., Jeong, M. L., Wang, D., Abeysinghe, P., Jia Q., Ma, W. (2008). *Phytochemical Analysis*, 19: 122-126.

## Reseña curricular

**Milagros Rico Santos** (Directora), Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad de La Laguna. Actualmente es Profesora Titular de Química Orgánica en la Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Posee experiencia en la síntesis de sustancias con actividad antitumoral. Ha dirigido e impartido docencia en el programa de doctorado *Obtención, preparación y evaluación biológica de fármacos de origen marino y terrestre*, centrado en el desafío de la búsqueda y el diseño de nuevos fármacos que permitan el tratamiento efectivo de enfermedades. Dirige el proyecto de investigación *Estudio de la capacidad antioxidante de especies vegetales cultivadas en canarias* en cuyo marco se desarrollan los trabajos que constituyen este artículo.

**Daura Vega Moreno**, Doctora en Química por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Premio Extraordinario de Doctorado 2007/2008. Con diversas estancias de investigación en centros nacionales y extranjeros, como la Vrije University en Holanda (2007) y Rutgers University en Estados Unidos (2010). Ha trabajado en el área de Química Analítica como cromatografista. Actualmente continúa su labor investigadora como contratada postdoctoral de la ULPGC.