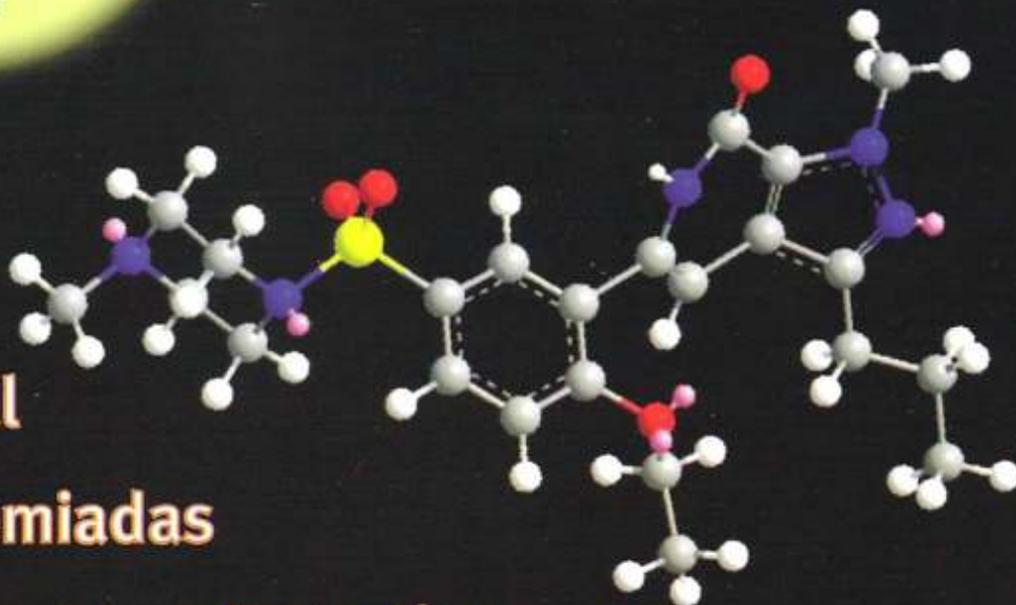
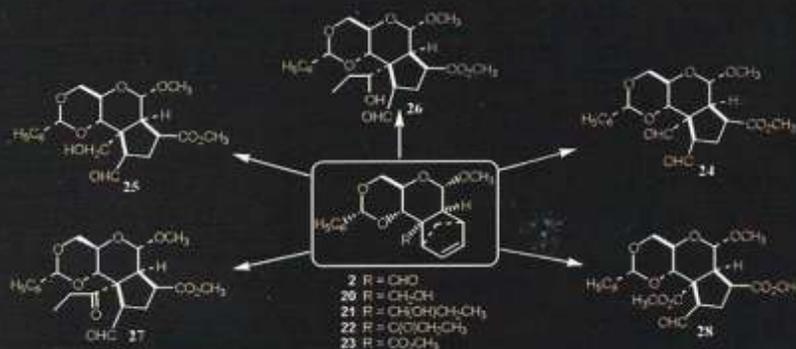
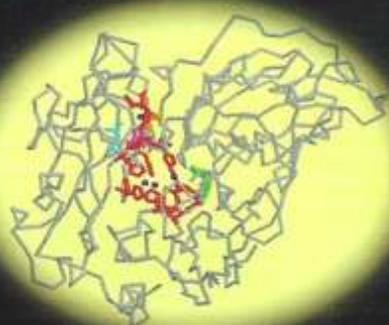


INDUSTRIA & QUIMICA

ISSN 0368-0819 • Octubre 2008 • N° 358

REVISTA DE LA ASOCIACION QUIMICA ARGENTINA



➤ Química Medicinal

➤ Tesis Premiadas

➤ XXVII Congreso Argentino de Química

➤ 96º Aniversario de la Asociación Química Argentina





INDUSTRIA Y QUÍMICA
Órgano oficial de la Asociación
Química Argentina

Director
Alberto Viale

Comité de Redacción

Mariano Fonticelli
Lydia R. Galagovsky
Luz Lastres de García
Claudio Salvador
Alfredo Weiss

Coordinador
Mario González Pereyra

Comité Científico Asesor

Enrique J. Baran
Juan Miguel Castagnino
Eduardo Charreau
Lydia Cascarini de Torre
Eisa Damonte
Miguel R. Laborde
Alicia Pomilio
Silvia Porro
Norma Sbarbatti Nudelman
Horacio Sancovich
Rosario Soriano
Héctor N. Torres
Noemí Walsøe de Reca

Suscripciones y Publicidad

Asociación Química Argentina
Sanchez de Bustamante 1749
(C1425DUI) Buenos Aires
Tel/Fax: 4822-4886 (líneas rotativas)
e-mail: iyq@aqa.org.ar
www.aqa.org.ar

Impreso en Altuna Impresores

Doblas 1968
Tel. 4923-0471 / 5773
E-mail: altunaimpresores@ciudad.com.ar

Las opiniones de la
Asociación Química Argentina
sólo se expresan mediante los editoriales.
Reg. de la Prop. Intelectual N° 164750.
Prohibida su reproducción.

Esta publicación es miembro del
"COMITTEE ON PUBLICATION
ETHICS" y adhiere a sus principios.



Indice

Editorial

Química Medicinal - Carlos A. Azize.....pág. 1

Química Medicinal

Screening Virtual: una herramienta eficaz para identificar segundos usos de fármacos conocidos. posibilidades para la economía regional - Talevi, L. E. Bruno-Blanchpág. 3
Una visión presente y prospectiva de la química medicinal computacional - R. D. Eiriz, F. D. Suvirepág. 7
Aplicación de microarreglos en el descubrimiento de nuevos medicamentos - Mariano M. González, Guillermo R. Labadie.....pág. 13

Artículos Técnicos

Algunos contactos singulares - Eduardo A. Castropág. 19
Una aproximación a la determinación de biodiesel en matrices ambientales - Sergio A. Turquía, Lidia Katsuoka, Fabiana Imagawa, Luciana Eiko Fujii, Cristina Gonçalvespág. 21
El análisis de gases mediante la espectroscopia de infrarrojo. - E. L. Varetti, E. V. Gutiérrezpág. 27
La microscopía de fuerza atómica - Eduardo A. Castropág. 30

Tesis Premiadas

Separación de fases inducida por una polimerización por radicales libres - Ezequiel R. Soulé.....pág. 31
El camino de los azúcares hacia la síntesis enantioespecífica de productos naturales biológicamente activo y análogos relacionados - M. I. Mangione.....pág. 40
Modificación de Resinas Vinil-Ester con Polímeros Termoplásticos: Separación de Fases, Morfologías, y Propiedades Finales - Walter Fabián Schroederpág. 44

Gente y Empresas

Producción Química Argentina.- Roberto Beltramino, Alberto A. Viale.....pág. 48

Actividades de la Asociación Química Argentina

XXVII Congreso Argentino de Química.....pág. 52
96° Aniversario de la Asociación Química Argentinapág. 54
Evocación del Dr. Pedro J. Aymonino - Nestor E. Katzpág. 56

Educación en Ciencias Químicas

Actividad antioxidante de alimentos consumidos en Argentina - M. A. Nazareno, E. González, M. García, C. Loto, Y. S. Coria Cayupán.....pág. 58

Biblioteca

Comentario

Procesos de transporte y principios de procesos de separación - Irene Dassopág. 64
Publicaciones periódicas argentinas que se reciben regularmente.....pág. 64

Actividad antioxidante de alimentos consumidos en Argentina

Mónica A. Nazareno*, Evangelina González, Marian García, Celia Loto y Yanina S. Coria Cayupán

LOS RADICALES LIBRES: ¿LOS MALOS DE LA PELÍCULA?

Numerosas investigaciones revelan que los radicales libres están involucrados en procesos oxidativos conducentes al envejecimiento de las células y en el origen de patologías tales como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y degenerativas del sistema nervioso, la malaria y el SIDA.[1,2,3]

¿QUÉ SON LOS RADICALES LIBRES?

Desde el punto de vista químico, los radicales libres son especies que se caracterizan por tener uno o más electrones desapareados. Así, de manera general, el radical X puede representarse como: X[•], donde el punto representa el electrón desapareado. Esta condición los vuelve entidades muy reactivas, es decir que reaccionarán a gran velocidad con moléculas que se encuentren en su vecindad inmediata buscando aparear sus electrones y dejando a la estructura

atacada como un nuevo radical libre. La generación de esta nueva especie reactiva conduce a lo que se conoce como *reacción en cadena*. De este modo, a partir de pocos eventos que inician el proceso se amplifica el efecto que producen.

ENTONCES, ¿LOS RADICALES LIBRES SON PERJUDICIALES?...

En realidad, en honor a la verdad, los radicales libres no son intrínsecamente dañinos. De hecho nuestro cuerpo los produce en cantidades moderadas para luchar contra bacterias y virus y una vez cumplida su función son fácilmente neutralizados por nuestro propio organismo. De acuerdo a esto, el mantenimiento de una salud óptima depende fundamentalmente del equilibrio entre la producción de dichas especies radicalarias y los sistemas de defensa de cada organismo. [4]

Sin embargo, y bajo ciertas condiciones tales como la exposición al humo de tabaco, contaminantes, solventes orgánicos, anestésicos, pesticidas y una dieta rica en grasas ocurre un aumento descontrolado en su producción, situación conocida como "stress oxidativo".[5] En tales condiciones

los radicales atacan a células sanas oxidando a lípidos y proteínas, así como también al ADN, alterando el código genético lo que conduce a serias alteraciones en el normal funcionamiento celular.

ALGUNOS RADICALES PRESENTES EN SISTEMAS BIOLÓGICOS

En los sistemas biológicos existen distintos tipos de radicales libres siendo uno de los más agresivos el radical hidroxilo (HO[•]). Teniendo en cuenta que el agua es el principal constituyente de las células vivas, la exposición de éstas a *radiaciones ionizantes* (rayos X o γ) genera este radical quien es capaz de reaccionar con casi todo tipo de moléculas biológicas y es el responsable de los graves daños que produce la radiación sobre el ADN.

Otras especies oxidantes son los radicales peroxilos (ROO[•]) que, si bien son menos reactivos que los anteriores, desempeñan un importante rol en el proceso de oxidación de los lípidos. Cuando éstos son componentes de las membranas celulares, el ataque produce un daño a dichas estructuras biológicas ocasionando lesiones celulares graves. Si se trata de un alimento, el deterioro oxidativo

* Instituto de Ciencias Químicas, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avda. Belgrano (S) 1912, Santiago del Estero, República Argentina. TE: 0385-4509500 int. 1617 Email: nazareno@unse.edu.ar

de sus lípidos insaturados produce la rancidez, afectando tanto su calidad sensorial como nutricional.[6]

LOS ANTIOXIDANTES: NUESTROS ALIADOS

Existen diversos mecanismos de defensa contra el ataque de dichas especies agresivas, e involucran enzimas, vitaminas y otras sustancias naturales que protegen a los componentes celulares oxidables frenando o evitando el daño oxidativo.[7] Estas sustancias se denominan *antioxidantes* y ejercen una acción de protección ya sea, atrapando los radicales libres, inhibiendo su acción, previniendo su formación o también desactivando especies que, si bien no son radicalarias, son fuertemente deletéreas tal como el *oxígeno singulete* cuya desactivación puede ocurrir mediante un proceso de transferencia de su exceso energético o por un proceso químico.

ALIMENTOS SALUDABLES

En la naturaleza existen muchos grupos de sustancias con propiedades antioxidantes. Muchos de ellos son de origen vegetal y están ampliamente difundidos en alimentos por lo que son aportados a nuestro organismo a través de la dieta. Numerosos estudios indican que el consumo de frutas y verduras está relacionado con menores incidencias de enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer, sugiriendo que una dieta rica en estos alimentos ejerce efectos benéficos en la salud y éstos son asociados a la acción de sus componentes antioxidantes.[8,9,10,11]

La **Figura 1** muestra las estructuras químicas de algunos de los antioxidantes naturales presentes en alimentos que representan algunos de los grupos más importantes: los *carotenoides*, los *flavonoides* y el *ácido*

ascórbico. [12,13]

Los *carotenoides* son pigmentos liposolubles, ampliamente distribuidos en la naturaleza, cuya principal acción antioxidante la ejercen desactivando al oxígeno singulete.[14] Por otro mecanismo diferente también funcionan como atrapadores de radicales libres ya que son capaces de adicionar estas especies en su sistema poliénico generando radicales de menor reactividad. [15] Sin embargo, esta capacidad antioxidante depende fuertemente de la presión de oxígeno del medio pudiendo llegar a transformarse, en casos de altas presiones de oxígeno, en especies capaces de promover la oxidación lipídica es decir *pro-oxidantes*. [16]

Otro grupo muy importante son los *polifenoles* y entre ellos los *flavonoides*, comúnmente presentes en frutas y vegetales. Estas sustancias han recibido una gran atención por parte de los investigadores ya que poseen numerosas propiedades biológicas y farmacológicas tales como actividad antiinflamatoria, antimutagénica y anticarcinogénica. [17,18] Estos compuestos fenólicos tienen la capacidad de prevenir la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) lo que ha sido asociado a menores incidencias de enfermedades coronarias. [19] Dentro de la gran familia de los *flavonoides* se encuentran las *antocianinas*, pigmentos de coloraciones rojas, azules y violetas presentes en un gran número de frutas, flores y verduras, tales como frutillas, moras

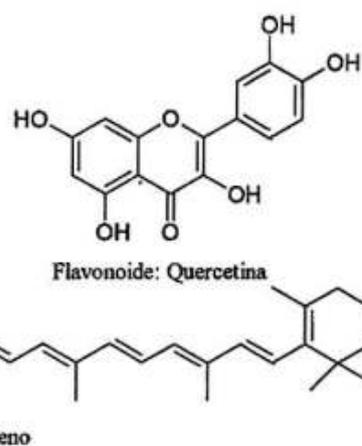


Figura 1: Estructura química de algunos antioxidantes presentes en alimentos.

negras, cerezas, repollo morado, rabanitos y berenjenas. [20]

Por otra parte, otra sustancia activa frecuentemente presente en alimentos, especialmente en aquellos frescos, es el *ácido ascórbico* (vitamina C), uno de los antioxidantes hidrosolubles más importantes en las células. Este compuesto es capaz de atrapar especies reactivas de oxígeno y proteger a componentes celulares, tales como biomembranas de daños oxidativos. En humanos presenta una alta biodisponibilidad y su acción ha sido asociada con la prevención de enfermedades crónicas. [21] Para adultos la necesidad dietaria de vitamina C es de 60 mg/ día como mínimo y la dosis diaria recomendada de 75-90 mg. [22]

¿CÓMO SE EVALÚA LA CAPACIDAD DE UNA SUSTANCIA PARA ATRAPAR RADICALES LIBRES?

Se han desarrollado numerosos métodos para evaluar el poder antioxidante de sustancias puras naturales y sintéticas, [23] así como también para sistemas complejos como alimentos y bebidas tales como vino, té y jugos. [24] Algunos de ellos específicamente determinan la capacidad atrapadora de radicales libres y consisten en medir la desaparición de éstos por acción del agregado de una solución que contiene los antioxidantes. Entre las técnicas más usadas para el monitoreo de radicales se

encuentran: la Espectrofotometría Visible que permite medir la concentración de especies coloreadas, como es el caso de algunos radicales sintéticos y la Resonancia de Espín Electrónico, que permite la detección de especies con electrones desapareados.

¿CÓMO SE EVALÚA LA CAPACIDAD DE UNA SUSTANCIA PARA INHIBIR LA OXIDACIÓN?

Otras determinaciones miden la capacidad de los extractos naturales para retardar la oxidación de un sistema realizando un monitoreo o control de la desaparición de la sustancia oxidable o bien la aparición de sus productos de oxidación. Entre los ensayos más frecuentemente usados para evaluar la capacidad antioxidante total de frutas y vegetales se encuentra la valoración de la habilidad de sus extractos para retardar la oxidación de lípidos insaturados atrapando radicales peroxilos.[25]

Estas técnicas mencionadas son determinaciones *in vitro* y representan una medición indirecta de la acción que tendría realmente una sustancia para frenar la oxidación en el organismo o para prevenir enfermedades. Este tema es muy controversial, sin embargo, la comunidad científica en general acuerda que existe cierta relación entre el consumo de antioxidantes, especialmente los de mayor poder para capturar radicales libres y los efectos benéficos mencionados en la salud.

LA MÁS FAMOSA...

Una técnica elegida por su simplicidad es la que mide la habilidad atrapadora de radicales libres de un extracto o sustancia pura y que implica la utilización del radical libre estable 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo mostrado en la **Figura 2**. Este radical está disponible comercialmente en forma de sólido cristalino

y, por su disolución, permite preparar soluciones en solventes alcohólicos.[26] Esta especie coloreada es atrapada por moléculas capaces de donar átomos de hidrógeno o bien electrones (representadas por AO-H) produciendo en consecuencia la pérdida de color de las soluciones y la formación de especies radicalarias menos reactivas (AO•) que no continúan la cadena de reacción. El progreso de la reacción, o sea el consumo del radical coloreado por acción del extracto, puede ser monitoreado midiendo el grado de decoloración de la solución violeta como lo muestra la **Figura 2**. Esto se determina por Espectrofotometría Visible por la disminución de la absorción a 515 nm.

Así como existen numerosas técnicas diferentes para medir la habilidad antirradicalaria de una sustancia o de mezclas de éstas, existe una impresionante diversidad de formas de expresión de esta actividad en la literatura.[27] Una de las más usadas para expresar los resultados obtenidos es la Actividad Antirradicalaria porcentual (AAR %) que considera la fracción de radical consumido por una cantidad dada de muestra. Otra manera de presentar los valores obtenidos de esta medición que resulta más fácilmente comparable y conveniente en el caso de frutas y de sus jugos, donde la vitamina C es una de las sustancias activas preponderantes, es la capacidad antioxidante equivalente de ácido ascórbico (VCEAC). Es decir, la actividad de un extracto se expresa en función de la cantidad de vitamina C que tendría la misma actividad. [28]

Puesto que se han observado diferencias en

la actividad antioxidante de los cultivos por efectos climáticos, prácticas agrícolas, temporada de cosecha, estado de madurez y tipo de almacenamiento, es necesario caracterizar las frutas y hortalizas propias del territorio argentino tal cual están disponibles para el consumo de la población y comparar con datos publicados sobre este tipo de alimentos de otra procedencia.

El objetivo de este estudio fue establecer una escala de actividad antioxidante comparativa para distintos alimentos consumidos frecuentemente en Argentina para conocer cuáles son los que aportan una mayor cantidad de sustancias antirradicales libres. Nuestro principal interés radica en revalorizar frutos típicos de nuestra región tales como ciertas variedades de cactáceas, moras y productos elaborados a partir de estos frutos por ser alimentos funcionales, es decir que su consumo no sólo cubriría los requerimientos nutricionales sino que redundaría en efectos benéficos en la salud.

Por otra parte, estos alimentos presentarían un interesante potencial como fuentes naturales para extraer sustancias bioactivas con el fin de utilizarlas en la elaboración de productos de alto valor agregado tales como cosméticos, preparados nutracéuticos o suplementos dietarios.

La determinación de la actividad antirradicalaria de las muestras analizadas se realizó utilizando el método de decoloración del radical libre DPPH mencionado anteriormente. La **Figura 3** representa la absorbancia a 515 nm de la solución del radical, relacionada



Figura 2: Estructura química del radical libre DPPH (izq) Decoloración de una solución del radical frente al agregado de un extracto antioxidante (der).

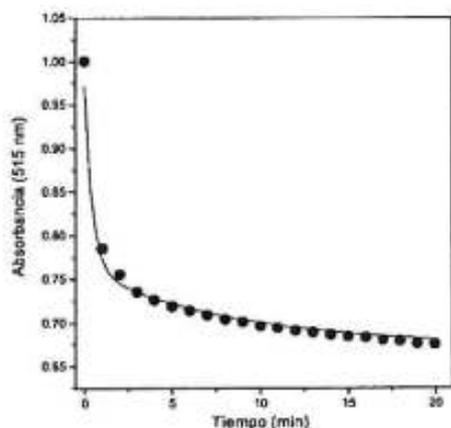


Figura 3. Perfil cinético para la reacción entre el radical DPPH frente a un extracto metanólico de *Opuntia ficus-indica* Amarilla sin espinas

con su color violeta, y de ella puede extraerse la información sobre la velocidad y el grado de decoloración. A partir del ajuste matemático de la curva es posible calcular la potencia como antioxidante para la muestra analizada. En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos para las distintas frutas analizadas.

Entre los frutos exóticos o no tradicionales, es notoria la habilidad atrapadora de radicales libres que presenta la mora negra con un valor de actividad equivalente a 897 mg de ácido ascórbico por cada 100 gramos de fruta fresca, seguida de la algarroba europea con 462 mg por 100 g de fruta. Dentro de los frutos más tradicionalmente consumidos, los de mayor actividad corresponden a frutilla, kiwi y cereza, mientras que entre los de menor eficiencia están el melón y la sandía.

En el caso de las mermeladas, jaleas y arropes elaborados a partir de frutos se observó una buena actividad antirradicalaria para la mermelada de mora negra presentando un valor equivalente a 1003 mg de ácido ascórbico por 100 g de producto. En relación al efecto del procesamiento en la AAR, los frutos de cactáceas presentaron una mayor retención de ésta en relación a la observada para otros



Figura 4. Actividad antioxidante de las frutas más consumidas en el país.

frutos. Las mermeladas, especialmente las de *O. robusta*, *C. forbesii* y *O. ficus-indica*, mostraron un colorido brillante mucho más atractivo que los observados en productos similares de frutillas, y otras frutas ricas en antocianinas. Esto está relacionado con la mayor estabilidad frente a los tratamientos térmicos de sus pigmentos denominados betalaínas, principales responsables de la AAR de estos productos, en comparación con las antocianinas y es una observación de gran importancia puesto que el color es una de los factores que tiene mayor influencia en la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores, y representa una característica muy positiva de los frutos de cactáceas.

Otro importante aporte de antioxidantes para la dieta lo constituyen las hortalizas, de alta aceptación entre la población por

su agradable sabor, bajo costo y elevado valor nutricional. Se estudiaron muestras frescas de lechugas tipo cressa, manteca y repollada, achicoria, radichio y repollo morado adquiridos en comercios de la ciudad de Santiago del Estero. Los resultados se muestran en la Figura 5. El mayor valor de capacidad atrapadora de radicales libres lo presenta la achicoria con un valor de actividad equivalente a 775 mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra fresca, seguida de radichio y lechuga cressa con 595 y 431 mg de ácido ascórbico cada 100g de hojas, respectivamente. Tanto la lechuga repollada como la lechuga manteca presentaron muy baja actividad.

En Oriente se conoce desde hace miles de años la acción protectora del té verde en la prevención de enfermedades. Actualmente muchas hierbas usadas tradicionalmente

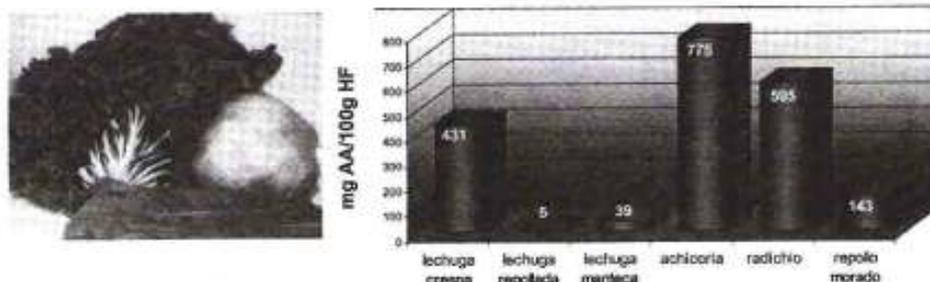


Figura 5. Actividad antioxidante equivalente de vitamina C de hortalizas de hoja.

para preparar infusiones son recomendadas con frecuencia por la medicina alternativa. Para establecer una escala comparativa de la actividad antioxidante se estudiaron las infusiones más consumidas en nuestro país, entre las que se encuentran, la yerba mate (mate cocido), el té negro y boldo, entre otras. Tanto el té negro, como el té verde proceden de la misma planta, *Camellia sinensis*. El té verde se obtiene tratando las hojas frescas con vapor a altas temperaturas. De esa forma se detiene el proceso de fermentación a diferencia de lo que ocurre con el té negro por lo que las enzimas oxidantes se inactivan y su contenido en polifenoles, principales responsables de la actividad antioxidante, queda intacto. En la **Figura 6** se muestran los análisis realizados sobre distintas marcas comerciales. Los mayores valores de actividad para atrapar radicales

TABLA 1: Actividad Antirradicalaria porcentual por mg de producto

	Alimento	AAR% / mg
Frutas	Mora negra	35
	Achicoria	30
Hortalizas	Radichio	23
	Mora negra	39
Mermeladas	Alcaparras secas	35
Infusiones	Té verde	410
	Yerba Mate	427

que presentan una mayor concentración de las sustancias activas en comparación con el resto de los alimentos.

Un factor importante a considerar es, no sólo su actividad intrínseca, sino la cantidad normalmente ingerida de estos alimentos.

7 se muestran los aportes en VCEAC por porción de alimento consumido y puede observarse que, y de acuerdo a lo mencionado anteriormente, los mayores aportes corresponden a mora negra y su mermelada seguida de las hortalizas achicoria y radichio. Las alcaparras, si bien presentan una AAR%/mg de producto comparable a las moras, al ser consumidas en pequeñas cantidades son los productos que contribuyen con una menor cantidad.

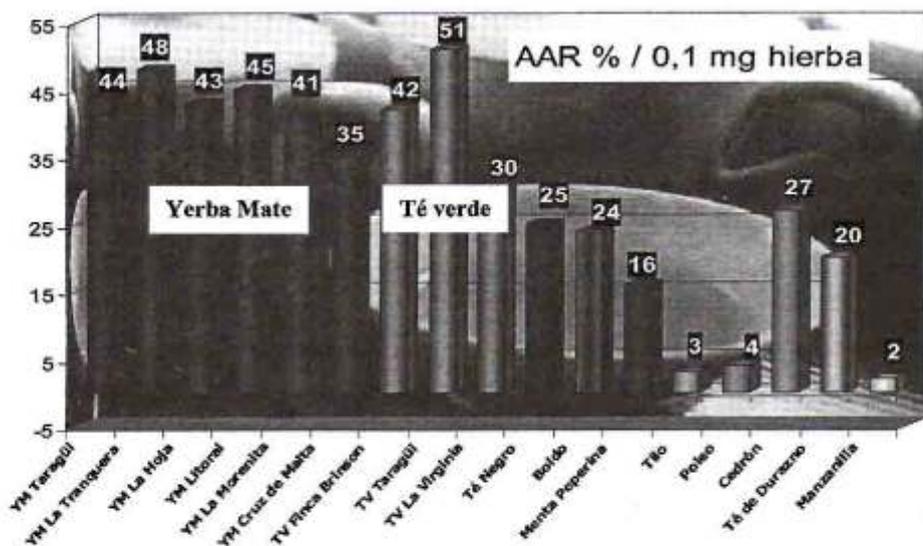


Figura 6: Actividad antioxidante de las infusiones más difundidas en Argentina

libres se encontraron en la yerba mate (mate cocido) y el té verde.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible comparar la actividad antirradicalaria porcentual por mg para los distintos productos analizados, presentado en la **Tabla 1**. Los valores indican que la yerba mate y el té verde son los que presentan la mayor eficiencia para atrapar radicales libres. Esto quiere decir que estos materiales vegetales son los

Por ejemplo, la yerba mate es uno de los mejores atrapadores de radicales libres por mg de producto, sin embargo la ingesta de una taza de esta infusión preparada a partir de 2 g de hierbas secas (equivalente a un saquito), constituye un aporte moderado de antioxidantes. Por el contrario, si consideramos que la ingesta de mermelada de mora negra es aproximadamente de 50 g, el aporte de sustancias capaces de atrapar radicales libres es importante. En la **Figura**

CONCLUSIONES

Los alimentos analizados son una buena fuente de antioxidantes y una excelente alternativa para incorporar en nuestra dieta o bien reforzarla con este tipo de sustancias bioactivas. Las moras y los frutos de cactáceas son materias primas adecuadas para la elaboración de mermeladas y jaleas, productos de alta aceptabilidad por el público que pueden ser considerados alimentos funcionales ya que retienen esta actividad antioxidante y mantienen asequible en cualquier época del año una fuente natural de sustancias capaces de capturar radicales libres. En síntesis, una dieta natural, variada, rica en alimentos que poseen sustancias con capacidad antioxidante, tiene efectos benéficos para la salud y puede ayudar a prevenir enfermedades.

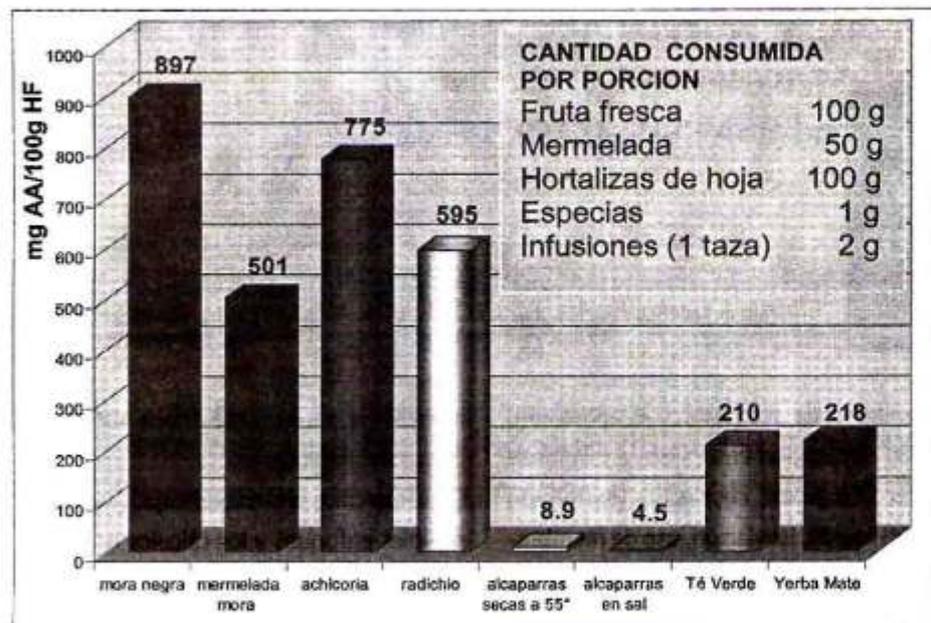


Figura 7: Aporte en valores equivalente a Vitamina C por porción de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

Al CICYT-UNSE, CONICET y a la ANPCyT (FONCyT) por el financiamiento recibido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Halliwell, B.; Gutteridge, J.M.C., Cross, C.E. *J. Lab. Clin. Med.* **1992**, *119*, 598-620.
 [2] Troll, W.; Wiesner, R. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **1985**, *25*, 509-528.
 [3] Trush, M. A.; Kensler, T. W. *Oxidants and antioxidants* **1991**, 277-318; Helmut Sies, Ed.; Academic Press; San Diego, CA.
 [4] Halliwell, B.; Gutteridge, J.M.C. *Free Radicals in Biology and Medicine.* **1989**, 2nd Edition. Oxford University Press, London.

[5] Nakayama, T.; Nagata, C.; Kodama, M.; Kaneko, M. *Nature*, **1985**, *314*, 462-464.
 [6] Gray, J. I. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **1978**, *55*, 539-546.
 [7] Yu, B. P. *Biol. Rev.* **1994**, *74*, 139-162.
 [8] Diplock, A. T. *Molecular Aspects of Medicine* **1994**, *15*, 293-376.
 [9] Hertog, G. L.; Kromhout, D.; Aravanis C.; Blackburn, H.; Buzina, R.; Fidanza F. *Arch. Intern. Med.* **1995**, *155*, 381-386.
 [10] Ames, B. M.; Shigena, M. K.; Hagen, T. M. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **1993**, *90*, 7915-7922.
 [11] Tibble, D.L. *Am. J. Clin. Nutr.* **1998**, *68*, 521-522.
 [12] Bors, W.; Heller, W.; Michel, C.; Saran, M. *Methods Enzymol.* **1990**, *186*, 343.
 [13] Pineda Alonso, D.; Salucci, M.; Lázaro, R.; Maiani, G.; Ferro-Luzzi, A. *Rev.*

Cubana Aliment. Nutr. **1999**, *13(2)*, 104-111.
 [14] Onn, P.F.; Schalch, W.; Truscott, T. G. *J. Photochem. Photobiol. B: Biology.* **1991**, *11*, 41-47.
 Edge, R.; McGarvey, D. J.; Truscott, T. G. *J. Photochem. Photobiol. B: Biology* **1997**, *41*, 189-200.
 [15] Krinsky, N.I. *Free Rad. Biol. Med.*, **1989**, *7*, 617-635.
 [16] Burton, G. W.; Ingold, K. U. *Science* **1984**, *224*, 569-573.
 [17] Edenharder, R.; Keller, G.; Platt, K.L.; Unger, K.K. *J. Agric. Food Chem.* **2001**, *49*, 2767-2773.
 [18] Vinson, J.A.; Dabbagh, Y. A.; Serry M. M.; Jang, J. *J. Agric. Food Chem.* **1995**, *43*, 2800-2802.
 [19] Cook, N. C. and Samman, J. *Nutr. Biochem.* **1996**, *7*, 66-76.
 [20] Hendry, G.A.F.; Houghton, J. D. *Natural Food Colorants*, **1995**, 2nd Edition. Blakie Academic & Professional, Glasgow.
 [21] Halliwell, B. *Free Rad. Res.* **1996**, *25*, 439-454.
 [22] Davey, M.W.; Van Montagu, M.; Inzé, D.; Sanmartin, M.; Kanellis, A.; Smirnov, N.; Benzie, I.J.J.; Strain, J.J.; Farell, D.; Fletcher, J. *J. Sci. Food Agric.* **2000**, *80*, 825-860.
 [23] Schlesier, K.; Harwat, M.; Böhm, V.; Bitsch, R. *Free Radical Res.* **2002**, *36*, 177-187.
 [24] Pellegrini, N.; Simonetti, P.; Gradana, C.; Brenna, O.; Brighenti, F.; Pietta, P. P. *J. Agric. Food Chem.* **2000**, *48*, 732-735.
 [25] Cao, G.; Alessio, H.; Cutler, H. *Free Rad. Biol. Med.* **1993**, *14*, 303-311.
 [26] Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, **1995**, *28*, 25-30.
 [27] Pérez, D. D.; Leighon, F.; Aspee, A.; Aliaga, C.; Lissi, E. A. *Biol. Res.* **2000**, *33*, 71-77.
 [28] Kim, D.O.; Lee, K.W.; Lee, H. J.; L.; C. Y. *J. Agric. Food Chem.* **2002**, *50*, 3713-3717.

LISTADO DE ANUNCIANTES

Air Liquid	Pág. 37	Prosintex Química S.R.L.	Pág. 36
Aryl	Pág. 34	Síntesis Química S.A.I.C.	Pág. 36
Cientist S. A.	Ret. tapa	Sudamfos S.A.	Pág. 38
Consejo Profesional de Química	Pág. 35	Vilmax S.A.	Pág. 38
Gador	Contratapa		