

**Actividad antioxidante y contenido fenólico
del extracto etanólico de *Capsicum annum* L.**

Antioxidant activity and phenolic content of *Capsicum annum* L.
ethanolic extract

Clemente Granados Conde^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-3201-4357>

Nerlis Paola Pajaro² <https://orcid.org/0000-0002-9831-9663>

Glicerio León Méndez³ <https://orcid.org/0000-0002-9899-5872>

*Autor para la correspondencia: mcgranadosc@unicartagena.edu.co

¹Universidad de Cartagena, Facultad de Ingenierías. Cartagena, Colombia.

²Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias de la Salud. Sincelejo, Colombia.

³Corporación Universitaria Rafael Núñez, Facultad de Ciencias de la Salud. Programa de Tecnología en Estética y Cosmetología. Cartagena, Colombia.

RESUMEN

Introducción: El pimentón dulce es una especie del género *Capsicum*, de la familia de las solanáceas y su nombre científico es *Capsicum annum* L. En su composición tiene capsaicina y otros compuestos químicos a los que se les atribuyen propiedades antioxidantes.

Objetivos: Determinar la actividad antioxidante y el contenido fenólico del extracto etanólico del fruto de la especie *Capsicum annum* L. proveniente del departamento Norte de Santander, Colombia.

Métodos: Los frutos de pimentón (*Capsicum annuum* L.) fueron recolectados en una vereda del municipio de Pamplona, Norte de Santander (7°22'34"N 72°38'54"O). El extracto etanólico se obtuvo por la técnica de maceración. La actividad antioxidante fue determinada por los métodos DPPH• y ABTS⁺. El contenido de fenoles totales se realizó por el método colorimétrico Folin-Ciocalteu.

Resultados: Los resultados de la prueba de actividad antioxidante mostraron que el extracto etanólico de pimentón (*Capsicum annuum* L.) obtenido mediante maceración tuvo valores de IC₅₀ de 343,00 ± 0,25 µg/mL y 174,61 ± 0,10 µg/mL mediante la técnica de DPPH• y ABTS⁺ respectivamente. Estos valores están directamente relacionados con el contenido en fenoles.

Conclusiones: En conclusión, el *Capsicum annuum* L. (pimentón) tiene un alto contenido fenólico, lo que lo convierte en una fuente para el desarrollo de agentes antioxidantes naturales con potencial aplicación en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica.

Palabras clave: actividad antioxidante; *Capsicum annuum*; extracto etanólico.

ABSTRACT

Introduction: Paprika is a species of the genus *Capsicum*, of the Solanaceae family and its scientific name is *Capsicum annuum* L. In its composition it has capsaicin and other chemical compounds that are attributed with antioxidant properties.

Objectives: To determine the antioxidant activity and phenolic content of the ethanolic extract of the fruit of the *Capsicum annuum* L species from Norte de Santander District, Colombia.

Methods: The fruits of paprika (*Capsicum annuum* L.) were collected on a path of Pamplona municipality, Norte de Santander (7°22'34"N72°38'54"W). The ethanolic extract was obtained by the maceration technique. The antioxidant activity was determined by the DPPH• and ABTS⁺ methods. Total phenolic content was made by the Folin-Ciocalteu colorimetric method.

Results: The results of the test of antioxidant activity showed that the ethanolic extract of paprika (*Capsicum annuum* L) obtained by maceration had IC₅₀ values of 343.00 ± 0.25 µg/mL and 174.61 ± 0.10µg/mL and were used the DPPH• and ABTS.⁺ techniques respectively. These values are directly related to the content of phenols.

Conclusions: In conclusion, the *Capsicum annum* L. (paprika) has a high phenolic content making it a source for the development of natural antioxidant agents with potential application in the food, cosmetic and pharmaceutical industries.

Keywords: antioxidant activity; *Capsicum annum*; ethanolic extract.

Recibido: 08/01/2017

Aceptado: 07/05/2019

Introducción

El uso de extractos naturales con actividades biológicas ha sido de gran importancia a lo largo de los años en las medicinas tradicionales. Estos se caracterizan por sus propiedades antiinflamatorias, antiespasmódica, antihelmíntica, analgésica, insecticida, antifúngica, antioxidante, antibacteriana, entre otras.^(1,2,3) Estas propiedades son una alternativa potencial para el desarrollo de productos en las industrias de los alimentos, farmacéuticas, cosméticas y agroindustriales.⁽⁴⁾

Dentro de la medicina tradicional existen algunas plantas herbarias que contienen compuestos antioxidantes, que ayudan a proteger a las células contra los efectos dañinos de especies reactivas del oxígeno^a (ROS, por sus siglas en inglés).^(5,6,7)

La reducción del oxígeno se produce a través de los electrones que escapan de la cadena respiratoria, dando origen al superóxido (O_2^-), el cual puede dismutar fácilmente y formar el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), que en presencia de metales de transición como el hierro (Fe^{2+}) y el cobre (Cu^+), produce el radical hidroxilo (OH^\cdot), mediante la reacción de *Fenton*, que es considerado la especie oxidante más dañina en los sistemas biológicos y el principal responsable del daño oxidativo.⁽⁵⁾

El daño oxidativo puede ser prevenido por moléculas antioxidantes, las que son capaces de donar electrones para estabilizar a los radicales libres y neutralizar sus efectos dañinos. Estas pueden ser de origen endógeno (sintetizados por el organismo) y exógeno (provenientes de fuentes externas).^(4,6)

El pimentón es una especie dulce del género *Capsicum*, que hace parte de la familia botánica de las solanáceas y su nombre científico es *Capsicum annuum* L. Es la especie más cultivada de este género.⁽⁸⁾ Tuvo su origen en el continente americano, probablemente en lo que hoy comprende la parte sur de Brasil; pero, también, se considera a Colombia como uno de los centros de origen.^(8,9,10) El fruto tiene diversas formas y tamaño y se inserta de forma perpendicular. Es una baya semicartilaginosa y deprimida, que cuando madura puede tener color rojo o amarillo.

El pimentón (*C. annuum*) posee dentro de su composición una molécula llamada capsaicina (8-metil-N-vanillil-6-nonenamida), la que es una oleorresina, a la que se le ha demostrado propiedades antioxidantes y pertenece al grupo de los capsaicinoides.⁽¹⁰⁾ También se han encontrado otros compuestos químicos, como carotenoides, clorofila, polifenoles, taninos y flavonoides, por lo que se considera el pimentón una fuente de antioxidantes. Es importante considerar que, en pimentones, el contenido de fenoles disminuye a medida que avanza la madurez del fruto desde color verde hasta el color característico (amarillo, anaranjado, rojo, entre otros).^(8,9,10) La presente investigación tiene el objetivo de determinar la actividad antioxidante y el contenido fenólico del extracto etanólico del fruto de la especie *Capsicum annuum* L. proveniente del departamento Norte de Santander, Colombia.

Métodos

Recolección del material vegetal

Teniendo en cuenta los registros de las colecciones del Herbario Regional Catatumbo-Sarare (HECASE) de la Universidad de Pamplona, los frutos de las plantas de pimentón (*Capsicum annuum* L) fueron recolectados en una vereda del municipio de Pamplona, Norte de

Santander (7°22'34"N 72°38'54"O). Se recolectaron semanalmente 2 kg de material maduro (rojo), en el periodo de enero a marzo del 2016. La supervisión la realizó el Magíster en Sistemática Vegetal, Luis Roberto Sánchez Montaña, quien realizó la identificación taxonómica de la especie.

Obtención del extracto etanólico

Los frutos maduros recolectados fueron lavados con agua y seleccionados para garantizar su buen estado, seguidamente se pesaron. Este material se secó a la temperatura ambiente (25 °C) por 24 horas y luego se trocearon. La extracción consistió en macerar de manera estática, en solución hidroalcohólica a 70 % m/v durante 5 días a temperatura ambiente, realizándose cambio de mensturo para lograr un agotamiento del material vegetal. Cada extracto fue filtrado en papel filtro común y concentrado en rotoevaporador R-210 (BUCHI) hasta que todo el alcohol fuera eliminado.⁽¹¹⁾

Determinación de fenoles totales

El contenido de fenoles totales se determinó por el método colorimétrico de *Folin-Ciocalteu* (FCR). Se utilizó como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}). Se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico entre 50-500 $\mu\text{g/mL}$. Se diluyó el extracto correspondiente a una concentración en la que el contenido de fenoles se encontraba dentro del intervalo de la curva patrón. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico/250 mL de muestra. Las lecturas de las absorbancias se realizaron a 760 nm en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S.^(12,13,14)

Método del radical DPPH•

La actividad captadora de radicales libres DPPH• se determinó empleando el método descrito por *Silva* y otros,^(4,15) con algunas modificaciones. Se adicionaron 75 μL de muestra

a 150 µL de una solución metanólica de DPPH• (100 µg/mL) y se incubó a temperatura ambiente durante 30 min. Después, en el lector de microplacas Multiskan Ex (Thermoscientific) se determinó espectrofotométricamente la desaparición del radical DPPH• a 550 nm. Se utilizó ácido ascórbico como control positivo de captación de los radicales DPPH• (25 µg/mL). La IC₅₀ se determinó evaluando varias concentraciones seriadas de la muestra (10 µg/mL a 1000 µg/mL) mediante análisis de regresión lineal. Los resultados se expresaron como la media ± ESM del porcentaje de captación del radical DPPH• relativo al grupo control. Se calculó el porcentaje de inhibición (% Inh) según la ecuación.

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{(A_0 - A_f)}{A_0} * 100$$

Donde A₀ y A_f son los valores de absorbancia del blanco (solución de DPPH en metanol) y la muestra (solución de DPPH más antioxidante disueltos en etanol), respectivamente.

Método del radical ABTS⁺

El radical ABTS• se formó después de la reacción de ABTS 3,5 mM con 1,25 mM de persulfato potásico (concentración final). Las muestras fueron incubadas entre 2 °C-8 °C y en oscuridad de 16 h a 24 h. Una vez formado el radical ABTS• se diluyó con etanol hasta obtener una absorbancia de 0,7 ± 0,05 a 734 nm. A un volumen de 190 µL de la dilución del radical ABTS• se le adicionó 10 µL de la muestra en estudio y se incubó a temperatura ambiente durante 5 minutos, luego de transcurrido este tiempo se determinó espectrofotométricamente la desaparición del radical ABTS• a 734 nm en el lector de microplacas Multiskan Ex (Thermoscientific)⁴.

Análisis estadístico

Los resultados correspondientes a tres ensayos independientes se expresaron como el promedio ± el error estándar de la media (ESM). Para la organización de los datos se empleó la hoja de cálculo Microsoft Excel 2010, y para los análisis estadísticos el paquete GraphPad Prism V5.00 para Windows.

Resultados

Las sustancias fenólicas son reconocidas por su aporte a la actividad antioxidante de los materiales vegetales. Por lo que se evaluó el contenido de fenoles totales en los extractos, con el método de *Folin-Ciocalteu*, de los que se obtuvieron valores de $1035,10 \pm 0,50$ para el extracto etanólico de *C. annuum* mg de ácido gálico/250 mL de muestra.

La actividad antioxidante del extracto etanólico del pimentón (*Capsicum annuum*) se evaluó por los métodos de DPPH• y ABTS⁺ y se alcanzaron valores de IC₅₀ $343,00 \pm 0,25$ µg/mL y $174,61 \pm 0,10$ µg/mL respectivamente. Estos resultados se expresaron como actividad antiradical o IC₅₀, la que se define como la concentración del antioxidante que disminuye la absorción del radical a un 50 % de la cantidad inicial.⁽¹⁶⁾

Discusión

Los alimentos vegetales, en especial las frutas, tienen un amplio contenido de nutrientes y biocompuestos con estructuras químicas variadas, que pueden ofrecer diferentes efectos biológicos en el organismo humano como antioxidantes. Estos antioxidantes pueden actuar por múltiples mecanismos, dependiendo del sistema de reacción o de la fuente radicalaria u oxidante utilizada.^(4,17) Los radicales libres tienen un efecto significativo en la oxidación de lípidos insaturados; el radical DPPH• se utilizó como un radical libre estable para determinar actividad antioxidante de compuestos naturales.

El valor IC₅₀ mide la capacidad captadora de radicales DPPH• del extracto etanólico con respecto a un estándar antioxidante como el ácido ascórbico (IC₅₀ $12,50 \pm 0,25$ µg/mL). Este cede un hidrógeno, produciéndose una transferencia de electrones de doble enlace, hacia el oxígeno, que sufrió la pérdida de un electrón, repitiendo la misma acción en el siguiente átomo de oxígeno, que sufrió la pérdida del átomo de hidrógeno, hasta establecerse el equilibrio de energía. De acuerdo a esta reacción, el ácido ascórbico cede dos hidrógenos.⁽¹⁸⁾

Zapata y otros,⁽¹⁹⁾ estimaron el contenido de fenoles totales en frutas y hortalizas colombianas, dentro de las cuales se encontró el *C. annuum* obteniendo valores de $948,7 \pm 11,2$ mg ácido gálico/100 g, muestra liofilizada. De igual manera, *Hervert-Hernández* y otros,⁽²⁰⁾ reportan un contenido de $966,6 \pm 95$ mg ácido gálico/100 g muestra seca, en chile chipotle.

Álvarez-Padilla y otros,⁽²¹⁾ obtuvieron un contenido de fenoles totales de 1032 ± 95 mg ácido gálico/100 g muestra, en chile jalapeño, es similar a los reportados en el presente trabajo.

Palomo y otros,⁽⁷⁾ evaluaron la actividad antioxidante *in vitro* de algunas frutas y hortalizas que se consumen en la Región del Maule de Chile, resaltando los valores obtenidos en relación al porcentaje de decoloración de una solución de DPPH para el extracto metanólico de pimentón a 1000 µg/mL, en un intervalo de 70-80 µg/mL, sin embargo, estos resultados difieren de los alcanzados para el *C. annuum*.

Las diferencias en los resultados encontrados por los diferentes investigadores podrían explicarse en parte por la diversidad con relación al lugar y condiciones de cultivo, de almacenamiento, y de procesamiento, además de las diferentes metodologías utilizadas en la medición de la capacidad antioxidante.⁽⁷⁾

Los resultados muestran que el valor de ABTS, expresados como µg/mL, son menores que los obtenidos con la técnica del DPPH; el método de la decoloración del catión-radical ABTS+• es aplicable a antioxidantes lipofílicos e hidrofílicos lo que le permite ser implementado para sistemas tanto acuosos como lipofílicos. Además, el ABTS es muy soluble en agua y químicamente estable. En cambio, el DPPH solo puede disolverse en medio orgánico por lo que mide, preferentemente, la capacidad antioxidante de compuestos poco polares o no polares.⁽⁴⁾

Estos resultados pueden servir para comenzar a entender las razones del extenso uso de los productos naturales, en la medicina tradicional. Por lo que, cada vez más, las investigaciones obtienen evidencias que permiten el uso de estas especies vegetales en terapias complementarias. Teniendo en cuenta estos aspectos, es importante estudiar las variaciones en la actividad antioxidante con las diferentes condiciones que inciden en la dinámica de acumulación de los principios activos, tiempos de recolección, estado de maduración, época del año en que se colecta, entre otras.^(22,23,24,25,26,27)

De esta manera, se incrementan los resultados que sostienen que los extractos vegetales son una buena fuente natural y disponible, que posibilitará desarrollar diferentes formas farmacéuticas con actividad farmacológica definida. Por otro lado, estos resultados pueden servir para comenzar a entender las razones del extenso uso de los extractos vegetales, en la medicina tradicional y su uso como terapia complementaria de las convencionales.^(28,29,31)

En conclusión, el *Capsicum annuum* L. (pimentón) tiene un alto contenido fenólico, lo que lo convierte en una fuente para el desarrollo de agentes antioxidantes naturales con potencial aplicación en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Cartagena, a la Universidad de Sucre y al Corporación Universitaria Rafael Núñez por facilitar espacio, recursos y tiempo a los investigadores.

Referencias bibliográficas

1. Badoni R, Semwal D, Kothiyal S, Rawat U. Chemical constituents and biological applications of the genus *Symplocos*. *J Asian Nat Prod Res*. 2010;12(12):1069-80.
2. Pandey A, Tripathi P, Pandey R, Srivatava R, Goswami S. Alternative therapies useful in the management of diabetes: A systematic review. *J Pharm Bioallied Sci*. 2011;3(4):504-12.
3. Njume C, Afolayan A, Samie A, Ndip R. Inhibitory and bactericidal potential of crude acetone extracts of *Combretum molle* (Combretaceae) on drug-resistant strains of *Helicobacter pylori*. *J Health Popul Nutr*. 2011;29(5):438-45.
4. León G, Torrenegra M, Osorio M, Gil J. Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* L. *Rev Cubana Farmacia*. 2015;49(4):708-718.
5. Granados C., Yáñez Y, Santafé G. Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Calycolpus moritzianus* y *Minthostachys mollis* de Norte de Santander. *Bistua. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*. 2012;10(1):12-23.

6. Rojano BA, Gaviria CA, Saez JA. Antioxidant activity determination in a lipidic peroxidation model of butter inhibited by isoespintanol. VITAE. 2008;15(2):212-18.
7. Palomo I, Gutiérrez M, Astudillo L, Rivera C, Torres C, Guzmán L, Moore-Carrasco R, Carrasco G, Alarcón M. Efecto antioxidante de frutas y hortalizas de la zona central de Chile. Rev Chil Nutr. 2009;36(2):152-58.
8. DANE. El cultivo del pimentón (*Capsicum annum* L) bajo invernadero. Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. 2015;37:1-74.
9. Rodríguez Y, Depestre T, Gómez O. Obtención de líneas de pimiento (*Capsicum annum*) progenitoras de híbridos F1, resistentes a enfermedades virales, a partir del estudio de cuatro subpoblaciones. Cienc. Inv. Agr. 2007;34(3):237-242.
10. CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) y Gobernación de Antioquia. Modelo productivo del pimentón bajo condiciones protegidas en el Oriente antioqueño; 2014 [acceso 21/04/2019]. Disponible en: <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Pimentón%20BPA.pdf>
11. Paula-Silva José, Martins-De Siqueira A. Acción antibacteriana de extractos hidroalcohólicos de *Rubus urticaefolius*. Rev Cubana Plant Med. 2000;5(1):26-29.
12. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu Reagent. Methods Enzymol. 1999;299:152-178.
13. Rojano BA, Vahos ICZ, Arbeláez AFA, Martínez AJM, Correa FBC, Carvajal LG. Polifenoles y actividad antioxidante del fruto liofilizado de palma naidi (*açai* colombiano) (*Euterpe oleracea* Mart). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 2011;64:6213-20.
14. Vásquez A, Cala M, Miranda I, Tafurt G, Martínez J, Stashenko E. Actividad antioxidante y contenido total de fenoles de los extractos etanólicos de *Salvia aratocensis*, *Salvia Sochensis*, *Bidens reptans* y *Montanoa ovalifolia*. Scientia Technica. 2007;13(33):205-7.
15. Silva B, Andrade P, Valentao P, Ferreres F, Seabra R., Ferreira M. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit (Pulp, Peel, and Seed) and Jam: Antioxidant Activity. J. Agric. Food Chem. 2004;52:4705-12.

16. Floegel A, Kim DO, Chung SJ, Koo SI, Chun OK. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011;24(7):1043-48.
17. Villanueva J, Condezo L, Asquiere E. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*. 2010;30(1):151-160.
18. Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem*. 2005;53:4290-4302.
19. Zapata S, Piedrahita AM, Rojano B. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic content of fruits and vegetables from Colombia *Perspectivas en Nutrición Humana*. 2014;16(1):25-36.
20. Hervert-Hernández D, Sáyago-Ayerdi SG, Goni I. Bioactive compounds of four hot peppers varieties (*Capsicum annuum* L.) antioxidant capacity, and intestinal bioaccessibility. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010;58:3399-3406.
21. Álvarez-Padilla E, de la Rosa LA, Amarowicz R, Shahidi F. Antioxidant activity of fresh and processed Jalapeño and Serrano peppers. *J Agric Food Chem*. 2011;59(1):163-73.
22. Kumar P, Chand S, Chandra P, Maurya PK. Influence of Dietary Capsaicin on Redox Status in Red Blood Cells During Human Aging. *Adv Pharm Bull*. 2015;5(4):583-86.
23. Kim HG, Bae JH, Jastrzebski Z, Cherkas A, Heo BG, Gorinstein S, Ku YG. Binding, Antioxidant and Anti-proliferative Properties of Bioactive Compounds of Sweet Paprika (*Capsicum annuum* L.). *Plant Foods Hum Nutr*. 2016;71(2):129-136.
24. Marrelli M, Menichini F, Conforti F. Hypolipidemic and Antioxidant Properties of Hot Pepper Flower (*Capsicum annuum* L.). *Plant Foods Hum Nutr*. 2016;71(3):301-306.
25. Sricharoen P, Lamaiphon N, Patthawaro P, Limchoowong N, Techawongstien S, Chanthai S. Phytochemicals in *Capsicum oleoresin* from different varieties of hot chilli peppers with their antidiabetic and antioxidant activities due to some phenolic compounds. *Ultrason Sonochem*. 2017;38:629-639.

26. Figueroa-Cares IE, Martínez-Damián MT, Rodríguez-Pérez JE, Cruz-Álvarez O, Beryl-Colinas-León MT, Valle-Guadarrama S, Ramírez-Ramírez SP. Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.). *Interciencia*. 2015;40(10):696-703.
27. Sachadyn-Król M, Materska M, Chilczuk B, Karaś M, Jakubczyk A, Perucka I, Jackowska I. Ozone-induced changes in the content of bioactive compounds and enzyme activity during storage of pepper fruits. *Food Chem*. 2016;15(211):59-67.
28. Pájaro NP, Granados-Conde C, Torrenegra-Alarcón ME. Actividad antibacteriana del extracto etanólico del peciolo de *Rheum rhabarbarum*, *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm*. 2018;47(1):26-36.
29. Granados-Conde C, Torrenegra-Alarcón ME. Actividad antioxidante y contenido fenólico del peciolo de *Rheum rhabarbarum*. *Revista Cubana de Farmacia*. 2016 [acceso 06/12/2018];50(4). Disponible en: <http://www.revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/60>
30. Pájaro NP, Leon-Mendez G, Osorio M, Torrenegra-Alarcón ME, Garcia Y. Evaluación de indicadores físicos y químicos de una emulsión con aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* L. *Revista Cubana de Farmacia*. 2016 [acceso: 01/12/2018];50(3). Disponible en: <http://www.revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/43/48>
31. Granados-Conde C, Torrenegra-Alarcón ME. Elaboración de una mermelada a partir del peciolo de ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*). @limentech *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2016;14(2):33- 41.

^aEspecies reactivas del oxígeno (ERO o ROS por *reactive oxygen species*) incluyen iones de oxígeno, radicales libres y peróxidos tanto inorgánicos como orgánicos. (N. del E.).