

FITOQUÍMICOS ANTIOXIDANTES ALIMENTARIOS COMO ESTRATEGIA DE PROMOCIÓN DE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE LA CARNE DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus* L.)

DIETARY PHYTOCHEMICAL ANTIOXIDANTS AS A STRATEGY FOR PROMOTION OF OXIDATIVE STABILITY IN RABBIT MEAT (*Oryctolagus cuniculus* L.)

Mireles-Arriaga A. I.^{1*}, Ruiz-Nieto J.E.¹, Hernández-Ruiz J.¹, Hernández-Marín, J.A.²

¹Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida Departamento de Agronomía, Ex Hacienda El Copal, Km. 9 Carretera Irapuato-Silao A.P. 311 C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México ²Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida Departamento de Veterinaria y Zootecnia, Ex Hacienda El Copal, Km. 9 Carretera Irapuato-Silao A.P. 311 C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México. Autor de correspondencia: ana.mireles@ugto.mx

RESUMEN

Uno de los factores no microbiológicos de mayor importancia que influyen la calidad de la carne es el proceso oxidativo que puede ser generado durante la manipulación de la carne o durante eventos antemortem, tales como enfermedades, malnutrición o condiciones de traslado. A fin de disminuir dichas reacciones y prolongar la vida de anaquel de la carne, se han generado estrategias como la adición de fitoquímicos antioxidantes en la alimentación de animales productores de carne. La carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.) es considerada un alimento funcional por su alto contenido de ácidos grasos omega 3 y 6 así como por los beneficios que aporta a la salud; el presente trabajo aborda el análisis de la información pertinente para la inclusión de fitoquímicos antioxidantes en la dieta de conejos productores de carne, así como la revisión de los trabajos de investigación realizados en el tema.

Palabras clave: carne de conejo, calidad, nutrición animal, oxidación.

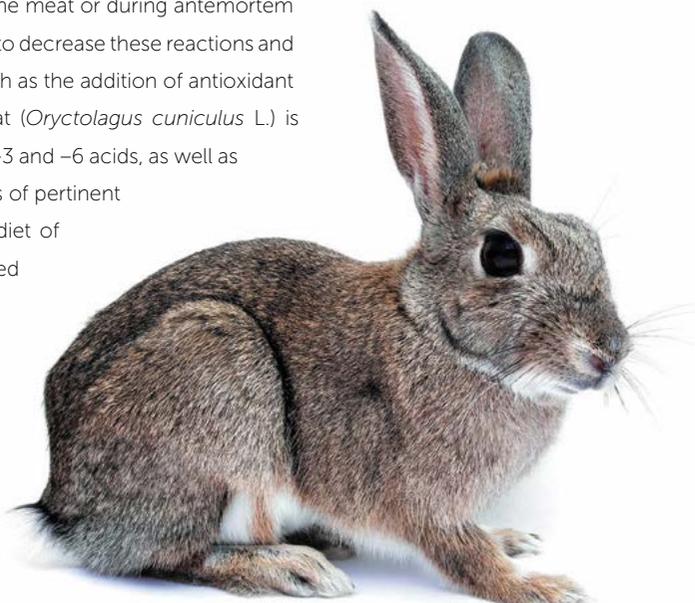
ABSTRACT

One of the non-microbiological factors of greatest importance that influence the quality of meat is the oxidative process that can be generated during the manipulation of the meat or during antemortem events, such as diseases, malnutrition or transport conditions. In order to decrease these reactions and prolong the shelf life of the meat, strategies have been generated such as the addition of antioxidant phytochemicals in the diet of meat-producing animals. Rabbit meat (*Oryctolagus cuniculus* L.) is considered to be a functional food due to its high content of omega -3 and -6 acids, as well as for the benefits that it has for health. This study addresses the analysis of pertinent information for the inclusion of antioxidant phytochemicals in the diet of meat-producing rabbits, and the review of research studies performed in this theme.

Keywords: rabbit meat, quality, animal nutrition, oxidation.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 91-96.

Recibido: julio, 2017. **Aceptado:** mayo, 2018.



INTRODUCCIÓN

Uno de los alimentos altamente susceptible a sufrir daños por oxidación es la carne, la descomposición de componentes musculares como lípidos y proteínas genera el desarrollo de sabores indeseables, pérdida de color, nutrientes y textura que disminuyen la vida de anaquel (Kumar *et al.*, 2015). Con el propósito de disminuir dichas reacciones, la administración en forma dietaria de compuestos fitoquímicos antioxidantes (FAOX) resulta ser una forma efectiva de incorporar dichos compuestos en el tejido muscular e incidir en otros aspectos del animal in vivo, tal como el crecimiento, salud y estatus oxidativo que, si no están en balance, afectan directamente la calidad final de la carne (Al-Sagheer *et al.*, 2017)

La carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.) es altamente apreciada por su contenido de proteína y su baja proporción de grasas saturadas en comparación con la carne de cerdo (*Sus sp.*) y res (*Bos sp.*). Además, es una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados (AGPs) omega 3 y 6 (Dalle-Zotte y Szendro, 2017) que se relacionan con beneficios a la salud humana. La presencia de AGPs, torna a la carne de conejo altamente susceptible a procesos oxidativos que pueden derivar en su rápido deterioro (Kumar *et al.*, 2015). A fin de poder disminuir la velocidad de las reacciones de oxidación en la carne de conejo y promover su calidad, la adición de FAOX en la dieta de estos animales es una estrategia que ha mostrado influir positivamente diversos parámetros de la calidad y estabilidad oxidativa de la carne. No obstante, también se han reportado estudios donde no se muestran cambios significativos

o efectos negativos (Lui *et al.*, 2009). La variabilidad de las respuestas obtenidas depende en gran medida por las diferencias en el tipo, cantidad y el modo en el que estos compuestos pueden actuar dentro de un sistema biológico complejo (Muíño *et al.*, 2014). A fin de posibilitar respuestas benéficas tanto en la calidad como en la estabilidad oxidativa de la carne de conejo, mediante el uso de FAOX alimentarios se debe de tomar en cuenta la información pertinente sobre los compuestos a utilizar, así como el conocimiento sobre los factores antemortem y las reacciones que desencadenan la oxidación en la carne. Es por ello que el presente trabajo aborda la revisión de las consideraciones necesarias para la inclusión de FAOX en la dieta de conejos y su efecto en la conservación y promoción de la calidad de carne.

Estrés oxidativo y calidad de carne

El término estrés oxidativo, (Figura 1) es usado cuando la producción de especies reactivas supera la defensa antioxidante del organismo, desestabilizando el equilibrio homeostático del animal. En especies productoras de carne, el estrés oxidativo resulta en la producción de las especies reactivas que pueden alterar las funciones celulares normales,

iniciando reacciones en cadena que comprometen la integridad celular. Dañando las estructuras celulares del músculo resultando en un bajo rendimiento y calidad deficiente de la carne (Abdel-Khalek, 2013).

En el músculo, los componentes más susceptibles a la oxidación son las grasas y proteínas. La oxidación lipídica ocurre como consecuencia de la absorción de oxígeno en los AGPs libres o esterificados, los cuales generan radicales alquilo y peroxi propiciando la formación de aldehídos, alcanos y dienos conjugados responsables del aroma a "rancio" (Santos-Fandilla *et al.*, 2014). Aun cuando la oxidación lipídica es considerada la principal causa de deterioro no microbiano, la oxidación de las proteínas de la carne es uno de los temas innovadores en la evaluación de su calidad. De hecho, la oxidación proteica es responsable de muchas modificaciones biológicas, tales como la fragmentación y agregación de proteínas, solubilidad y sobre todo de la oxidación de la principal proteína responsable de la coloración en carne: la mioglobina (Sohaib *et al.*, 2017). A fin de disminuir las reacciones de oxidación y evitar el uso de compuestos sintéticos, la tendencia de la investigación de la industria cárnica se inclina ha-



Figura 1. Adaptado de: Falowo (2014), afectaciones del estrés oxidativo en calidad de carne.

cia la administración en forma dietaria de los FAOX ya que resulta ser una forma efectiva de incorporar dichos compuestos en el tejido muscular disminuyendo la manipulación posterior a la matanza del animal (Hernández-López *et al.*, 2016).

Antioxidantes dietarios en la conservación y calidad de carne de conejo

La desestabilización del equilibrio homeostático en los animales genera impactos negativos en la calidad de carne. A fin de mantener la calidad mediante el uso de antioxidantes dietarios se debe tener distintos factores, tales como el tipo de compuesto, biodisponibilidad, forma de obtención de los FAOX y nivel de adición, tal como se muestra en la Figura 2.

Tipo de compuesto y modo de acción:

En las plantas, existen diversos FAOX; sin embargo, no todos actúan del mismo modo, y dependiendo de su mecanismo de acción, antes, o durante el proceso de auto oxidación pueden ser clasificados en dos grupos: a) primarios que son aquellos antioxidantes que interrumpen la cadena de reacciones entre los que se encuentran los captadores de moléculas de oxígeno y b) secundarios que son los compuestos capaces de prevenir la iniciación de la cadena de oxidación como los antioxidantes enzimáticos y quelantes de metales y moléculas reactivas (Wanasundara y Shahidi, 2005).

Biodisponibilidad: Muchos de estos compuestos han mostrado alta capacidad antioxidante en estudios *in vitro*. Sin embargo, para efectos de la inclusión de FAOX en dietas animales se debe mencionar que no todos son necesariamente benéficos y que sus efectos fisiológicos dependen de su tipo, estructura química y biodisponibilidad en el organismo (Carocho y Ferreira, 2013). Por ejemplo: las agliconas pueden ser absorbidas desde el intestino delgado, mientras que los ésteres, glicósidos y polímeros deben ser hidrolizados por enzimas intestinales o por la microflora colónica antes de la absorción.

Algunos compuestos y sus metabolitos pueden penetrar en los tejidos; sin embargo, su capacidad de acumularse dentro de ellos es aún desconocida (Muíño *et al.*, 2014).

Forma de obtención de los FAOX: Aparte de la gran diversidad de FAOX presentes en la naturaleza, muchos de ellos son termolábiles, por ejemplo, si se utilizan distintos métodos de secado, algunos pueden comprometer su actividad antioxidante más que otros (Rotolo *et al.*, 2013).

Nivel de adición: dependiendo de tipo de FAOX que se utilice en la dieta animal puede mostrar efectos no deseados, como es el caso de los taninos, que en dosis elevadas puede desencadenar efectos pro oxidantes, lo cual resulta en una degradación más rápida de la carne y en menor vida de anaquel (Liu, 2009).

El mantenimiento del balance oxido-redox puede favorecer el mejoramiento de las características de la carne de conejo, la adición de antioxidantes como suplementos nutricionales en la dieta, es una práctica común para mejorar el desempeño animal, la salud y el bienestar animal. El trabajo realizado por Al-Sagheer (2017) reporta el uso de aceite extra virgen de oliva (EVOO), ácido gálico (GA), y aceite de pasto de limón (LGEO) en dietas de conejos

bajo estrés térmicos, registrando un efecto positivo en el estatus oxido-redox de los animales. De igual manera la investigación realizada por Mohd (2013), muestra el efecto positivo en el mantenimiento del estatus oxidativo *in vivo* en conejos con dietas hiperlipidemias, suplementadas con arroz (*Oryza sativa* L.) integral germinado (GBR) arroz blanco (WR) y arroz integral (BR).

La carne de conejo es altamente apreciada como alimento funcional ya que contiene altos niveles de AGPs (ácidos grasos polinsaturados), esta característica puede causar problemas con el almacenamiento, procesamiento y cocinado ya que los AGPs son altamente susceptibles a la oxidación (Dalle Zotte *et al.*, 2016). Generalmente el uso de antioxidantes naturales ofrece



Figura 2. Principales factores que influyen en la utilización de antioxidantes dietarios.

una respuesta positiva, ya sea controlando el balance del estatus oxido-redox del animal *in vivo* ayudándolo a mantener dicho balance en condiciones que detonan la generación estrés y con ello la producción de radicales libres que a su vez perjudican en gran medida la calidad final de la carne (Falowo *et al.*, 2014).

La adición de FAOX en la dieta de conejos, puede otorgarle características de alimento "funcional" a la carne, al conferirle otras propiedades relativas a la promoción de la salud humana y a disminuir el uso de aditivos sintéticos para su conservación, en especial por su acción al disminuir las reacciones de oxidación comunes en la carne. Diversas investigaciones realizadas con la adición de FAOX (Cuadro 1) sugieren efectos positivos respecto a la disminución de productos derivados de la oxidación de las grasas, tales como el MDA (malonaldehído), únicamente el trabajo reportado por Liu *et al.* (2009) sugiere el efecto pro oxidante de los taninos hidrolizables a concentraciones a partir del 1.0% por kg de dieta, esto puede deberse a que los taninos hidrolizables puedan ser metabolizados de manera distinta en el tracto digestivo del animal, no obstante, este mecanismo es aún incierto.

CONCLUSIONES

La inclusión de antioxidantes en la dieta de conejos productores de carne representa una excelente oportunidad para facilitar su conservación, dado que la carne de conejo es altamente susceptible a sufrir el deterioro por procesos oxidativos. Los FAOX derivados de productos vegetales han sido utilizados en las dietas de estos animales con resultados positivos respecto a la conservación de carne. Especial énfasis, refiere el uso de plantas con aceites esenciales como el tomillo (*Thymus vulgaris*) que además de aportar beneficios sensoriales han demostrado capacidad para disminuir considerablemente la oxidación lipídica en la carne. A fin de reconocer fuentes potenciales y optimización de uso de diversos FAOX en las dietas de los conejos así como sus efectos en la conservación de la carne, se recomiendan investigaciones adicionales al respecto.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Khalek A. M. 2013. Supplemental antioxidants in rabbit nutrition: A review. *Livestock Science*, 158(1–3), 95–105.
- Al-Sagheer A. A., Daader A. H., Gabr H. A., Abd El-Moniem E. A. 2017. Palliative effects of extra virgin olive oil, gallic acid, and lemongrass oil dietary supplementation on growth performance, digestibility, carcass traits, and antioxidant status of heat-stressed growing New Zealand White rabbits. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(7), 6807–6818.
- Brewer M.S. 2011. Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(4), 221–247.
- Carocho M., Ferreira I. C. F. R. 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and chemical toxicology*, 51, 15–25.
- Cullere M. 2016. Effect of *Silybum marianum* herb on the productive performance, carcass traits and meat quality of growing rabbits. *Livestock Science*, 194, pp.31–36.
- Dabbou S., Gai F., Renna M., Rotolo L., Dabbou S., Lussiana C., Zoccarato I. 2017. Inclusion of bilberry pomace in rabbit diets: effects on carcass characteristics and meat quality. *Meat science*, 124, 77–83.
- Dal Bosco A., Mugnai C., Roscini V., Mattioli S., Ruggeri S., Castellini C. 2014. Effect of dietary alfalfa on the fatty acid composition and indexes of lipid metabolism of rabbit meat. *Meat science*, 96(1), 606–609.
- Dal Bosco A., Mourvaki E., Cardinali R., Servili M., Sebastiani B., Ruggeri S., Castellini C. 2012. Effect of dietary supplementation with olive pomaces on the performance and meat quality of growing rabbits. *Meat science*, 92(4), 783–788.
- Dal Bosco A., Gerencsér Z., Szendrő C., Mugnai M., Cullere M., Kovács S., Zotte A. 2013. Effect of dietary supplementation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on rabbit meat appearance, oxidative stability and fatty acid profile during retail display. *Meat Science*.
- Dalle Zotte A., Cullere M., Sartori A., Szendrő Z., Kovács M., Giaccone V., Dal Bosco A. 2014. Dietary Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) supplementation to growing rabbits: Effects on raw and cooked meat quality, nutrient true retention and oxidative stability. *Meat science*, 98(2), 94–103.
- Dalle Zotte, A., Celia, C., y Szendrő, Z. 2016. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: A review. *Livestock Science*, 189, 82–90.
- Falowo A. B., Fayemi P. O., Muchenje V. 2014. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64(June), 171–181.
- Hernández-López S. H., Rodríguez-Carpena J. G., Lemus-Flores C., Galindo-García J., Estévez M. 2016. Antioxidant protection of proteins and lipids in processed pork loin chops through feed supplementation with avocado. *Journal of Food Science and Technology*, 53(6), 2788–2796.
- Kouba M., Benatmane F., Blochet J. E., Mourot J. 2008. Effect of a linseed diet on lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Science*, 80(3), 829–834.
- Kumar Y., Yadav D. N., Ahmad T., Narsaiah K. 2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), 796–812.
- Liu H.W., Dong X.F., Tong J.M., Zhang Q. 2011. A comparative study of growth performance and antioxidant status of rabbits when fed with or without chestnut tannins under high ambient temperature. *Animal Feed Science and Technology*, 164(1–2), 89–95.

Cuadro 1. Fitoquímicos Antioxidantes (FAOX) dietarios y su efecto en la oxidación lipídica de la carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.).

Fuente	Tipo de antioxidante	Animales y dieta	Efectos en oxidación	Ref.
Linaza	Antioxidantes, ácidos grasos polinsaturados	Californian×New Zelanda; 30 g/kg de linaza extruida, por 35 días.	Aumento de los ácidos grasos insaturados, sin afectaciones en la oxidación lipídica de la carne	1
Alfalfa fresca	α -tocoferol, β -tocoferol, ácidos grasos polinsaturados	Híbridos Martini; Divididos grupo control (pellet) y grupo tratamiento (pellet+alfalfa fresca)	Incrementa el valor de μg MDA/g de 0.9 para el control y de 0.13 para el grupo tratamiento debido a la presencia de ácidos grasos polinsaturados en la alfalfa fresca	2
Castaña	Taninos hidrolizables	Bianca Italiana (machos), (0%, 0.5%, y 1.0%) de extracto natural de madera de castaña comercial (Silvafeed ENC)	Durante la oxidación forzada, a dosis de 0.5% se mejora la estabilidad lipídica de la carne no obstante al 1.0% no hay diferencia con el grupo control de 0%	3
Cascara tomate (TP)	Carotenoides	HycolxGrimaud, (0% TP, 3% TP, y 6% TP) por Kilo de dieta	Después de tres meses de almacenamiento $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, se observó el incremento de la oxidación lipídica conforme se aumentó la dosis de TP	4
<i>Lippia citriodora</i>	verbascosidos	Nueva Zelanda, dieta convencional (CON) con 1 kgt^{-1} (LNE) o 2 kgt^{-1} (HNE) de extracto, durante 55 días	Mejoramiento de la estabilidad oxidativa en <i>Longissimus Lumborum</i> con el tratamiento HNE	5
<i>Silybum marianum</i>	Flavonoides	Pannon blanco, con 5 g/kg y 10 g/kg de polvo herbal en la dieta	Aumenta el grado de oxidación lipídica en carne conforme aumenta el grado de adición en la dieta	6
<i>Perilla frutescens</i> L.	α -linolenico	Carmanggola grey×Nueva Zelanda, con 0, 5, y 10% de semilla en la dieta	Después de un día de almacenamiento a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, la oxidación lipídica aumenta, debido a la presencia de una mayor cantidad de ácidos grasos polinsaturados	7
Noni (<i>Morinda citrifolia</i>)	Antraquinonas	Nueva Zelanda×California con dieta suplementada con 0, 2, 4 y 6% de polvo de noni	La oxidación lipídica decrece considerablemente durante el almacenamiento, conforme aumenta la adición de fruto en la dieta	8
Tomillo y alga espirulina	Compuestos fenólicos, timol y carvacrol, β -caroteno y carotenoides, provitamina A, B12, y otras vitaminas del grupo B), ácido γ -linoleico	Bianca Italiana. Grupo control con dieta no suplementada (C-C) tratamientos: 5% Spirulina (S), 3% Tomillo (T), o ambos en las mismas proporciones (ST) para todo el periodo de crianza (S-S, T-T, ST-ST) o solo para el periodo de engorda (8-11 semanas: (grupos C-S, C-T, C-ST).	Solo las dietas que incluyen tomillo mejoran la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento	9
Hojas de orégano y salvia con diferentes métodos de secado	Compuestos fenólicos, y aceites esenciales antioxidantes	Bianca italiana, suplementados con 1% de hierbas secas (DH), procesadas (OD), orégano (OR) <i>S. officinalis</i> 'Extrakta' (SE) <i>S. officinalis</i> subsp. <i>Lavandulifolia</i> (SL) como sigue: OR-DH y OR-OD, SE-DH y SE-OD y SL-DH y SL-OD, respectivamente)	No se detectan cambios en la estabilidad oxidativa de ningún tratamiento	10
Alcachofa	Compuestos fenólicos	HycolxGrimaud, con dietas suplementadas 0%, 5% and 10%, suministrada durante 96 días	Sin diferencias significativas en la oxidación lipídica de la carne entre tratamientos	11
Residuos derivados de la extracción de aceite de tres cultivares diferentes (A, B y C)	hidroxityrosol (3,4-DHPEA), tirosol (p-HPEA) ácido decarboximetil elenolico y verbascosidos,	Nueva Zelanda con dieta basal sin adición de residuo, y dietas con cada cultivar al 5%	Solo unos de los cultivares da resultado en la disminución de oxidación lipídica en carne	12
Residuos de mora azul (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	Proantocianidinas, antocianinas y flavonoides	Gromaud, con dieta de 0, 50, 100 y 150 g/kg de mora azul por kg de dieta	Sin cambios en la oxidación lipídica	13

Adaptado de: 1 (Kouba *et al.*, 2008); 2 (Dal Bosco *et al.* 2014); 3 Liu *et al.*, 2009; 4 (Peiretti *et al.*, 2013); 5 (Palazzo *et al.*, 2015); 6 (Cullere *et al.*, 2016); 7 (Peiretti *et al.*, 2011); 8 (Mireles-Arriaga *et al.*, 2015); 9 (Dalle Zotte *et al.*, 2014); 10 (Rotolo *et al.*, 2013); 11 (Dabbou *et al.*, 2014); 12 (Dal Bosco *et al.*, 2012); 13 (Dabbou *et al.*, 2017). *Todos los autores refieren dietas isoproteicas e isocalóricas además del consumo de agua *ad libitum*.

- Liu H. W., Gai F., Gasco L., Brugiapaglia A., Lussiana C., Guo K. J., Zoccarato I. 2009. Effects of chestnut tannins on carcass characteristics, meat quality, lipid oxidation and fatty acid composition of rabbits. *Meat science*, 83(4), 678–83.
- Mireles-Arriaga, I., Hernández-García P., Espinosa-Ayala E., López-Martínez L., Márquez-Molina O. 2015. Effect of Noni (*Morinda citrifolia* L) on Growth Performance, Lipid Oxidation and Meat Quality Traits of Rabbits. *Life Science Journal*, 12, pp.61–67.
- Mohd-Esa N., Abdul Kadir K.-K., Amom Z., Azlan A. 2013. Antioxidant activity of white rice, brown rice and germinated brown rice (*in vivo* and *in vitro*) and the effects on lipid peroxidation and liver enzymes in hyperlipidaemic rabbits. *Food chemistry*, 141(2), 1306–12.
- Muñoz I., Apeleo E., De la Fuente J., Pérez-Santaescolástica C., Rivas-Cañedo A., Pérez C., Lauzurica S. 2014. Effect of dietary supplementation with red wine extract or vitamin E, in combination with linseed and fish oil, on lamb meat quality. *Meat science*, 98(2), 116–23.
- Palazzo M., Vizzarri F., Nardoia M., Ratti S., Pastorelli G., Casamassima D. 2015. Dietary *Lippia citriodora* extract in rabbit feeding: effects on quality of carcass and meat. *Archiv fuer Tierzucht*, 58(2), 355.
- Peiretti P.G., Gai F., Rotolo L., Brugiapaglia A., Gasco L. 2013. Effects of tomato pomace supplementation on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. *Meat science*, 95(2), 345–51.
- Peiretti P.G., Gasco L., Brugiapaglia A., Gai F. 2011. Effects of perilla (*Perilla frutescens* L.) seeds supplementation on performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid composition of rabbits. *Livestock Science*, 138(1), 118-124.
- Rotolo, L., Gai, F., Nicola, S., Zoccarato, I., Brugiapaglia, A., y Gasco, L. 2013. Dietary Supplementation of Oregano and Sage Dried Leaves on Performances and Meat Quality of Rabbits. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1937–1945.
- Santos-Fandila A., Camino-Sánchez F. 2014. Degradation Markers in Nutritional Products. A Review. *Austin Journal of Analytical and Pharmaceutical Chemistry*, 1(1), 1–7.
- Sohaib M., Anjum F. M., Arshad M. S., Imran M., Imran A., Hussain S. 2017. Oxidative stability and lipid oxidation flavoring volatiles in antioxidants treated chicken meat patties during storage. *Lipids in Health and Disease*, 16(1),
- Wanasundara P., Shahidi F. 2005. Antioxidants: Science, Technology, and Applications. En F. Shahidi. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* (sixth, pp. 431–489). John Wiley y Sons, Inc.

