

EFFECTO DEL ACEITE DE ORÉGANO (*Poliomintha longiflora* Gray) SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE CARNE DE CONEJOS

Effects of oregano oil (*Poliomintha longiflora* Gray) on the productivity and quality of rabbit meat

Gerardo Méndez-Zamora¹, Lorenzo Antonio Durán-Meléndez², Jesica Leticia Aquino-López², Eduardo Santellano-Estrada², Ramón Silva-Vázquez^{2*}

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Industrias Alimentarias, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Francisco Villa s/n, Ex Hacienda El Canadá, CP. 66050. Escobedo, Nuevo León, México.

² Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada, km 1. CP. 33820. Chihuahua, Chihuahua, México.

*Autor de correspondencia: rsilva63@yahoo.com

Nota científica **recibido:** 18 de mayo de 2015, **aceptado:** 21 de julio de 2015

RESUMEN. El objetivo fue evaluar el efecto del aceite de orégano mexicano (AOM, *Poliomintha longiflora* Gray) sobre variables productivas, perfil sanguíneo, sacrificio y calidad de carne de conejos. Cuarenta conejos Nueva Zelanda de 30 d de edad, no sexados, fueron distribuidos al azar en dos tratamientos: CON (dieta comercial), y AOM (CON + AOM a 0.40 g kg⁻¹). En las variables productivas, biometría hemática y sacrificio no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$), mientras que el contenido de colesterol y lipoproteínas de baja densidad fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$), no así los triglicéridos y lipoproteínas de alta y muy baja densidad. El pH, humedad y cenizas de la carne tuvieron diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos. El aceite de orégano mexicano a 0.40 g kg⁻¹ en dietas, influye en las características sanguíneas y calidad de la carne de conejos.

Palabras clave: Biometría hemática, orégano mexicano, perfil sanguíneo, sacrificio

ABSTRACT. The objective was to evaluate the effects of Mexican oregano oil (AOM, *Poliomintha longiflora* Gray) on the productivity variables, blood profile, sacrifice and quality of rabbit meat. Forty New Zealand rabbits, 30 d old and non-sexed, were randomly distributed between two treatments: CON (commercial diet) and AOM (CON + AOM at 0.40 g kg⁻¹). No statistical differences ($p > 0.05$) were found on the productivity variables, hematological biometry or sacrifice, whereas the cholesterol content and low density lipoproteins were different between treatments ($p < 0.05$), unlike the triglycerides and the low and high density lipoproteins. The pH, humidity, and ashes of the meat presented differences ($p < 0.05$) between treatments. The Mexican oregano oil at 0.40 g kg⁻¹ in diets influences the blood characteristics and the quality of the rabbit meat.

Key words: Mexican oregano, sacrifice, blood profile, hematological biometry

INTRODUCCIÓN

El consumo de carne y su influencia en la salud humana, como la obesidad y los padecimientos cardiovasculares, ocasionan críticas desfavorables a carnes obtenidas con el empleo de aditivos. Por ello, las investigaciones recientes proponen alternativas naturales para solucionar los efectos adversos en los sistemas de producción, con el objetivo de obtener

productos libres de aditivos (Dalle et al. 2014a, 2014b). Al respecto, la carne de conejo se considera sana porque tiene niveles bajos de colesterol, similares a los de la carne de pollo y pavo (Dalle 2002, Cavani et al. 2009, Petracci y Cavani 2013).

Existen estudios sobre el uso plantas y sus extractos en la producción y calidad de carne de conejo, como el aceite esencial de orégano (Soulto et al. 2009, Rotolo et al. 2013, Cardinali et

al. 2015), espirulina y tomillo (Dal Bosco et al. 2014, Dalle et al. 2014a, 2014b, Gerencsér et al. 2014). En la mayoría de las investigaciones se ha encontrado que el adecuado suministro de los aditivos fitogénicos puede tener efectos positivos en el comportamiento productivo, calidad de la carne y retardar la oxidación de lípidos (Dal Bosco et al. 2014, Dalle et al. 2014b). Sin embargo, en particular el uso del aceite esencial de orégano (AEO) como una alternativa biológica, aún presenta controversias respecto a su efecto en la producción animal y alimentaria; por lo anterior, el aceite de orégano (*Poliomintha longiflora* Gray) tiene poca aceptación como posible opción en la engorda de conejos.

En México se encuentran las especies de orégano *Lippia berlandieri* Schauer y *Poliomintha longiflora* Gray (Rivero-Cruz et al. 2011). La especie *Poliomintha longiflora* es un arbusto largo y delgado encontrado en el centro-norte árido de México, conocido por su uso culinario y medicinal; el follaje seco y sus inflorescencias se usan como condimento, el cual contiene alto contenido de fenoles (17.51 ± 0.22 mg de ácido gálico / g de peso fresco) y alta capacidad de absorción de radicales de oxígeno (92.18 ± 0.72 μ mol de equivalentes Trolox/g peso fresco) (Zheng y Wang 2001). *Poliomintha longiflora* posee como principales componentes el carvacrol (10 a 18 %), p-cimeno (14.09 a 15.12 %), 6-metil-3,4-xilenol (12 %), carvacrol acetato (1 a 12 %) y ciclohexanol 4-(1-metiletenil; 4 a 10 %). Estas características le confieren al AEO de *Poliomintha* su capacidad antioxidante, antibacteriana, medicinal y para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales (Rivero-Cruz et al. 2011), además de que los atributos químicos de este aceite esencial le permiten ser utilizado en la producción animal. Con estos antecedentes, el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia del aceite esencial de orégano *Poliomintha longiflora* Gray en el comportamiento productivo, perfil sanguíneo, variables de sacrificio y calidad de la carne de conejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y cuidado animal

La investigación se efectuó en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en el área de Engorda de Conejos; el proceso de sacrificio se realizó en la Unidad de Carnes de la Facultad de Agronomía. Los conejos se manejaron de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO (1999) sobre cuidado y bienestar animal.

Diseño del experimento

Se utilizó un diseño completamente al azar, los conejos fueron distribuidos de forma aleatoria en dos tratamientos: CON (dieta comercial) y AOM (CON + 0.40 g kg⁻¹ AOM). La composición química de la dieta comercial (Nutrigafer) fue humedad 12.0 %, proteína 17.0 %, grasa 2.0 %, fibra 14.0 %, cenizas 7.0 % y ELN aparente 48.0 %, compuesta por los siguientes ingredientes: alfalfa y maíz molido, pasta de soya, salvado, pasta de canola, melaza, carbonato de calcio, cloruro de sodio, fosfato monocálcico, vitaminas (A, D3, E), cobalto, Fe, iodo, Mg, Zn, Se, Cu y S. El AOM fue adquirido de la empresa *Natural Solutions* en la ciudad Jiménez, Chihuahua, México, su composición se analizó por cromatografía de gases en un cromatógrafo Clarus 600 y SQ8 (PerkinElmer®; timol 28.49 %, gamma-terpineno 17.85 %, carvacrol 13.89 %, P-cimeno 5.53 %, mentol 0.8 %, eugenol 0.62 %, cineol 0.56 %, trans-cariofileno 0.07 %, otros 32.18 %). Los dos tratamientos estuvieron integrados por 20 conejos Nueva Zelanda de 30 d de edad. La engorda se llevó a cabo bajo condiciones ambientales controladas en jaulas metabólicas individuales de 30 x 33 x 44 cm por 42 d (Simitzis et al. 2014), proporcionado alimento y agua a libre acceso. En el tratamiento AOM, el aceite de orégano se aplicó con un aspersor en una mezcladora semiautomática, de forma lenta en la dieta comercial.

Comportamiento productivo

El peso inicial (PI) de cada conejo fue de 1.07 ± 0.04 kg, el cual se incluyó en el análisis es-

tadístico como covariable. Las variables estudiadas fueron peso de conejo (PC; kg), consumo de alimento (CAL; kg) y consumo de agua (CAG; kg) a los 14, 28, y 42 d de engorda. Los datos obtenidos se utilizaron para estimar la ganancia de peso diaria (GPD) y la conversión alimenticia (CA).

Variables sanguíneas

El muestreo de sangre y la caracterización sanguínea se efectuó de acuerdo con el método de Dai *et al.* (2004). Las muestras de sangre se obtuvieron de la arteria central de la oreja a los 42 d de engorda; la cual se centrifugó a 1 500 g a 4 °C por 15 min para separar el suero. El colesterol (COL), los triglicéridos (TRI), las lipoproteínas de alta densidad (LAD), lipoproteínas de baja densidad (LBD) y lipoproteínas de muy baja densidad (LMBD) se determinaron por calorimetría enzimática con un Espectrofotómetro KONTROLab[®] EKEM, con un reactivo enzimático comercial (Stanbio Laboratory, TX, USA) para la determinación. La biometría sanguínea se determinó con el método de impedancia, de Medway *et al.* (1969) y Maxine (1984).

Variables de sacrificio

Antes del sacrificio, el alimento se retiró; este procedimiento se realizó de acuerdo con el método empleado por Simonová *et al.* (2010), Dal Bosco *et al.* (2014) y la NOM-033-ZOO (1995); las canales se almacenaron a 4 ± 1.0 °C por 24 h. El peso de sacrificio (PS), el peso de sangre, piel con cola, patas delanteras y traseras, cabeza, vísceras y el peso de la canal caliente se registró (n = 20) en porcentaje del PS. Las variables de sacrificio fueron sangre, piel, cabeza, patas, vísceras y rendimiento de canal caliente (RCC), la cual se almacenó a 4.0 °C hasta su evaluación. El peso de la canal se tomó a 24 h post mortem, para determinar el rendimiento de la canal fría (RCF).

Variables calidad de la carne

Después de 24 h post mortem, el pH y el color se midieron por duplicado en el músculo *Longissimus dorsi* (LD) de 20 canales por tratamiento. El pH se determinó con un potenciómetro de punción (Orion

3 star ThermoFisher Scientific, USA), introduciendo el electrodo en el músculo, y el color se midió con un colorímetro (Minolta Chroma Meter 2002; Konica Minolta Holdings, Inc., Tokyo, Japón), basado en el sistema CIE Lab (L*, a* y b*). Posteriormente, el músculo LD, tejido graso y conectivo se removieron en 10 canales por tratamiento. Al mismo tiempo se tomaron muestras de la parte media del músculo LD (100 g) para medir por triplicado la capacidad de retención de agua (CRA), humedad, grasa, proteína y cenizas. La CRA se midió según la técnica descrita por Tsai y Ockerman (1981) y Simitzis *et al.* (2014), en tanto que la composición química proximal del LD (humedad, proteína, grasa y cenizas) se realizó de acuerdo con la AOAC (1998).

Análisis estadístico

Los datos del comportamiento productivo se analizaron con la instrucción MIXED, mientras que las variables sanguíneas, sacrificio y calidad de la carne se examinaron usando la instrucción GLM de SAS (SAS 2009), considerando los tratamientos como efectos fijos en el modelo estadístico; por último, la comparación de medias se realizó con la prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p > 0.05$) en el comportamiento productivo de los conejos; sin embargo se obtuvieron valores de 1.39, 1.77 y 2.05 kg (± 0.06) de PC, 1.01, 1.51 y 1.39 kg (± 0.05) de CAL, 2.49, 3.00 y 2.74 kg (± 0.22) de CAG, 0.66, 0.80 y 0.63 (± 0.10) de CA, y 0.025, 0.026 y 0.025 kg (± 0.001) de GPD a los 14, 28 y 42 d de engorda, respectivamente. Los resultados para AOM son similares a los encontrados por Botsoglou *et al.* (2004) y Gerencsér *et al.* (2014), quienes observaron un efecto en las variables productivas en conejos alimentados con 100 y 200 mg kg⁻¹ de aceite esencial de orégano con 3.0 % de hojas de tomillo. Otros autores no encontraron efecto en el comportamiento productivo del conejo cuando suplementaron tomillo, hesperidina y aceite esencial de orégano (Soultsos *et al.* 2009, Ben-

Tabla 1. Lípidos y perfil lipoproteico de conejos suplementados con aceite esencial de orégano *Poliomintha longiflora* Gray en 42 d de engorda.

Parámetros mg dL ⁻¹	Tratamiento ²		p-Value
	CON	AOM	
COL	95.75 ± 7.78 ^b	119 ± 6.11 ^a	0.04
TRI	159.50 ± 27.74 ^a	126.83 ± 22.65 ^a	0.38
LAD	26.00 ± 4.81 ^a	26.33 ± 3.93 ^a	0.95
LBD	37.85 ± 9.20 ^b	67.3 ± 7.51 ^a	0.03
LMBD	31.90 ± 5.54 ^a	25.36 ± 4.53 ^a	0.38

COL: colesterol; TRI: triglicéridos; LAD: lipoproteínas de alta densidad; LBD: lipoproteínas de baja densidad; LMBD: lipoproteínas de muy baja densidad. CON: Dieta comercial; AOM: dieta comercial + 0.40 g kg⁻¹ de aceite de orégano *Poliomintha longiflora* Gray; Medias de mínimos cuadrados (± error estándar) del perfil sanguíneo de conejos con diferente superíndice en la misma fila son diferentes p ≤ 0.05.

Tabla 2. Efecto del aceite de orégano *Poliomintha longiflora* Gray sobre la calidad del *Longissimus dorsi* de conejos en 42 d de engorda.

Variables ¹ mg dL ⁻¹	Tratamiento ²		p-Value
	CON	AOM	
pH	5.60 ± 0.02 ^b	5.67 ± 0.02 ^a	0.02
CRA (%)	71.29 ± 0.79 ^a	72.52 ± 0.79 ^a	0.28
Color			
L*	52.37 ± 1.46 ^a	52.24 ± 1.46 ^a	0.95
a*	3.54 ± 0.31 ^a	3.85 ± 0.31 ^a	0.49
b*	4.53 ± 0.26 ^a	4.88 ± 0.26 ^a	0.34
Composición proximal (%)			
Humedad	75.89 ± 0.39 ^a	74.76 ± 0.3 ^b	0.03
Proteína	21.63 ± 0.29 ^a	21.33 ± 0.22 ^a	0.42
Grasa	0.58 ± 0.01 ^a	0.57 ± 0.01 ^a	0.78
Cenizas	1.55 ± 0.06 ^b	1.70 ± 0.04 ^a	0.05

COL: colesterol; TRI: triglicéridos; LAD: lipoproteínas de alta densidad; LBD: lipoproteínas de baja densidad; LMBD: lipoproteínas de muy baja densidad. CON: Dieta comercial; AOM: dieta comercial + 0.40 g kg⁻¹ de aceite de orégano *Poliomintha longiflora* Gray; Medias de mínimos cuadrados (± error estándar) del perfil sanguíneo de conejos con diferente superíndice en la misma fila son diferentes p ≤ 0.05.

lemlih et al. 2014, Gerencsér et al. 2014, Simitzis et al. 2014). Mientras que Rotolo et al. (2013) y Cardinali et al. (2015) reportaron diferencias estadísticas en los parámetros productivos de conejos cuando emplearon 1.0 % de hojas de orégano con 24.7 % carvacrol, y 0.1 y 0.2 % del extracto de orégano (*Origanum vulgare*). Lo anterior indica que el orégano promueve el consumo de alimento e incrementa el peso vivo, lo cual mejora la eficiencia en la conversión alimenticia. Al respecto Windisch (2008), Symeon et al. (2010) y Kirkpinar et al. (2014) mencionan que el AEO mejora el consumo de alimento, debido a su efecto positivo para pro-

mover el crecimiento.

En la biometría hemática no se encontraron diferencias entre tratamientos (p > 0.05), y el AOM presenta los mayores valores, lo que puede indicar una mejora en la salud de los conejos. Mientras que en COL y LBD se encontraron diferencias entre tratamientos (Tabla 1), obteniendo el tratamiento AOM los mayores valores, los cuales están dentro de los valores reportados por Poljičak-Milas (2009) y Jenkins (2010).

En los parámetros de sacrificio y rendimiento de canal no se encontraron diferencias entre tratamientos (p > 0.05). En promedio el peso al

sacrificio (PS) fue de 2.04 ± 0.07 kg, mientras que las variables de sacrificio presentaron valores 3.30 ± 0.38 % de sangre, 10.42 ± 0.31 % de piel, 8.87 ± 0.17 % de cabeza, 3.59 ± 0.11 % de patas, 24.57 ± 0.82 % de vísceras, 49.26 ± 0.63 % de RCC y 51.39 ± 0.63 % de RCF. Valores similares en las variables de sacrificio y del rendimiento de la canal fueron reportados por Simitzis et al. (2014), Benlemlih et al. (2014) y Dalle et al. (2014a), en tanto que Rotolo et al. (2013) y Cardinali et al. (2015) observaron efectos en el rendimiento de canal con el uso de diferentes tratamientos de orégano de la especie *Origanum vulgare*. No se encontraron diferencias en el color y CRA de la carne del *Longissimus dorsi* (Tabla 2), para color se tuvieron valores medios de 52.30 ± 1.46 L*, 3.69 ± 0.31 a*, 4.70 ± 0.26 b* y 71.91 ± 0.79 % en CRA. El pH fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$), AOM tuvo el valor más alto. Resultados similares fueron obtenidos por Simitzis et al. (2014) en parámetros de color en y pH en *Longissimus lumborum* de conejo alimentados con hesperidina.

En la composición proximal de la carne de conejo, humedad y cenizas, se encontraron diferencias entre tratamientos (Tabla 2), mientras que el contenido proteico y grasa fueron estadísticamente iguales. El tratamiento CON tuvo la mayor humedad y el AOM el mayor contenido de cenizas; lo cual coincide con Cardinali et al. (2015), lo cual se puede deber a que el carvacrol y timol del aceite de orégano son absorbidos y depositados en los tejidos de los animales, lo que puede modi-

ficar los componentes de la carne (Cardinali et al. 2015). Por su parte, Dalle et al. (2014b) no encontraron diferencias en el análisis proximal de la carne de conejo (*Longissimus thoracis et lumborum*, y músculos de pierna trasera) cuando utilizaron en la dieta 3.0 % tomillo (*Thymus vulgaris*), mientras que Simonová et al. (2010) y Rotolo et al. (2013) en extracto de *Origanum vulgare* y hojas de orégano secas en dietas, no encontraron diferencias en pH, CRA, parámetros de color y composición nutrimental de la carne de conejo (*Longissimus dorsi*). Se sabe que las propiedades fisicoquímicas de la carne, en especial los parámetros del color y la CRA, están relacionados con el pH (Simonová et al. 2010); al respecto, en este estudio el tratamiento AOM (*Poliomintha longiflora* Gray) incrementó el pH de la carne pero no afectó la CRA y el color, lo cual indica que se puede mejorar la calidad de la carne, desde el punto de vista comercial.

El aceite de orégano mexicano *Poliomintha longiflora* Gray en dosis 0.40 g kg^{-1} en la dieta, no mejoró los parámetros productivos, biometría hemática y variables de sacrificio de los conejos, pero sí influyó en las lipoproteínas de baja densidad, colesterol y calidad de la carne de conejos. Aunque no fueron diferentes algunas variables estudiadas, podría ser interesante investigar el efecto sobre la microflora digestiva, el metabolismo de los ácidos grasos y la vida de anaquel de la carne de conejos alimentados con dietas que incluyan aceite de orégano.

LITERATURA CITADA

- AOAC (1998) Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Washington, DC, USA.
- Benlemlih M, Aarab A, Bakkali M, Arakrak A, Laglaoui A (2014) The effect of supplementing diets with dried fennel and thyme on the zootechnical parameters and caecal microflora of growing rabbit. *Journal of Animal and Feed Sciences* 23: 346-350.
- Botsoglou NA, Florou-Paneri P, Christaki E, Giannenas I, Spais AB (2004) Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. *Archives of Animal Nutrition* 58: 209-218.
- Cardinali R, Cullere M, Dal Bosco A, Mugnai C, Ruggeri S, Mattioli S, et al. (2015) Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits: Effect on growth performance, carcass traits, bone development and meat chemical composition. *Livestock Science* 175: 83-89.

- Cavani C, Petracci M, Trocino A, Xiccato G (2009) Advances in research on poultry and rabbit meat quality. Italian Journal of Animal Science 8: 741-750.
- Dai S, Duan J, Lu Y, Zhang Y, Cheng J, Ren J, et al. (2004) Phytoestrogen α -Zearalanol inhibits atherogenesis and improves lipid profile in ovariectomized cholesterol-fed rabbits. Endocrine 25: 121-129.
- Dal Bosco A, Gerencsér Zs, Szendrő Zs, Mugnai C, Cullere M, Kovács M, et al. (2014) 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 96: 114-119.
- Dalle ZA (2002) Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Livestock Production Science 75: 11-32.
- Dalle ZA, Cullere M, Sartori A, Dal Bosco A, Gerencsér Zs, Matics Zs, et al. (2014a) Effect of dietary supplementation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on carcass composition, meat physical traits, and vitamin B12 content on growing rabbits. World Rabbit Science 22: 11-19.
- Dalle ZA, Cullere M, Sartori A, Szendrő Z, Kovács M, Giaccone V, et al. (2014b) 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: 94-103.
- Gerencsér Zs, Szendrő Zs, Matics Zs, Radnai I, Kovács M, Nagy I, et al. (2014) Effect of dietary supplementation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on apparent digestibility and productive performance of growing rabbits. World Rabbit Science 22: 1-9.
- Jenkins JR (2010) Evaluation of the rabbit urinary tract. Journal of Exotic Pet Medicine 19: 271-279.
- Kirkpinar F, Ünlü HB, Serdaroğlu M, Turp GY (2014) Effects of dietary oregano and garlic essential oils on carcass characteristics, meat composition, colour, pH and sensory quality of broiler meat. British Poultry Science 55: 157-166.
- Maxine NB (1984) Manual de Patología Clínica Veterinaria. Editorial Limusa. 421p.
- Medway W, Prier JE, Wilkinson JS (1969) A textbook of veterinary clinical pathology. Williams & Wilkins Co, Baltimore, Inglaterra. 522p.
- NOM-033-ZOO (1995) Norma Oficial Mexicana. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/detalleXNormaAction.do>. Fecha de consulta 9 de febrero de 2015.
- NOM-062-ZOO (1999) Norma Oficial Mexicana, especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio. <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/consultasAction.do>. Fecha de consulta 6 de febrero de 2015.
- Petracci M, Cavani C (2013) Rabbit meat processing: historical perspective to future directions. World Rabbit Science 21: 217-226.
- Poljičak-Milas N, Kardum-Skelin I, Vuđan M, Silvija MT, Ballarin-Perharić A, Milas Z (2009) Blood cell count analyses and erythrocyte morphometry in New Zealand white rabbits. Veterinarski Arhiv. 79: 561-571.
- Rivero-Cruz I, Duarte G, Navarrete A, Bye R, Linares E, Mata R (2011) Chemical composition and antimicrobial and spasmolytic properties of *Poliomintha longiflora* and *Lippia graveolens* essential oils. Journal of Food Science 76: C309-C317.

- Rotolo R, Gai F, Nicola S, Zoccarato I, Brugiapaglia A, Gasco L (2013) Dietary supplementation of oregano and sage dried leaves on performances and meat quality of rabbits. *Journal of Integrative Agriculture* 12: 1937-1945.
- SAS Institute (2009) SAS/STAT User's Guide. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA. pp: 2431-2619.
- Simitzis PE, Babaliaris C, Charismiadou MA, Papadomichelakis G, Goliomytis M, Symeon GK, *et al.* (2014) Effect of hesperidin dietary supplementation on growth performance, carcass traits and meat quality of rabbits. *World Rabbit Science* 22: 113-121.
- Simonová MP, Chrastinová L', Mojto J, Lauková A, Szábová R, Rafay J (2010) Quality of rabbit meat and phyto-additives. *Czech Journal of Food Sciences* 28: 161-167.
- Soultos N, Tzikas Z, Christaki E, Papageorgiou K, Steris V (2009) The effect of dietary oregano essential oil on microbial growth of rabbit carcasses during refrigerated storage. *Meat Science* 81: 474-478.
- Symeon GK, Zintilas C, Demiris N, Bizelis IA, Deligeorgis SG (2010) Effects of oregano essential oil dietary supplementation on the feeding and drinking behaviour as well as the activity of broilers. *International Journal of Poultry Sciences* 9: 401-405.
- Tsai TC, Ockerman HW (1981) Water binding measurement of meat. *Journal of Food Science* 46: 697-701.
- Windisch W, Shedle K, Kroismayr A (2008) Use of phyto-genic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science* 86: E140-E148.
- Zheng W, Wang S (2001) Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 5165-5170.

