

Efectos de la suplementación dietética con *Ruta graveolens* en el desempeño, las características de la canal y la calidad de la carne de conejo

Maricela Ayala Martínez ^a

Armando Zepeda-Bastida ^a

Sergio Soto-Simental ^{a*}

Resumen:

Ruta graveolens es una maleza que se puede utilizar como alimento de conejos. El objetivo de este estudio fue determinar la tasa de crecimiento, la calidad de la canal y de la carne de conejos después de la suplementación dietética con *Ruta graveolens*. En total, 60 conejos destetados fueron asignados aleatoriamente a cinco tratamientos: dieta control (C), dieta adicionada con hojas (25RL o 50RL) o la planta completa de *Ruta graveolens* (25CP o 50CP). Con el uso de *Ruta graveolens* se observó tasas de crecimiento y de conversión alimenticia similares al grupo control ($P>0.05$). La calidad de la canal difirió ($P<0.05$) entre tratamientos en peso de cuerpo vacío, tubo gastrointestinal vacío y grasa. El pH disminuyó en los conejos en crecimiento alimentados con *Ruta graveolens*, pero la carne presentó mejores parámetros de textura que el grupo control. Los resultados obtenidos sugieren que *Ruta graveolens* se puede considerar como una fuente alimenticia alternativa en la dieta de conejos.

Palabras clave: Planta aromática, Calidad de la carne, Eficiencia del crecimiento, Conejo.

Recibido: 24/07/2019

Aceptado: 25/09/2019

En los últimos años, ha habido un interés creciente en el uso de plantas para la producción animal debido a los compuestos bioactivos que contienen; los cuales mejoran el rendimiento productivo, las características de la canal y la calidad de la carne⁽¹⁾. En las dietas para conejos de engorda se utilizan numerosas plantas medicinales, estas son una fuente de fitoquímicos, los cuales poseen

propiedades antioxidantes o antimicrobianas^(1,2). La suplementación dietética con orujo de mora azul se utilizó como estrategia alimenticia para producir un desempeño nutricional favorable y cambios en los ácidos grasos contenidos en la carne de conejo⁽³⁾. Aunado a esto, la suplementación con orégano y romero tuvo efectos positivos en la tasa de crecimiento y las características de la canal de conejos de engorda⁽⁴⁾. En cambio, la suplementación con cebolla, arándano rojo, fresa y sus extractos no produjo diferencias en el desempeño productivo, la calidad de la carne y la estabilidad oxidativa en conejos destetados⁽⁵⁾.

Ruta graveolens es una planta utilizada en la medicina tradicional en todo el mundo, recibe diferentes nombres, como ruda, hierba de la gracia, entre otros⁽⁶⁾. Esta planta es reconocida por sus propiedades antimicrobianas^(7,8,9) y antioxidantes^(1,2). *Ruta graveolens* es una planta con un alto contenido de metabolitos secundarios, como cumarinas, alcaloides, aceites volátiles, flavonoides y ácidos fenólicos, los cuales son responsables de diversos efectos biológicos⁽⁶⁾.

Hasta donde se sabe, ésta es la primera vez que *Ruta graveolens* se utiliza en dietas de conejos en crecimiento. Sin embargo, los extractos u hojas de esta planta fueron previamente utilizados para investigar su actividad antibacteriana *in vitro*⁽⁷⁾. *Ruta graveolens* y sus flavonoides se pueden utilizar como agentes antimicrobianos⁽⁸⁾ o antioxidantes^(8,10). La producción de conejos enfrenta un problema durante el crecimiento del conejo. El destete es un periodo crítico para los conejos, durante esta edad se observa un incremento en los problemas digestivos, probablemente debido a la susceptibilidad a diversos patógenos causada por elevadas tasas de estrés. La enteropatía epizootica del conejo se caracteriza por la presencia de diarrea, meteorismo y distensión de la cavidad intestinal; esta enfermedad tiene altas tasas de morbilidad y mortalidad⁽²⁾. Debido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, *Ruta graveolens* se podría utilizar como un suplemento alimenticio para incrementar los parámetros productivos y obtener canales y carne de mejor calidad.

Con base en las consideraciones anteriores, este estudio buscó determinar los efectos de dietas suplementadas con dos concentraciones diferentes de hojas o planta completa de *Ruta graveolens*, en el desempeño productivo, las características de la canal y la calidad de la carne de conejos en crecimiento.

El ensayo se realizó en la granja experimental del Instituto de Ciencias Agropecuarias (Tulancingo, Hidalgo, México) y fue aprobado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Se asignaron aleatoriamente 60 conejos destetados (35 d de edad, 25 machos y 35 hembras) a cinco tratamientos (n=12 por tratamiento), cada uno con tres repeticiones, y se alojaron en jaulas (90 cm x 60 cm) equipadas con comederos manuales y bebederos automáticos. Los conejos se criaron bajo condiciones controladas, con una temperatura promedio de 20 °C. Se utilizaron conejos híbridos de las razas Nueva Zelanda,

California y Mariposa, con un peso promedio de 756.79 ± 97.69 g. Se formaron comprimidos del alimento empleando una máquina comprimidora (SKJ120 modelo, Shandong, China). Los animales se alimentaron *ad libitum* con dietas experimentales isoproteicas (17% de proteína cruda) e isoenergéticas (2.4 Mcal/kg de energía digestible), conforme a De Blas y Mateos⁽¹¹⁾. Los animales se dividieron en los siguientes tratamientos: dieta control, dieta suplementada con 25 y 50 g de hojas de ruda/kg de alimento, dieta suplementada con 25 y 50 g de planta completa/kg de alimento (Dieta C, 25RL, 50RL, 25CP, 50CP, respectivamente), como se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Ingredientes de las dietas experimentales

Ingrediente	Tratamientos				
	C	25RL	50RL	25CP	50CP
	Kg				
Maíz	1.79	1.81	1.82	1.81	1.82
Paja de avena	1.61	1.37	1.14	1.37	1.14
Salvado de trigo	1.07	0.99	0.99	0.99	0.99
Cáscara de soya	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Harina de soya	1.54	1.60	1.60	1.60	1.60
Harina de canola	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Sorgo	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Melaza	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premezcla de vit. y minerales	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
<i>Ruta graveolens</i> (ruda)	0	0.23	0.46	0.23	0.46
Composición calculada					
Proteína cruda, %	16.6	16.7	16.6	16.7	16.7
NDF, %	16	16	16	16	16
ADF, %	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
ED, Mcal/kg	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Ca, %	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
P, %	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

C=Control, 25RL= 25 g.kg⁻¹ de hojas de ruda; 50RL= 50 g.kg⁻¹ de hojas de ruda; 25CP= 25 g.kg⁻¹ de planta completa; 50CP= 50 g.kg⁻¹ de planta completa.

La planta se colectó en Tulancingo, Estado de Hidalgo, en la zona central de México. Después de ser transportadas al laboratorio, las plantas se separaron en hojas (RL) y planta completa (CP) y se secaron a temperatura ambiente durante 5 d a la sombra. Todas las partes se molieron en un molino (Mexicana de Suministros Agropecuarios SA de CV, Tulancingo, Hidalgo, México) usando un tamiz de 5 mm diámetro. Posteriormente, la planta se almacenó en un contenedor de plástico oscuro

hasta su uso. Durante el experimento, los conejos se pesaron de forma individual cada semana. La ingesta de alimento se midió diariamente durante el periodo de engorda. A partir de estos datos, se calculó la ganancia diaria de peso promedio (GDPP), la ganancia de peso total (GPT) y el índice de conversión alimenticia (ICA).

Los conejos se sacrificaron a los 63 d de edad en el laboratorio de carne del Instituto de Ciencias Agropecuarias en Tulancingo, Hidalgo, México. No hubo ayuno previo al sacrificio de los conejos. El largo de los animales se determinó en animales en pie midiendo la distancia desde el atlas hasta el isquion mientras el animal se encontraba en posición dorsal. La pelvis y la circunferencia lumbar de animales vivos y canales se midieron utilizando una cinta métrica. Los animales se pesaron, aturdieron de forma mecánica y procesaron de acuerdo con la legislación nacional⁽¹²⁾. Se pesó la canal caliente, el hígado, los riñones, el tubo gastrointestinal lleno y vacío, la vejiga llena y vacía, la grasa escapular y perirrenal, y la piel. Posteriormente, las canales se almacenaron en refrigeración a 4 °C durante 24 h. El peso de cuerpo vacío se calculó al medir las diferencias del peso lleno y vacío del tubo gastrointestinal y la vejiga.

Las canales se destazaron después de 24 h en refrigeración⁽¹³⁾. La cabeza se cortó a la altura del atlas, el cuarto delantero se obtuvo al cortar entre la 6ª y 7ª costilla, la caja torácica se determinó cortando la última costilla, y el lomo se obtuvo entre la 6ª y 7ª vértebra lumbar cortando transversalmente la columna vertebral para finalmente obtener la pata trasera. Se separó la grasa, huesos, y carne de las patas traseras. Todas estas piezas se pesaron por separado.

El color de la carne se midió en la superficie del lomo entre la última costilla y la 6ª vértebra lumbar a temperatura ambiente (22 °C) utilizando un colorímetro portátil i-Lab S560 (Microptix, Wilton, Maine, EE. UU.). Los valores se registraron en términos de espacio de color CIE L*a*b* usando un iluminante estándar tipo D65 y un observador de 2°, como se indica en los lineamientos de medición del color de la carne de la American Meat Science Association⁽¹⁴⁾. El pH se determinó con un medidor de pH adecuado para muestras de carne (modelo HI99163, Hanna instruments, Cluj-Napoca, Rumanía). La capacidad de retención de agua (CRA) se expresó como porcentaje de pérdida de agua⁽¹⁵⁾. Las pérdidas por cocción se midieron en los lomos. Las muestras se colocaron en una bolsa de plástico y cocinaron a 80 °C hasta alcanzar una temperatura interna de 68 °C, se utilizó un termómetro digital para monitorear la temperatura (Hanna Instruments, Portugal). Las muestras cocidas se enfriaron a temperatura ambiente y se pesaron, las pérdidas por cocción se determinaron al calcular la diferencia de peso antes y después de la cocción y se expresaron como porcentaje. Las muestras frías se utilizaron para el análisis de perfil de textura (APT). La muestra se cortó en cubos (1 cm por cada lado) y luego se comprimió al 50 % de forma perpendicular a la dirección de la fibra muscular, con una velocidad de la cruceta de 1 mm/seg⁽¹⁶⁾. Posteriormente, se calculó la dureza, cohesión, elasticidad y masticabilidad con el software Texture Pro CT en un analizador de textura Brookfield CT3 (Brookfield, Middleboro, MA, EE. UU.).

Se realizó un análisis de varianza con los datos obtenidos siguiendo el procedimiento general para el modelo lineal, donde el tratamiento fue el factor fijo, utilizando el software SAS Institute⁽¹⁷⁾. Cuando se encontraban diferencias estadísticas ($P<0.05$), se utilizó una prueba de Tukey.

En el Cuadro 2 se muestra la ganancia diaria de peso, la ganancia de peso total y el índice de conversión alimenticia durante el periodo de engorda en conejos. La ganancia diaria de peso durante la primera y cuarta semana de crecimiento fue diferente entre los tratamientos ($P<0.05$). La ganancia de peso total más alta ($P<0.05$) se encontró en los tratamientos C y 25CP ($1,175 \pm 131$ y $1,190 \pm 186$, respectivamente). Además, el grupo control fue estadísticamente diferente ($P<0.05$) al grupo 25RL. Los valores del índice de conversión alimenticia durante el periodo de engorda fueron 2.21 y 2.78 en los tratamientos 25CP y 50CP, respectivamente. Sin embargo, el grupo 50CP presentó un índice de conversión alimenticia más alto en comparación con el grupo control (2.78 ± 0.58 y 2.22 ± 0.24 para el grupo 50CP y control, respectivamente). La ganancia diaria de peso más baja durante la primera semana (39.15) se observó en el grupo 25RL, la más alta (52.22) en el grupo control. En la cuarta semana, la ganancia diaria más alta (39.76) se presentó en el grupo 25CP y la más baja en el tratamiento 50RL. Finalmente, en la ganancia diaria de peso total mayor (41.98) se detectó en el grupo control y la más baja (33.35) en el grupo 25RL. La ganancia de peso más alta (1,175 g) se observó en el grupo control, la más baja (934 g) en el grupo 25RL. Los resultados obtenidos con la planta completa de *Ruta graveolens* a 25 g.kg^{-1} en conejos de engorda no fueron significativamente diferentes a los del grupo control en cuanto a la ganancia diaria de peso y el índice de conversión alimenticia durante el periodo de engorda.

Cuadro 2: Efectos de la suplementación dietética con *Ruta graveolens* en el desempeño de conejos de engorda (Media \pm DE)

	Tratamientos				
	C	25RL	50RL	25CP	50CP
PV35 d	629.54 \pm 15.06 ^e	686.68 \pm 20.03 ^d	765.62 \pm 95.4 ^c	821.63 \pm 22.14 ^b	889.54 \pm 19.80 ^a
PV63 d	1763.18 \pm 150.0 ^b	1632.50 \pm 95.4 ^{ab}	1803.75 \pm 169.49 ^{ab}	1928.48 \pm 255.59 ^a	1816.98 \pm 222.19 ^a
GDP1 (g)	52.22 \pm 8.42 ^a	39.15 \pm 7.92 ^b	44.71 \pm 9.89 ^{ab}	50.00 \pm 11.54 ^{ab}	45.31 \pm 7.80 ^{ab}
GDP2 (g)	40.63 \pm 6.51	33.31 \pm 11.09	44.47 \pm 6.55	41.74 \pm 9.07	37.06 \pm 12.65
GDP3 (g)	39.44 \pm 6.88	29.92 \pm 9.45	34.49 \pm 8.09	38.49 \pm 11.64	36.82 \pm 8.72
GDP4 (g)	35.63 \pm 5.69 ^a	33.05 \pm 12.28 ^{ab}	17.96 \pm 17.93 ^b	39.76 \pm 7.44 ^a	25.87 \pm 17.42 ^{ab}
GDPT (g)	41.98 \pm 4.70 ^a	33.35 \pm 3.39 ^b	35.40 \pm 4.34 ^{ab}	42.49 \pm 6.65 ^a	36.27 \pm 7.42 ^{ab}

GPT (g)	1175.55±131.68 ^a	934.09±95.17 ^b	991.42±121.74 ^{ab}	1190.00±186.41 ^a	1015.55±207.85 ^{ab}
ICA	2.22±0.24 ^b	2.48±0.28 ^{ab}	2.48±0.30 ^{ab}	2.21±0.32 ^b	2.78±0.58 ^a

C=Control, 25RL= 25 g.kg⁻¹ de hojas de ruda; 50RL= 50 g.kg⁻¹ de hojas de ruda; 25CP= 25 g.kg⁻¹ de planta completa; 50CP= 50 g.kg⁻¹ de planta completa; PV35d= peso vivo a 35 d de edad. PV63d= peso vivo a 63 d de edad. GDP1-4= ganancia diaria de peso durante 1-4 semanas de engorda. GDPT= ganancia diaria de peso durante todo el periodo de engorda. GPT= ganancia de peso total. ICA= índice de conversión alimenticia.

^{abc} Diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0.05$).

Hasta ahora, existe poca información sobre el uso de la ruda como suplemento dietético en conejos. El uso de 2.5 g.kg⁻¹ de ruda en conejos de engorda aumenta el peso de la canal y la proporción de carne⁽¹⁸⁾. Algunos investigadores no encontraron una diferencia significativa en los parámetros productivos de conejos alimentados con dietas con *Trametes maxima*⁽¹⁹⁾. Además, la dieta de conejos suplementada con 5 o 10 g kg⁻¹ de *Silybum marianum* generó una productividad de rendimiento similar⁽²⁰⁾. Al mismo tiempo, la suplementación con *Lythrum salicaria* en dietas de conejos en crecimiento no aumentó la tasa de crecimiento⁽²¹⁾. Se ha reportado la actividad antioxidante, antibacteriana y anticancerígena *in vitro* de *Ruta graveolens*^(8,9). En este estudio se demostró un rendimiento de crecimiento similar al del grupo de control, especialmente cuando los animales ingieren la planta completa. Los tallos, las hojas y la flor de la ruda se utilizan en la medicina tradicional por sus propiedades antihelmínticas, antiparasitarias, antidiarreicas y antimicrobianas⁽⁷⁾.

En el Cuadro 3 se muestran los efectos de la suplementación dietética con *Ruta graveolens* en la calidad de la canal de conejos. El peso del cuerpo vacío fue significativamente diferente entre los grupos ($P<0.05$). El peso de los conejos suplementados con 25CP (1,780.33 ± 216.84 g) y 50CP (1,821.78 ± 265.10 g) era mayor que el de aquellos suplementados con 25RL (1,496.33 ± 74.36 g); sin embargo, no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre el grupo control (1,645.00 ± 13.36 g) y los conejos suplementados con la planta completa (25CP=1,780.33 ± 216.8 y 50CP=1,821.78 ± 265.1 g), produciendo canales más livianas ($P<0.05$) que el grupo control (control=1.94 frente a 50CP= 0.56). Estos hallazgos están respaldados por el aumento del peso vivo y el peso ganado en el grupo 50CP. La ruda, como suplemento dietético durante el crecimiento de conejos, podría utilizarse para promover la calidad de la canal. Sin embargo, estudios anteriores no han reportado diferencias en las características de la canal empleando una dieta suplementada con otras plantas. Las características de la canal de conejos alimentados con *Silybum marianum* fueron similares entre los tratamientos⁽²⁰⁾. Asimismo, otro grupo de investigación que reemplazó ingredientes convencionales con *Amaranthus dubius* a concentraciones de hasta 32% no observó un impacto negativo en las características de la canal, lo que sugiere que esta planta podría sustituir los ingredientes convencionales en las formulaciones de la dieta de conejos⁽²²⁾. Por otro lado, la suplementación con *Lythrum salicaria* en la dieta de conejos en crecimiento no generó diferencias en las características de la canal, lo que sugiere que esta planta se podría utilizar en la dieta de conejos durante el periodo de engorda⁽²¹⁾.

Cuadro 3: Efectos de la suplementación dietética con *Ruta graveolens* en las características de la canal de conejos de engorda (Media \pm DE)

Variable	Tratamientos				
	C	25RL	50RL	25CP	50CP
Peso de canal caliente	976.11 \pm 46.69 ^{ab}	897.77 \pm 58.90 ^b	961.87 \pm 118.62 ^{ab}	1061.11 \pm 125.04 ^a	1097.22 \pm 182.62 ^a
PCV, g/kg	1645.00 \pm 13.36 ^{ab}	1496.33 \pm 74.36 ^b	1617.88 \pm 187.04 ^a	1780.33 \pm 216.84 ^a	1821.78 \pm 265.10 ^a
Canal caliente, %	59.44 \pm 2.29	60.10 \pm 4.59	59.40 \pm 1.92	59.66 \pm 2.02	60.01 \pm 2.13
CCY, %	57.48 \pm 2.01	58.05 \pm 3.92	56.95 \pm 2.162	57.14 \pm 1.872	56.25 \pm 2.74
Vísceras	250.40 \pm 2.11	278.20 \pm 3.46	288.40 \pm 5.55	287.70 \pm 2.44	274.4 \pm 7.13
Corazón	3.40 \pm 0.10	3.00 \pm 0.10	3.30 \pm 0.10	0.31 \pm 0.69	0.39 \pm 0.94
Pulmones	7.60 \pm 1.90	8.40 \pm 3.20	7.80 \pm 2.16	8.60 \pm 1.99	7.30 \pm 1.03
Bazo	0.60 \pm 0.10	0.70 \pm 0.20	0.60 \pm 0.09	0.60 \pm 0.06	0.70 \pm 0.30
Hígado	44.7 \pm 10.83	43.50 \pm 10.40	47.00 \pm 7.84	49.30 \pm 6.76	38.80 \pm 11.08
Riñones	6.70 \pm 0.90	6.30 \pm 0.74	6.40 \pm 1.18	6.90 \pm 1.16	7.20 \pm 0.86
PTGV	258.28 \pm 46.94 ^b	260.95 \pm 36.12 ^b	294.93 \pm 34.50 ^{ab}	310.85 \pm 49.04 ^{ab}	317.30 \pm 30.13 ^a
Vejiga	2.10 \pm 0.50	2.70 \pm 1.11	1.70 \pm 0.47	2.20 \pm 1.08	2.80 \pm 1.19
Grasa de riñón	8.00 \pm 1.60	7.60 \pm 2.40	6.80 \pm 3.24	8.30 \pm 4.22	9.60 \pm 2.47
Peso de la grasa escapular	2.40 \pm 0.70	2.10 \pm 0.80	1.90 \pm 0.69	2.20 \pm 1.13	3.20 \pm 1.79
Cabeza	57.9 \pm 0.41	63.40 \pm 7.90	61.30 \pm 5.53	59.40 \pm 5.43	57.6 \pm 8.79
Peso de la parte delantera	139.30 \pm 6.90	137.60 \pm 11.00	138.00 \pm 6.16	140.80 \pm 7.04	139.90 \pm 6.32
PPI	53.10 \pm 4.70	57.10 \pm 9.50	54.70 \pm 8.07	52.80 \pm 4.80	54.00 \pm 7.61
Peso de la parte trasera	111.80 \pm 7.80	107.20 \pm 12.60	106.50 \pm 10.37	110.70 \pm 11.58	112.10 \pm 9.70
Piernas	203.70 \pm 8.70	204.80 \pm 12.80	199.90 \pm 7.83	196.10 \pm 11.26	196.60 \pm 9.08
Carne	152.80 \pm 10.10	153.40 \pm 11.10	147.40 \pm 7.58	150.00 \pm 8.49	147.20 \pm 14.56
Hueso	45.40 \pm 7.30	46.50 \pm 7.00	48.70 \pm 9.46	41.10 \pm 6.55	44.60 \pm 6.84
Grasa diseccionable	1.94 \pm 0.12 ^a	1.44 \pm 0.97 ^a	0.81 \pm 0.62 ^{ab}	0.75 \pm 0.68 ^b	0.56 \pm 0.59 ^b

C=Control, 25RL= 25 g.kg⁻¹ de hojas de ruda; 50RL= 50 g.kg⁻¹ de hojas de ruda; 25CP= 25 g.kg⁻¹ de planta completa; 50CP= 50 g.kg⁻¹ de planta completa.

PCV= peso de cuerpo vacío; CCY= rendimiento de la canal fría; PTGV= peso del tubo gastrointestinal vacío; PPI= peso de la parte intermedia.

^{abc} Diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias ($P < 0.05$).

En la Tabla 4 se presenta el color, pH, CRA y otras variables de la carne de conejos alimentados con dietas suplementadas con *Ruta graveolens*. Se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) en todas las características medidas, además del CRA y la dureza. Las hojas de *Ruta graveolens* afectaron ($P<0.05$) el color de la carne de conejo, generando valores más bajos de L^* (25RL=55.3) y b^* (50RL=8.22). La planta completa generó valores de a^* (50CP=0.61) más bajos en comparación con el grupo control (1.23). Igualmente, el pH disminuyó cuando se alimentó a los conejos con una dieta suplementada con 25 g kg^{-1} de la planta completa. Los resultados del análisis del perfil de textura, mostraron que la dureza no mostró diferencias ($P>0.05$) entre los grupos, pero la resiliencia, cohesión, elasticidad y masticabilidad fueron diferentes en el grupo control y los tratados con *Ruta graveolens*. La resiliencia y cohesión fueron mayores en la carne de conejos alimentados con hojas de *Ruta graveolens*, mientras que la elasticidad fue más alta en 25RL (3.05), 50RL (4.00) y 25CP (2.35) que en el grupo control (0.60).

Tabla 4: Efectos de la suplementación dietética con *Ruta graveolens* en la calidad de la carne de conejos de engorda (Media \pm DE)

Variable	Tratamientos				
	C	25RL	50RL	25CP	50CP
L^*	57.90 \pm 3.21 ^a	55.30 \pm 3.60 ^b	58.07 \pm 3.91 ^a	58.21 \pm 3.05 ^a	56.72 \pm 2.84 ^{ab}
a^*	1.23 \pm 1.75 ^{ab}	1.65 \pm 1.43 ^a	1.18 \pm 1.61 ^{ab}	1.29 \pm 1.17 ^{ab}	0.61 \pm 1.40 ^b
b^*	9.74 \pm 2.04 ^a	9.36 \pm 2.00 ^{ab}	8.22 \pm 2.45 ^b	8.96 \pm 2.23 ^{ab}	9.42 \pm 2.19 ^{ab}
pH	5.85 \pm 0.11 ^a	5.81 \pm 0.04 ^{ab}	5.77 \pm 0.03 ^{ab}	5.75 \pm 0.05 ^b	5.80 \pm 0.19 ^{ab}
CRA, %	21.12 \pm 5.19	20.02 \pm 4.86	18.85 \pm 6.19	18.06 \pm 5.69	19.48 \pm 5.26
Dureza. N	8.31 \pm 2.17	9.76 \pm 3.13	9.36 \pm 3.30	10.18 \pm 4.37	10.59 \pm 3.62
Resiliencia	3.05 \pm 0.17 ^b	5.08 \pm 0.77 ^a	4.94 \pm 0.42 ^a	2.63 \pm 0.46 ^b	2.75 \pm 0.04 ^b
Cohesión	0.24 \pm 0.02 ^c	0.48 \pm 0.08 ^{ab}	0.54 \pm 0.01 ^a	0.44 \pm 0.08 ^b	0.22 \pm 0.01 ^c
Elasticidad	0.60 \pm 0.13 ^c	3.05 \pm 1.17 ^b	4.00 \pm 0.52 ^a	2.35 \pm 0.62 ^b	0.57 \pm 0.12 ^c
Masticabilidad	12.81 \pm 0.76 ^b	19.47 \pm 5.91 ^a	22.42 \pm 4.59 ^a	8.75 \pm 1.97 ^b	13.56 \pm 2.79 ^b

C=Control, 25RL= 25 g. kg^{-1} de hojas de ruda; 50RL= 50 g. kg^{-1} de hojas de ruda; 25CP= 25 g. kg^{-1} de planta completa; 50CP= 50 g. kg^{-1} de planta completa.

^{abc} Diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias ($P<0.05$).

Estudios previos no han reportado diferencias en la calidad de la carne de conejos alimentados con una dieta suplementada con plantas. La calidad de la carne no afectó a los conejos alimentados con *Silybum marianum*⁽²⁰⁾. Al reemplazar ingredientes convencionales con *Amaranthus dubius* a concentraciones de hasta 32% no se observó un impacto negativo en la calidad de la carne, lo que sugiere que esta planta podría ser un potencial sustituto de los ingredientes convencionales en las formulaciones de la dieta de conejo⁽²²⁾. Se obtuvieron resultados similares con *Lythrum salicaria*,

esta dieta no generó diferencias en las características de la canal, lo que sugiere que esta planta se podría utilizar en la dieta de conejos durante el periodo de engorda⁽¹⁹⁾.

El pH está asociado con el color. Se reportaron valores de pH bajos (4.49) en el músculo *Longissimus dorsi* de conejos alimentados con *Amaranthus dubius*⁽²¹⁾. Mientras que se reportaron valores de L* de alrededor de 54 y un pH aproximado de 5.6 cuando los conejos fueron alimentados con salicaria⁽²⁰⁾. El color y el pH de la carne de conejo se pueden ver afectados por la edad, la raza, el tipo de músculo, el sexo, el alimento, las condiciones ante y posmortem, y otros factores^(23,24).

La suplementación dietética con *Ruta graveolens* en conejos de engorda se puede considerar un alimento alternativo viable para mantener los altos parámetros de producción y obtener características de la canal y calidad de la carne similares a las de los conejos bajo una alimentación convencional.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa PRODEP por el apoyo financiero durante este estudio. Número de proyecto DSA/103.5/16/10281. SEP-PFCE 2018.

Literatura citada:

1. Zeng Z, Zhang S, Wang H, Piao X. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J Anim Sci Biotechnol* 2015;(6):7-15.
2. Dalle-Zotte A, Celia C, Szendrő Zs. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: a review. *Lives Sci* 2016;(189):82-90.
3. Dabbou S, Renna M, Lussiana C, Gai F, Rotolo L, Kovitvadhi A, Brugiapaglia A, Helal AN, Schiavone A, Zoccarato I, Gasco L. Bilberry pomace in growing rabbit diets: effects on quality traits of hind leg meat. *Ital J Anim Sci* 2017;(16):371-379.
4. Cardinali R, Cullere M, Dal Bosco A, Mugnai C, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C, Trabalza-Marinucci M, Dalle-Zotte A. Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits: Effect on growth performance, carcass traits, bone development and meat chemical composition. *Lives Sci* 2015;(175):83-89.
5. Kone AP, Cinq-Mars D, Desjardins Y, Guay F, Gosselin A, Saucier L. Effects of plant extracts and essential oils as feed supplements on quality and microbial traits of rabbit meat. *World Rabbit Sci* 2016;(24):107-119.

6. Malik S, Fernandes-Coutinho MD, Mendoça do Amaral FM, Sousa-Ribeiro MN. *Ruta graveolens*: Phytochemistry, pharmacology and biotechnology. In: S. Jha editor. Transgenesis and secondary metabolism. Sham, Switzerland: Springer International Publishing; 2017;177-204.
7. França-Orlanda JF, Nascimento AR. Chemical composition and antibacterial activity of *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) volatile oils, from São Luís, Maranhão, Brazil. S Afr J Bot 2015;(99):103-106.
8. Pushpa H, Ramya-Shree N, Shetty SP, Ramesh DH. (2015). Screening of antimicrobial, antioxidant and anticancer activity of *Ruta graveolens*. Adv Biol Res 2015;(9):257-264.
9. Chaftar N, Girardot M, Labanowski J, Ghrairi T, Hani K, Frere J, Imbert C. Comparative evaluation of the antimicrobial activity of 19 essential oils. Adv Exp Med Biol–Adv Microbiol Inf Dis Pub Health 2016;(901):1–15.
10. Mohammadi-Motamed S, Shahidi-Motlagh S, Bagherzadeh H, Azad-Forouz S, Tafazoli H. Evaluation of antioxidant activity of *Ruta graveolens* L. extract on inhibition of lipid peroxidation and DPPH radicals and the effects of some external factors on plant extract's potency. Res J Pharmacogn 2014;(1):45-50.
11. De Blas C, Mateos GG. Feed formulation. In: de Blas C, Wiseman J, editors. Nutrition of the rabbit. 2nd ed. Wallingford, UK: CAB International; 2010:222-232.
12. NOM-033- SAG/ZOO. Norma Oficial Mexicana. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. 2014.
13. Blasco A, Ouhayoun J, Masoero, G. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. World Rabbit Sci 1993;(1):3-10.
14. AMSA. Meat colour measurement guidelines. American Meat Science Association Champaign. IL. USA. 2012.
15. Honikel KO. How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In: Tarrant PV, *et al* editors. Evaluation and control of meat quality in pigs. Current topics in veterinary medicine and animal science. Volume 38. Dordrecht. Germany: Springer; 1987:129-142.
16. Bourne MC. Texture profile analysis. Food Technol 1978;(35):62-66.
17. SAS. SAS User's guide: Statistics (version 5 ed.). Cary, NC, USA: SAS Inst Inc. 1999.

18. Herrera-Soto IA, García-Flores M, Soto-Simental S, Zepeda-Bastida A, Ayala-Martinez M. Plantas aromáticas en la alimentación de conejos y su efecto en la carne. *Abanico Veterinario* 2018;(8):81-87.
19. Hernández-Martínez CA, Maldonado-Herrera JA, Méndez-Zamora G, Hernández-Luna CE, Gutiérrez-Soto G. Enzymatic extract of *Trametes maxima* CU1 on productive parameters and carcass yield of rabbits. *Can J Anim Sci* 2017;(97):683-688.
20. Cullere M, Dalle-Zotte A, Celia C, Renteria-Monterrubio AL, Gerencsér Zs, Szendrő Zs, Kovács M, Kachlek ML, Matics Zs. Effect of *Silybum marianum* herb on the productive performance, carcass traits and meat quality of growing rabbits. *Lives Sci* 2016;(194):31-36.
21. Kovitvadhi A, Gasco L, Ferrocino I, Rotolo L, Dabbou S, Malfatto V, *et al.* Effect of purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) diet supplementation in rabbit nutrition on performance, digestibility, health and meat quality. *Animal* 2016;(10):10–18.
22. Molina E, González-Redondo P, Moreno-Rojas R, Montero-Quintero K, Sánchez-Urdaneta A. Effect of the inclusion of *Amaranthus dubius* in diets on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. *J Appl Anim Res* 2018;(46):218-223.
23. Hulot F, Ouhayoun J. Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World Rabbit Sci* 1999;(7):15-36.
24. Dalle-Zotte A. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livest Prod Sci* 2002;(75):11-32.