









**Alimentación y nutrición animal**

Artículo de investigación científica y tecnológica

# Perfil metabólico de conejos suplementados con niveles de semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en la dieta

Metabolic profile of rabbits supplemented with levels of flaxseeds (*Linum usitatissimum*) in the diet

 Diana Carolina Moya Romero<sup>1\*</sup>  Larissa Pires Barbosa<sup>2</sup>  William Morais Machado<sup>3</sup>  
 Caline Santana da França<sup>4</sup>  Renan Luiz Albuquerque Vieira<sup>5</sup>  Claudineia Silva  
Mendes<sup>6</sup>  Ana Lúcia Almeida Santana<sup>7</sup>  Rosiléia Silva Souza<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. Agustín Codazzi, Colombia.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Brasil.

<sup>5</sup>Universidade Federal da Bahia. Salvador, Brasil.

<sup>6</sup>Berros & Mugidos Consultoria Agropecuária LTDA. Itaberaba, Bahia, Brasil.

<sup>7</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Unaí, Brasil.

<sup>8</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Brasil.

\*Autor de correspondencia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. Km 5. vía Becerril, Agustín Codazzi, Cesar, Colombia.  
dmoya@agrosavia.co

Recibido: 30 de junio de 2020  
Aprobado: 23 de septiembre de 2021  
Publicado: 14 de febrero de 2022

Editor temático: Hernando Flórez Díaz  
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]

Para citar este artículo: Moya Romero, D. C., Pires Barbosa, L., Morais Machado, W., Santana da França, C., Albuquerque Vieira, R. L., Silva Mendes, C., Almeida Santana, A. L., & Silva Souza, R. (2022). Perfil metabólico de conejos suplementados con niveles de semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en la dieta. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(1), e2082. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num1\\_art:2082](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num1_art:2082)

**Resumen:** Diversas semillas de oleaginosas son fuente de ácidos grasos esenciales indispensables para cubrir las funciones básicas en el organismo. El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en la dieta de conejos por medio del perfil metabólico. Se utilizaron 20 machos de la raza Nueva Zelanda de 8 meses de edad. Distribuidos en cuatro grupos, recibieron niveles de semilla de linaza (*L. usitatissimum*) en la dieta total: 0 %, 3 %, 6 % y 9 %, durante un período de 88 días. Los animales se sometieron a colecta de sangre cada 22 días para determinar glucosa, colesterol total, lipoproteínas de alta densidad (HDL), triglicéridos, lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL), creatinina y urea. Los datos se evaluaron por análisis de varianza y de regresión con 5 % de significancia. La inclusión de semilla de linaza (*L. usitatissimum*) en la dieta presentó comportamiento cuadrático positivo para concentración plasmática de glucosa y colesterol total. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos para la concentración plasmática de triglicéridos, lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) urea. Hubo comportamiento cúbico para lipoproteínas de alta densidad (HDL) y creatinina. La inclusión de linaza (*L. usitatissimum*) en la dieta no presentó efecto hipercolesterolémico en estos animales.

**Palabras clave:** colesterol, creatinina, lipoproteínas, triglicéridos, urea.

**Abstract:** Many oilseeds are a source of essential fatty acids that are necessary for the coverage of the basic functions in the organism. The study aimed to evaluate the effect of flaxseed (*Linum usitatissimum*) inclusion in the diet of rabbits through the metabolic profile. Twenty males of the New Zealand breed of 8 months were used. Divided in four groups, they received flaxseed (*L. usitatissimum*) levels in the total diet: 0 %, 3 %, 6 % y 9 %, for a period of 88 days. The animals were subjected to a blood collection every 22 days to determine glucose, total cholesterol, high density lipoprotein (HDL), triglycerides, very low-density lipoprotein (VLDL), low density lipoprotein (LDL), creatinine and urea. The data were evaluated by analysis of variance and regression with 5 % significance. The inclusion of flaxseed (*L. usitatissimum*) in the rabbit diet showed a positive quadratic effect for plasmatic concentration of glucose and total cholesterol. There was no significant difference between treatments for plasma concentration of triglycerides, low-density lipoproteins (LDL), very low-density lipoproteins (VLDL) and urea. There was a cubic effect for cholesterol- and creatinine. The inclusion of flaxseed (*L. usitatissimum*) in the diet had hypercholesterolemic effect in these animals.

**Keywords:** cholesterol, creatinine, lipoproteins, triglycerides, urea.



## Introducción

Las funciones reproductivas se ven comprometidas cuando existen desequilibrios de tipo nutricional producidos por desajustes en la relación entre la disponibilidad de nutrientes y los requerimientos (De Luca, 2010). Por ello, múltiples tipos de dietas han utilizado semillas que pueden mejorar los niveles de producción animal (Bedoya et al., 2012). De ellas se obtienen ácidos grasos esenciales que permiten incrementar los parámetros reproductivos tanto en hembras (Mettab et al., 2019) como en machos (Risso et al., 2014).

La inclusión de semillas de linaza en la dieta ha permitido registrar cambios positivos en el perfil metabólico de machos de algunas especies, tales como suinos (Huang et al., 2019), caprinos (Souza et al., 2019) y aves (Rufino et al., 2018). Esta adición de ácidos grasos en la dieta permite mejorar algunos parámetros metabólicos gracias a los efectos derivados de componentes lipídicos de la semilla de linaza, como los ácidos grasos poliinsaturados de tipo ácido graso  $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3) (Novello & Rodrigues, 2011). Estos beneficios se reflejan en los parámetros bioquímicos, entre los cuales se destacan la disminución del colesterol, la urea y la creatinina en el plasma sanguíneo (Attia & Kamel, 2012).

La semilla de linaza marrón presenta niveles elevados de tocoferoles y mayor contenido de C18:0. Además, tiene mayor estabilidad oxidativa y se presenta como una opción muy favorable debido a su capacidad antioxidante (Mauro et al., 2014), capacidad antibacteriana y efectos contra la diabetes (Shufen et al., 2019).

Con base en lo anterior, este estudio se propuso determinar los niveles de inclusión de la semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en la ración alimenticia de conejos y su efecto por medio del análisis de su perfil metabólico.

## Materiales y métodos

El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de Uso de Animales (CEUA) de la Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. El experimento se realizó en el sector de cunicultura de esa universidad, en la ciudad de Cruz das Almas, Brasil (12°39'51"S, 39°04'53"W; 229 m de altitud). La humedad relativa mensual fue de 78 %, la temperatura media mensual fue de 24 °C y la precipitación fue de 1,223 mm (Ferreira et al., 2013). El período de suministro de las dietas fue de 110 días (30 de septiembre de 2012 al 17 de enero de 2013). El período de muestreo fue del 11 de octubre al 7 de enero de 2013.

La linaza (*Linum usitatissimum*) que se obtuvo para el experimento fue la semilla comercial de tipo marrón. Se utilizaron veinte conejos adultos de la raza Nueva Zelanda, con edad media de 8 meses y peso promedio de  $3,0 \pm 0,4$  kg. Se alojaron en jaulas individuales de alambre galvanizado de 1 m<sup>2</sup>, suspendidas, con comedero y bebedero individual.

Los animales se distribuyeron aleatoriamente en cuatro grupos de acuerdo con el nivel de inclusión de semilla de linaza en la materia seca de la dieta total: 0 %, 3 %, 6 % y 9 % (tabla 1). Las dietas experimentales se formularon mediante un programa de balanceo, con la información

local de la composición nutricional, y con base en las recomendaciones de De Blas y Wiseman (2010) para machos en edad reproductiva.

Las raciones se peletizaron utilizando 5 % de almidón como aglutinante, heno de Tifton molido como voluminoso y agua *ad libitum*. Además, se empleó una relación material voluminoso: concentrado de 70:30.

**Tabla 1.** Proporción de los ingredientes de las dietas experimentales con base en la materia seca

Ingredientes	Niveles de linaza (%)			
	0	3	6	9
Semilla de linaza	0,000	3,000	6,000	9,000
Heno de Tifton	31,689	32,850	35,346	36,872
Harina de trigo	24,559	17,625	8,960	1,758
Maíz	15,641	19,106	23,396	26,833
Harina de soya	20,102	20,198	20,513	20,645
Aceite de soya	4,251	2,941	1,417	0,100
Calcáreo	1,658	1,494	1,278	1,104
Fosfato bicálcico	0,790	1,024	1,320	1,564
Sal	0,552	0,553	0,556	0,557
Premix vitamínico y mineral	0,500	0,500	0,500	0,500
DL-Metionina 99	0,146	0,147	0,151	0,154
Lasalocida 20 %	0,063	0,063	0,063	0,063
Arena lavada	0,050	0,500	0,500	0,850
Total	100	100	100	100
Composición nutricional calculada (%)				
Materia seca	88,90	89,03	89,17	89,31
Materia mineral	1,21	1,30	1,40	1,49
Proteína bruta	16,28	15,81	16,05	16,28
Extracto etéreo	0,36	1,37	2,39	3,41
Fibra detergente neutro	25,01	25,76	26,53	27,29
Nutrientes digestibles totales	55,99	53,78	51,49	49,20

Fuente: Tomado de De Blas y Wiseman (2010)

Las dietas se ofrecieron a voluntad durante un período total de 110 días con garantía de 10 % de sobra, dos veces al día, a las 8:00 a. m. y a las 3:00 p. m. Durante el período experimental los animales fueron pesados quincenalmente, de modo que al final se totalizaron seis pesajes. Con esta información se realizó el cálculo de ganancia de peso medio diario (GPMD), que se obtiene por medio de la ecuación q:

$$\left(\frac{\text{kg}}{\text{día}}\right) = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) \div \text{número de días de consumo de la dieta}$$

Ecuación 1

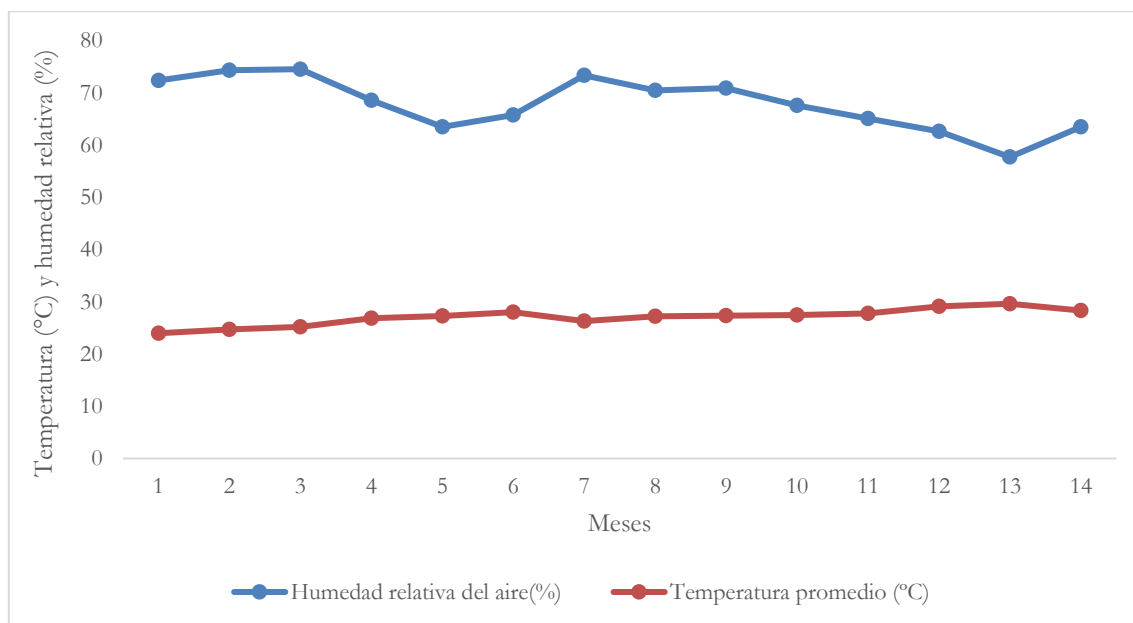
Adicionalmente, se sometió a los animales a colectas de sangre cada 22 días, desde el inicio hasta el final del período experimental. La colecta se realizó mediante punción de la vena marginal o central del pabellón auricular utilizando catéter n.º 24 y tubos al vacío con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y fluoruro de sodio. Después de las colectas, se centrifugaron las muestras a 3.000 rpm durante 15 minutos y el plasma sanguíneo se almacenó a -20 °C.

La concentración plasmática de glucosa, colesterol total, lipoproteínas de alta densidad (HDL) y triglicéridos se determinó por medio de análisis colorimétricos, en muestras con tres repeticiones, para lo cual se utilizaron kits comerciales Doles® conforme a las especificaciones del fabricante. Asimismo, para obtener las concentraciones de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y de lipoproteínas de baja densidad (LDL), se utilizaron las ecuaciones de Friedewald et al. (1972), según las cuales (ecuaciones 2 y 3):

$$\text{Colesterol-VLDL} = \left( \frac{\text{triglicéridos}}{5} \right) \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\text{Colesterol-VLDL} = [\text{colesterol total} - (\text{colesterol-HDL} + \text{colesterol-VLDL})] \quad \text{Ecuación 3}$$

Para determinar los datos bioclimáticos se realizaron mediciones dos veces al día, a las 8:00 a. m. y a las 3:00 p. m. Específicamente, la temperatura ambiente y la humedad relativa del aire se obtuvieron por medio de un termómetro digital de ambiente (Supermedy®, São Paulo, SP, Brasil) y termo higo-anemómetro luxómetro digital (THAL-300®), como se observa en la figura 1.



**Figura 1.** Humedad relativa del aire (%) y temperatura ambiente (°C) durante el período experimental.

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, el delineamiento se hizo completamente al azar (DCA) y la prueba de normalidad se llevó a cabo con antelación a la prueba de comparación de los efectos de los tratamientos (o tratamiento o tiempo); los datos presentaron distribución normal.

Finalmente, para los parámetros de metabolitos se aplicó la prueba de medias para tratamientos a través del procedimiento PROC GLM de SAS 9.0. Las medias fueron comparadas a través de contrastes ortogonales y las ecuaciones de regresión fueron generadas a través de PROC REG. Se admitió  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados y discusión

La concentración plasmática de glucosa tuvo comportamiento cuadrático positivo ( $P < 0,05$ ) (tabla 2), con valores inferiores a los establecidos por Osti et al. (2012) de  $104,63 \pm 13,37$  mg/dL, y por Özkan et al. (2012) de  $130,07 \pm 5,58$  mg/dL para la especie cunícula.

En relación con estos resultados se encuentra el trabajo de Ferreira et al. (2011), quienes realizaron un estudio en ratas con suministro de dietas hipercalóricas y sometidas a situaciones de estrés, para las cuales reportaron mayor índice glicémico que el grupo de control y que el grupo alimentado con dieta hipercalórica y sin estrés. Los investigadores encontraron medias de  $70,00 \pm 7,14$  mg/dL para glicemia inicial y de  $114,00 \pm 4,55$  mg/dL para la glicemia final en el grupo de dieta hipercalórica con estrés. Además, obtuvieron resultados con el uso de linaza cruda ( $160,8 \pm 33,6$  mg/dL) en comparación con la linaza asada ( $180,4 \pm 35,4$  mg/dL) y el aceite de linaza ( $185,2 \pm 65,7$  mg/dL) (Marques et al., 2011).

En humanos a la semilla de linaza se le confieren propiedades cardioprotectoras debido a la cantidad de fibra soluble e insoluble, la cual contribuye a disminuir los niveles de glucosa y triglicéridos. Asimismo, por su calidad nutricional, es recomendada para ser incorporada en la dieta humana como un ingrediente funcional (Avellaneda et al., 2013).

Ahora bien, en este estudio no se halló diferencia para concentración plasmática de triglicéridos (tabla 2). Específicamente, se obtuvieron valores similares a los registrados por Devbhuti et al. (2011), que son de  $59,57 \pm 10,38$  mg/dL, y por debajo de  $80,88 \pm 8,82$  mg/dL, valores mencionados por Osti et al. (2012).

Al respecto, en la literatura se reporta que test realizados en ratas, alimentadas con harina de linaza marrón y dorada, mostraron una reducción significativa de los triglicéridos, mientras que se obtuvieron valores más bajos con linaza dorada (Molena-Fernandes et al., 2010). Otros experimentos conducidos en la misma especie reportan que ratas alimentadas con fibra dietaria total (TDF) de semillas de linaza (Nandi et al., 2019) muestran valores más bajos en suero sanguíneo que el grupo hipercolesterolémico y el de control. Por su parte, Schuh et al. (2018) encontraron este efecto con una dieta rica en colesterol más linaza.

En cuanto al colesterol total, los resultados de esta investigación evidencian un comportamiento cuadrático positivo ( $P < 0,05$ ), con valores de  $49,22 \pm 2,45$ ;  $37,18 \pm 3,23$ ;  $35,89 \pm 2,63$  y  $41,62 \pm 1,84$  mg/dL para los grupos con 0 %, 3 %, 6 % y 9 % de semilla de linaza en la dieta, respectivamente. Esos valores están por debajo de los mencionados por Dontas et al. (2011), con media de  $51,38 \pm 10,10$  mg/dL para colesterol total en conejos.

Cabe señalar que el consumo de semilla de linaza en humanos se ha relacionado con la disminución de algunos síntomas del síndrome metabólico (Unger et al., 2014), el cual consiste en un aumento en los niveles de glucosa sanguínea, que, al no poder ser procesada totalmente, se acumula en forma de grasa en órganos internos, tales como hígado, riñón y bazo. Este incremento de la glucosa sanguínea mantiene los picos de insulina activados, los receptores de la hormona llegan a un punto en el que pierden la sensibilidad a ésta y dejan de responder. Como consecuencia, con el tiempo se requiere cada vez más insulina para procesar la glucosa sanguínea. Por esto se afirma que la correlación positiva entre la glucosa y el colesterol es un buen marcador de insulinoresistencia (Akrami et al., 2018).

Asimismo, en un experimento en ratas gestantes que evaluó una dieta de control respecto a una hipercalórica, enriquecida con y sin aceite de linaza, Benaissa et al. (2015) encontraron que el nivel de colesterol disminuyó en cada una de las dietas que lo incorporaron, tanto en las hembras como en sus crías, al igual que en ratas con modelos de dislipidemia aguda. Su efectividad solo se dio con aceite de linaza en bajas dosis.

Por su parte, Nandi et al. (2019) hallaron reducciones significativas en las concentraciones plasmáticas de colesterol total cuando incorporaron fibra dietaria total (TDF) de linaza en la dieta de ratas hipercolesterolémicas. Esto se puede deber a los ácidos grasos poliinsaturados n-3 de la linaza, sobre los cuales se han reportado efectos benéficos y de estabilidad oxidativa en la salud humana (Arab et al., 2012).

Por su parte, el HDL tuvo un comportamiento cúbico ( $P < 0,05$ ), con valores de  $27,10 \pm 2,10$ ;  $16,37 \pm 1,80$ ;  $24,24 \pm 2,38$  y  $22,59 \pm 2,31$  mg/dL, para los valores de 0 %, 3 %, 6 % y 9 % de semilla de linaza en la dieta, respectivamente. Estos valores son menores que los observados por Osti et al. (2012) para conejos, que fueron de  $33,75 \pm 6,88$  mg/dL, y superiores a los reportados por Devbhuti et al. (2011), que fueron de  $12,74 \pm 2,03$  mg/dL.

Este valor pudo ser influido por los nutrientes digestibles totales, los cuales tuvieron un comportamiento similar en cuanto a su composición nutricional calculada. Específicamente, en valores evaluados de digestibilidad de materia seca (DMS), la literatura reporta valores para follaje de leucaena (55,25 %), morera (48,33 %), naranjillo (47,27 %) y maní forrajero (51,43 %) (Nieves et al., 2008).

Sobre esta variable del estudio se debe señalar que la presencia de HDL en altas cantidades está relacionada con la eliminación efectiva del colesterol de las paredes arteriales, el cual predispone a la aterosclerosis (Acevedo et al., 2012). Ahora bien, el análisis no arroja diferencia ( $P > 0,05$ ) para los valores de LDL y VLDL (tabla 2). De igual forma, un estudio realizado en ratas por Avellaneda et al. (2013) halló una disminución de la concentración plasmática de VLDL y LDL, la cual se asoció al aumento de HDL.

También se determinó la relación HDL/LDL, la cual resultó ser de bajo riesgo, ya que los valores de LDL y de VLDL en conejos pueden ser de  $9,81 \pm 1,64$  mg/dL y de  $11,91 \pm 2,07$  mg/dL, respectivamente (Devbhuti et al., 2011), mientras que LDL puede ir hasta  $22,48 \pm 9,68$  mg/dL (Dontas et al., 2011) y VLDL puede alcanzar valores de  $11,33 \pm 1,36$  mg/dL (Soni et al., 2010). En relación con la concentración plasmática de creatinina ( $P < 0,05$ ), esta presentó comportamiento cúbico, con valores de  $0,83 \pm 0,29$ ;  $1,87 \pm 0,09$ ;  $1,18 \pm 0,13$  y  $2,41 \pm 0,03$  mg/dL, con 0 %, 3 %, 6 % y 9 % de semilla de linaza en la dieta, respectivamente. Al respecto

cabe señalar que si bien el valor normal para creatinina en conejos machos, según Osti et al. (2012), es de  $0,37 \pm 1,1$  mg/dL, Lebda et al. (2011) informaron valores de referencia de  $0,99 \pm 0,03$  mg/Dl, mientras que Özkan et al. (2012) informaron valores de  $11,18 \pm 1,19$  mmol/L, con variación de 1,41 a 24,40 mmol/L. Esta información es importante, entre otras cosas, porque los valores elevados de creatinina y urea están asociados con alteraciones renales.

Además, se encontró que los valores de urea no presentaron diferencias en cuanto a su concentración plasmática ( $P > 0,05$ ), con valores de  $36,84 \pm 1,37$ ;  $40,54 \pm 2,28$ ;  $36,15 \pm 0,87$  y  $36,12 \pm 2,97$  mg/dL, para los grupos 0 %, 3 %, 6 % y 9 % de semilla de linaza en la dieta, respectivamente. Estos valores no solo están de acuerdo con los mencionados por Lebda et al. (2011), con valor medio de  $38,34 \pm 0,88$  mg/dL, sino que también concuerdan con los valores de 31,74 mg/dL hallados por Özkan et al. (2012). Sin embargo, son superiores a los reportados por Osti et al. (2012), de  $6,87 \pm 0,76$  mg/dL.

Finalmente, se evidencia que hubo diferencia entre los tratamientos para los parámetros estudiados mediante el análisis de regresión ( $p > 0,05$ ).

**Table 2.** Parámetros bioquímicos de conejos suplementados con niveles de semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en la dieta

Parámetros	Niveles de semilla de linaza (%)				Coeficiente de variación	p Valor			Promedio
	0	3	6	9		Lineal	Cuadrático	Cúbico	
Glucosa (mg/dL)	109,79 ± 2,70 <sup>a</sup>	90,60 ± 3,07 <sup>b</sup>	102,13 ± 4,86 <sup>c</sup>	110,90 ± 3,94 <sup>d</sup>	8,08	0,5255	0,0091	0,0052	103,36 ± 11,31
Triglicéridos (mg/dL)	53,32 ± 2,06 <sup>a</sup>	54,14 ± 3,27 <sup>b</sup>	61,19 ± 4,60 <sup>c</sup>	59,21 ± 8,13 <sup>d</sup>	19,85	0,2686	0,5306	0,6389	56,97 ± 10,92
Colesterol Total (mg/dL)	49,22 ± 2,45 <sup>a</sup>	37,18 ± 3,23 <sup>b</sup>	35,89 ± 2,63 <sup>c</sup>	41,62 ± 1,84 <sup>d</sup>	14,12	0,1112	0,0028	0,0092	40,98 ± 7,53
HDL (mg/dL)	27,10 ± 2,10 <sup>a</sup>	16,37 ± 1,80 <sup>b</sup>	24,24 ± 2,38 <sup>c</sup>	22,59 ± 2,31 <sup>d</sup>	21,43	0,648	0,2211	0,0195	22,57 ± 5,99
LDL (mg/dL)	9,97 ± 2,90 <sup>a</sup>	6,16 ± 4,39 <sup>b</sup>	5,30 ± 2,84 <sup>c</sup>	6,30 ± 2,39 <sup>d</sup>	10,38	0,402	0,402	0,7459	37,41 ± 4,59
VLDL (mg/dL)	10,66 ± 0,41 <sup>a</sup>	10,82 ± 0,65 <sup>b</sup>	12,23 ± 0,92 <sup>c</sup>	11,84 ± 1,62 <sup>d</sup>	19,85	0,2686	0,5306	0,6389	6,93 ± 6,86

abc: Medias con letras distintas entre columnas difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

HDL: Lipoproteínas de alta densidad; LDL: Lipoproteínas de baja densidad; VLDL: Lipoproteínas de muy baja densidad.

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 3.** Concentración plasmática de creatinina y urea de conejos suplementados con niveles de semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) en la dieta

Parámetros	Niveles de semilla de linaza (%)				Coeficiente de variación	p Valor			Promedio
	0	3	6	9		Lineal	Cuadrático	Cúbico	
Creatinina (mg/dL)	0,83 ± 0,29	1,87 ± 0,09	1,18 ± 0,13	2,41 ± 0,03	23,55	0,0019	0,0085	0,0001	1,57 ± 0,71
Urea (mg/dL)	36,84 ± 1,37	40,54 ± 2,28	36,15 ± 0,87	36,12 ± 2,97	12,21	0,491	0,5348	0,3903	37,41 ± 4,59

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

A partir de los análisis realizados se concluye que la inclusión de hasta 9 % de semilla de linaza en la dieta de conejos no alteró sus parámetros bioquímicos sanguíneos ni presentó efecto hipercolesterolémico en estos animales. Además, para la glucosa sanguínea y HDL se estableció que el mejor nivel de inclusión de semilla de linaza en la dieta fue de 3 %, para colesterol de 6 % y para la creatinina de 0 % y 6 %.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) y a la Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) de Brasil.

## Descargos de responsabilidad

Los autores mencionados realizaron aportes significativos a este documento, se encuentran de acuerdo con su publicación y manifiestan que no hay conflictos de interés en este estudio.

## Referencias

- Acevedo, M., Krämer, V., Tagle, R., Corbalán, R., Arnaíz, P., Berríos, X., & Navarrete, C. (2012). Relación colesterol total a HDL y colesterol no HDL: Los mejores indicadores lipídicos de aumento de grosor de la íntima media carotídea. *Revista Médica de Chile*, 140, 969-976. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872012000800001>
- Akrami, A., Nikaein, F., Babajafari, S., Faghhi, S., & Yarmohammadi, H. (2018). Comparison of the effects of flaxseed oil and sunflower seed oil consumption on serum glucose, lipid profile, blood pressure, and lipid peroxidation in patients with metabolic syndrome. *Journal of Clinical Lipidology*, 12(1), 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2017.11.004>
- Arab-Tehrany, E., Jacquot, M., Gaiani, C., Imran, M., Desobry, S., & Linder, M. (2012). Beneficial effects and oxidative stability of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids. *Trends in Food Science and Technology*, 25(1), 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.12.002>
- Attia, Y. A., & Kamel, K. I. (2012). Semen quality, testosterone, seminal plasma biochemical and antioxidant profiles of rabbit bucks fed diets supplemented with different concentrations of soybean lecithin. *Animal*, 6(5), 824-833. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002229>
- Avellaneda Guimarães, R. C., Rodrigues Macedo, M. L., Leite Munhoz, C., Filii, W., Viana, L. H., Taís Nozaki, V., & Aiko Hiane, P. (2013). Sesame and flaxseed oil: Nutritional quality and effects on serum lipids and glucose in rats. *Food Science and Technology*, 33(1), 209-217. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000029>
- Bedoya Mejía, O., Arenas Sánchez, F., Rosero Noguera, R., & Posada Ochoa, S. (2012). Efecto de la suplementación de ensilajes sobre perfiles metabólicos en cabras lactantes. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, 1(1), 12-37. <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/jals/article/view/153/77>

- Benaissa, N., Merzouk, H., Merzouk, S. A., & Narce, M. (2015). Effects of maternal linseed oil supplementation on metabolic parameters in cafeteria diet-induced obese rats. *Biomedical and Environmental Sciences*, 28(4), 298-302. <https://doi.org/10.3967/bes2015.041>
- De Blas, C., & Wiseman, J. (Eds.). (2010). *The nutrition of rabbit*. CAB International. <https://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>
- De Luca, L. (2010). Vacas lecheras de alta producción: Relación entre nutrición, metabolismo e inmunidad en el período de transición. *MV Revista de Ciencias Veterinarias*, 26(3), 29-32. <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/rev.cienc.veter/v26n3/a3.pdf>
- Devbhuti, P., Sikdar, D., Saha, A., & Sengupta, C. (2011). Protective effect of ascorbic acid on netilmicil-induced lipid profile and peroxidation parameters in rabbit blood plasma. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 68(1), 15-22. <https://pdfs.semanticscholar.org/4b8b/80a95554c89acf7ac99f72af9840693017ee.pdf>
- Dontas, I. A., Marinou, K. A., Iliopoulos, D., Tsantila, N., Agrogiannis, G., Papalois, A., & Karatzas, T. (2011). Changes of blood biochemistry in the rabbit animal model in atherosclerosis research; a time- or stress-effect. *Lipids in Health and Disease*, 10(139), 1-6. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-10-139>
- Ferreira Coelho, E., Cotrim de Oliveira, R., & Mendes Pamponet, A. J. (2013). Necessidades hídricas de bananeira tipo Terra em condições de tabuleiros costeiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(9), 1260-1268. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000900010>
- Ferreira de Almeida, M. E., Silva Medeiros, R., Barbosa Figueiredo, F. J., Barros Coelho, E. J., & Teixeira de Sena, M. P. (2011). Efeitos do estresse auditivo e da dieta hipercalórica sobre o peso corporal, lipídios e glicemia de ratos wistar. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 22(3), 359-365. <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/1578/1578>
- Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S. (1972). Estimation of the Concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6), 499-502. <https://doi.org/10.1093/clinchem/18.6.499>
- Huang, C., Chiba, L. I., Magee, W. E., Wang, Y., Griffing, D. A., Torres, I. M., Rodning, S. P., Bratcher, C. L., Bergen, W. G., & Spangler, E. A. (2019). Effect of flaxseed oil, animal fat, and vitamin E supplementation on growth performance, serum metabolites, and carcass characteristics of finisher pigs, and physical characteristics of pork. *Livestock Science*, 220, 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.011>
- Lebda, M. A., Taha, N. M., Korshom, M. A., Mandour, A. A., & El-Morshedy, A. M. (2011). Biochemical effect of ginger on some blood and liver parameters in male newzeland rabbits. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 2(2), 197-202. <http://www.ojaf.fr/main/attachments/article/85/OJAFR,%20B37,%20197-202,%202012.pdf>
- Marques, A., Prokkop Hautrive, T., Barcellos de Moura, G., Kolinski Callegaro, M., & Rychecki Hecktheuer, L. (2011). Efeito da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) sob diferentes formas de preparo na resposta biológica em ratos. *Revista de Nutrição*, 24(1), 131-141. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000100013>
- Mauro Barroso, A. K., Guedes Torres, A., Castelo-Branco, V. N., Ferreira, A., Finotelli, P. V., Pereira Freitas, S., & Miguez da Rocha-Leão, M. H. (2014). Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. *Ciência Rural*, 44(1), 181-187. <https://www.redalyc.org/pdf/331/33129377029.pdf>
- Meteab, M., El-Sayed, H., Abeer, M. E.-E., Nassar, M., & El-Bordeny, M. (2019). Impact of flaxseed inclusion in damascus goat's ration on digestibility, some blood parameters and

- reproductive performance. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 26(2D), 2347-2357. <https://doi.org/10.21608/ajs.2018.35576>
- Molena-Fernandes, C. A., Schimidt, G., Neto-Oliveira, E. R., Bersani-Amado, C. A., & Cuman, R. K. N. (2010). Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 12(2), 201-217. <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/L5hcT6bxfdmJQ6MhxNXy9pF/abstract/?lang=pt>
- Nandi, I., Avery, S., & Mahua, G. (2019). Effects of dietary fibres extracted from defatted sesame husk, rice bran and flaxseed on hypercholesteromic rats. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 17, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2018.12.002>
- Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C., & Ly, J. (2008). Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos: Comparación entre métodos directo e indirecto. *Bioagro*, 20(1), 73-75. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612008000100008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000100008&lng=es&tlng=es).
- Novello, D., & Rodrigues Pollonio, M. A. (2011). Caracterização e propriedades da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e subprodutos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29(2), 317-330. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v29i2.25511>
- Osti Spinelli, M., Coutinho Motta, M., Da Cruz, R. J., & Marques Santos Corrêa de Godoy, C. (2012). Estudo dos analitos bioquímicos no plasma de coelhos (Nova Zelândia) mantidos no biotério da faculdade de medicina da Universidade de São Paulo. *RESBCAL*, 1(2), 163-168. <http://www.sbcal.org.br/old/upload/arqupload/artigo4volume2-5e7c8.pdf>
- Özkan, C., Kaya, A., & Akgül, Y. (2012). Normal values of haematological and some biochemical parameters in serum and urine of New Zealand White rabbits. *World Rabbit Science*, 20(4), 253-259. <https://doi.org/10.4995/wrs.2012.1229>
- Risso, A., Pellegrino, F. J., Relling, A., & Corrada, Y. (2014). Uso de ácidos grasos esenciales para mejorar parámetros reproductivos en el macho. *Analecta Vet*, 34(1-2), 33-41. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45519/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45519/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rufino, J. P. F., Cruz, F. G. G., Melo, R. D., Feijo, J. D. C., Melo, L. D., Costa, A. P. G. C., & Bezerra, N. D. S. (2018). Brazil nut oil in diets for breeder cocks. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40, e37472. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.37472>
- Souza, R. S., Barbosa, L. P., Pinheiro, A. M., Machado, W. M., Mendes, C. S., Araujo, M. L., Souza, D. O., Santana, A. L. A. (2019). Qualidade seminal e perfil metabólico de caprinos alimentados com semente de linhaça na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 71(3), 899-908. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10266>
- Schuh Martins, M. L., Rocco de Lima, A. B., Champoski, A. F., Pereira, P. C., Martins, F., Tanizawa, C., Précoma, L., Campelo, P., Guarita-Souza, L. C., & Bertolim Précoma, D. (2018). Redução do marcador inflamatório TNF- $\alpha$  após consumo de semente de linhaça por coelhos hipercolesterolêmicos. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, 31(2), 114-122. <http://publicacoes.cardiol.br/portal/ijcs/portugues/2018/v3102/pdf/3102005.pdf>
- Shufen, W., Xiaochan, W., Wei, Q., & Qingbin, G. (2019). Bioactive protein/peptides of flaxseed: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 92, 184-193. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.017>
- Soni, N. D., Choudhary, U., Sharma, P., & Dube, A. (2010). To study the effect of diet supplementation with coconut oil, mustard oil and sunflower oil on blood lipids in rabbit. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 25(4), 441-442. <https://doi.org/10.1007/s12291-010-0049-3>

Unger, G., Benozzi, S. F., Perruzza, F., & Pennacchiotti, G. L. (2014). Índice triglicéridos y glucosa: un indicador útil de insulinoresistencia. *Endocrinología y Nutrición*, 61(10), 533-540. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2014.06.009>