Original

El efecto de suplemento de pulpa de mora blanca seca (*Morus alba*) en la dieta de codorniz ponedora

Ahmet Yusuf ŞENGÜL^{1*} Ph.D; Turgay ŞENGÜL¹ Ph.D; Şenol CELİK¹ Ph.D;
Gülüzar ŞENGÜL² Ph.D; Aydın DAŞ³ Ph.D; Hakan İNCİ¹ Ph.D; Aydın Şükrü BENGÜ⁴ Ph.D.

¹Universidad de Bingöl, Facultad de Agricultura, Departamento de Ciencias Animales, Bingöl-Turquía.

²Universidad de Bingöl, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Ciencias Animales, Bingöl-Turquía.

³Universidad de Harran, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Ciencias Animales, S.Urfa-Turquía.

⁴Universidad de Bingöl, Escuela Vocacional de Servicios de Salud, Departamento de Servicios y Técnicas Médicas, Programa de Laboratorio Médico, Bingöl-Turquía.

*Correspondencia yusufsengul24@hotmail.com

Recibido: Marzo 2019; Aceptado: Octubre 2020; Publicado: Noviembre 2020.

RESUMEN

Objetivo. El presente estudio tiene por objetivo investigar los efectos de los diferentes niveles de suplemento de la pulpa de mora blanca seca (*Morus alba*) en las dietas de la codorniz ponedora, el rendimiento, la calidad del huevo, los parámetros sanguíneos, perfiles de los ácidos grasos de la yema y las concentraciones de colesterol. **Materiales y Métodos.** Fue aplicado un diseño experimental totalmente aleatorio, con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos experimentales fueron M0: dieta de control; M4: introducción de 4% de pulpa de mora en la dieta; M8: introducción de 8% de pulpa de mora en la dieta; M12: introducción de 12% de pulpa de mora en la dieta. Este experimento se llevó a cabo durante 4 semanas, y se utilizaron 128 codornices hembras de 7 semanas de edad. **Resultados.** La agregación de pulpa de morera seca a la dieta influyó notablemente en la ingesta semanal de piensos, la producción de huevos, el índice de albúmina, el peso de la yema, el triglicérido, LDL, los niveles de colesterol en el suero y el colesterol en la yema ($p < 0.05$, $p < 0.01$). La tasa de proporción de conversión del pienso, el peso del huevo y el perfil de ácidos grasos de la yema de huevo no se vieron afectados significativamente por la pulpa de mora seca en la dieta. **Conclusiones.** Como resultado, se puede señalar que la agregación de pulpa de mora seca hasta el 8% de las dietas de codorniz ponedora no causa ningún efecto adverso y se puede utilizar sin ningún problema.

Palabras clave: Análisis sanguíneo; calidad del huevo; producción de huevos; ácidos grasos; ingesta de pienso; colesterol de la yema (*Fuente: CAB Thesaurus*).

ABSTRACT

Objective. This study was conducted to research the effects of different levels of dried white mulberry (*Morus alba*) pulp supplementation in diets of laying quail on yield performances, egg quality, blood parameters, yolk fatty acid profiles and cholesterol concentrations. **Materials and Methods.** A completely randomized experimental design, with four treatments and four replicates, was applied.

Como citar (Vancouver).

Sengul Ay, Sengul T, Celik S, Sengul G, Das A, Inci H, Bengu AS. El efecto de suplemento de pulpa de mora blanca seca (*Morus alba*) en la dieta de codorniz ponedora. Rev MVZ Córdoba. 2021; 26(1):e1940. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1940>

©El (los) autor (es), Revista MVZ Córdoba 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

The experimental treatments were M0: control diet; M4: dietary inclusion of 4% mulberry pulp; M8: dietary inclusion of 8% mulberry pulp; M12: dietary inclusion of 12% mulberry pulp. This experiment was carried out for 4 weeks, and 128 7-week-old female quail were used. **Results.** Addition of dried mulberry pulp to the diet significantly affected weekly feed intake, egg yield, albumin index, yolk weight, triglyceride, LDL, serum cholesterol and yolk cholesterol levels ($p < 0.05$, $p < 0.01$). The feed conversion ratio, egg weight, and egg yolk fatty acid profile were not significantly affected by the dried mulberry pulp in the diet. **Conclusions.** As a result, it may be stated that adding dried mulberry pulp up to 8% of the diets of laying quail does not cause any adverse effects and may be used without any problems.

Keywords: Blood analysis; egg quality; egg production; fatty acid; feed intake; yolk cholesterol (Source: CAB Thesaurus).

INTRODUCCIÓN

La mora es un tipo de fruta que se cultiva en muchos rincones del mundo gracias a su gran adaptabilidad a las diferentes condiciones climáticas y de suelo (1). La mora se origina de cuatro especies principales, la mora blanca (*Morus alba*), *M. multicaulis*, *M. bombycis* y *M. atropurpurea*. Las especies de moras se adaptan a las diferentes condiciones climáticas y pueden cultivarse en zonas de hasta 4.000 m de altura y en zonas húmedas y semidesérticas. Si bien en el mundo el cultivo de la mora (*Morus* sp.) se lleva a cabo generalmente para la cría de gusanos de seda, en algunos países la planta se cultiva por sus hojas y frutas que se utilizan como pienso (2).

Se ha informado que la mora fresca (*Morus alba*) contiene 7.8-9.0% de carbohidratos, 0.5-1.4% de proteínas, 0.3-0.5% de ácidos grasos (ácidos linoleico, esteárico y oleico en las semillas), 1.1-1.8% de ácido libre (principalmente ácido málico), 0.9-1.3% de fibra, 0.8-1.0% de cenizas y 85-88% de humedad (2).

La mora es una fruta que se viene produciendo en Turquía desde hace miles de años y se consume de diferentes maneras, tanto fresca como seca. La producción anual total de mora en Turquía asciende a 69.334 toneladas (3), y un 97% de dicha producción es de mora blanca (4). La mora se consume fresca y seca, y al lado de esto se utiliza en la producción de productos tales como melaza, gelatina, rollos secos, pasta de moras, helados, churchkhela, vinagre, zumo de fruta concentrado y alcohol metilado (5). Pekmez es un alimento turco, que se produce en las zonas rurales de Turquía tradicionalmente y se consume a lo largo de la temporada de invierno. Las moras que se cosechan en la temporada de verano se hierven durante unas horas en grandes calderas mientras están frescas, y luego se

separan el jugo y la pulpa mediante prensado. (6). Se seca al sol la pulpa que queda después de exprimir la mora hervida para hacer melaza. La pulpa seca de mora generalmente se muele y se utiliza para alimentar a los rumiantes. Al considerar la producción anual de mora de Turquía, se puede estimar el volumen de pulpa que se puede obtener. La composición química de la pulpa de mora que se seca al sol se indica como 855.9 g/kg (muestra fresca) de sustancia seca, 876.0 g/kg DM de materia orgánica, 218.6 g/kg DM de proteína bruta, 208.5 g/kg DM de materia seca, 490.6 g/kg DM de NDF y 379.6 g/kg de ADF (7).

No es una práctica común dar la pulpa de mora a las aves de corral. En la producción de animales, el alto precio de las materias primas para la alimentación animal es uno de los principales problemas que incrementan los costos y que reducen la rentabilidad. Esto aumenta el uso de los productos secundarios de la producción agrícola y de la industria para la nutrición de animales. La pulpa de mora es una de las pulpas que se pueden utilizar en la ganadería. Se puede emplear para la alimentación de los animales y generalmente se conserva mediante el secado al sol o el almacenamiento en silos.

La suplementación de harina de morera brinda la oportunidad de reducir el colesterol en la sangre, modular el estado antioxidante de las gallinas ponedoras y mejorar su rendimiento productivo y la calidad de los huevos sin efectos adversos, puede utilizarse en la dieta de las gallinas ponedoras hasta un cierto nivel (8,9,10). Liu et al. (11) informaron que la mora seca y molida favorece el colesterol beneficioso y ayuda a regular la digestión de los carbohidratos. Algunos investigadores recomendaron la adición de la harina de follaje de morera hasta un 10% sin ningún efecto adverso (8,12).

Particularmente, es preciso realizar estudios acerca de los efectos del uso de la pulpa de mora en las dietas de las aves de corral. Con este fin, se proyectó por primera vez un estudio sobre las aves de corral y se investigaron los efectos de la pulpa de mora en la dieta de las codornices durante la época de la ponencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Alojamiento. En el estudio se utilizaron 128 hembras de codorniz ponedora japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) de 7 semanas de edad. El estudio se llevó a cabo en un gallinero con ventanas en la Facultad de Agricultura de la Universidad de Bingol, Departamento de Ciencias Animales, en la zona oriental de Turquía, en Bingol (38.8855 latitud y 40.4966 longitud). El experimento se diseñó como cuatro tratamientos dietéticos con cuatro réplicas de cada uno. Un total de 128 codornices hembras ponedoras fueron utilizadas en el experimento, 8 por repetición. El estudio se llevó a cabo en febrero-marzo de 2019 y se concluyó en 4 semanas. Durante el experimento, las codornices se alojaron en compartimentos de 96x42x30 cm, en jaulas de 6 pisos. El programa de iluminación se implementó como 16 horas de iluminación - 8 horas de oscuridad.

Dietas. Las pulpas de moras que se utilizaron en el estudio se obtuvieron recogiendo las pulpas húmedas restantes después de la producción de melaza. Las pulpas de moras colectadas se secaron al sol durante 4 días y luego se molieron en el laboratorio. La tabla 1 presenta los resultados de los análisis de la composición química de la mora secada.

Tabla 1. Composición química de la pulpa de mora secada.

DM (%)	CA (%)	OM (%)	EE (%)	CP (%)	Azucar (%)	Almidón (%)	ME (kcal/kg)
96.83	6.18	90.65	10.05	12.36	45.34	0	2692.63

DM: Sustancia seca, CA: Ceniza cruda, OM: Sustancia orgánica, EE: Extracto de éter, CP: Proteína cruda, ME: Energía metabolizable.

Se efectuaron los análisis nutricionales de todas las materias primas que se utilizarían en las dietas, y las dietas experimentales se prepararon en función de los resultados de estos análisis. En el ensayo fueron utilizadas 4 dietas diferentes, una como control (sin pulpa de mora) y 3 como

grupos de tratamiento (con un contenido de 4%, 8% y 12% de pulpa de mora. Las dietas de codornices pertenecientes a los grupos experimentales se prepararon como isocalóricas e isonitrogénicas. Durante el ensayo, todos los grupos fueron alimentados improvisadamente con piensos que contenían un 20% de HP y 3000 kcal/kg de EM (Tabla 2).

Tabla 2. Dietas utilizadas en el ensayo y sus valores de nutrientes analizados y calculados.

Ingredientes	Dietas			
	M0	M4	M8	M12
Maíz, %	M0	M4	M8	M12
Harina de soja, %	53.39	49.47	45.55	41.63
Pulpa de mora seca, %	32.32	31.96	31.59	31.23
Aceite de girasol, %	0	4	8	12
Piedra caliza, %	6.74	7	7.26	7.52
DCP, %	5.44	5.43	5.42	5.42
Metionina, %	1.59	1.62	1.64	1.66
Sal, %	0.06	0.07	0.08	0.09
Vit-Min., %	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	0.25	0.25	0.25	0.25
Valores analizados				
ME, kcal/kg	3000	3000	3000	3000
Proteína cruda, %	20	20	20	20
Extracto de éter, %	8.65	9.18	9.71	10.23
Fibra cruda, %	2.43	2.33	2.23	2.13
Ceniza cruda, %	10.04	10.23	10.41	10.60
Ca, %	2.5	2.5	2.5	2.5
P, %	0.64	0.64	0.63	0.62
K, %	0.81	0.80	0.78	0.77
Mg, %	0.19	0.18	0.18	0.17

M0: Control, M4: 4% de pulpa de mora, M8: 8% de pulpa de mora, M12: 12% de pulpa de mora, Vit- min. = Vitamina A 12000000 IU, Vitamina D₃ 2000000 IU, Vitamina E 35000 mg, Vitamina K₃ 5000 IU, Vitamina B₁ 3000 mg, Vitamina B₂ 6000 mg, Vitamina B₆ 5000 mg, Vitamina B₁₂ 15 mg, Vitamina C 50000 mg, D-Biotina 45 mg, Niacina 20000 mg, Ca D Pantotenato 6000 mg, Ácido fólico 750 mg, Cloruro de colina 125000 mg, Mangan 80000 mg, Hierro 60000 mg, Zinc 60000 mg, Cobre 5000 mg, Yodo 1000 mg, Cobalto 200 mg, Selenio 150 mg, Cantaxantina 15.000 mg, β-apo-8'- Ester etílico del ácido carotenico 5.000 mg.

La energía metabolizable (ME) fue calculada utilizando la siguiente fórmula (13):

$$ME \text{ (kcal/kg)} = 37.07 * \text{Proteína} + 82 * \text{Aceite} + 39.89 * \text{Almidón} + 31.1 * \text{Azucar}$$

La tasa de conversión de alimentos (FCR) fue calculada utilizando la siguiente fórmula (14):

$$FCR = \frac{FI \text{ (g of feed / bird / period)}}{EM \text{ (g of egg / bird / period)}}$$

FI: Consumo de alimento
EM: Masa de huevo

Parámetros. En este estudio se determinaron los siguientes; la ingesta de alimentos, la eficiencia de alimentación, la producción de huevos, el peso de huevos, las características de calidad del huevo, algunos parámetros sanguíneos, perfil de ácidos grasos de yema y los niveles de colesterol de la codorniz. El consumo de alimento, la producción de huevos y el peso de los huevos de los grupos se midieron diariamente. Las características de calidad del huevo se midieron dos veces, en la 2ª y 4ª semana. Los parámetros sanguíneos, los perfiles de ácidos grasos de yema y los niveles de colesterol de yema se determinaron con las muestras tomadas a las 4 semanas.

Medición de calidad del huevo. Para pesar los huevos con una precisión de 0.01 g se utilizó una balanza electrónica, para medir la anchura y la longitud de los huevos se utilizó un calibrador digital, para las alturas del amarillo y del blanco se utilizó un micrómetro de trípode y para medir el grosor de la cáscara se utilizó un micrómetro digital. Los huevos examinados se recogieron durante 3 días y se almacenaron a temperatura ambiente durante 24 horas antes de las mediciones. Los huevos fueron primero numerados y luego pesados. A continuación se midió la anchura y la longitud de los huevos. Tras estos trámites, 10 minutos después de que los huevos se rompieran en un vaso de la mesa preparada, se realizaron las mediciones relacionadas con la calidad interna. Para determinar el peso de las yemas de huevo se separaron las yemas de las claras. Al mismo tiempo, las cáscaras de huevo se lavaron en agua y se secaron a temperatura ambiente durante 24 horas. Las cáscaras secas se pesaron primero junto con las membranas de la cáscara, y se determinó su peso. Posteriormente, se midió el grosor de la cáscara desde tres puntos diferentes, en concreto, las partes puntiagudas, despuntadas y centrales del huevo, y el espesor de la cáscara se determinó mediante el promedio de estas tres mediciones. El color de la yema de los huevos se determinó utilizando el Ventilador de Color de Yema de DSM.

El índice de forma se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Forma} = (\text{Anchura de Huevo (mm)}) / (\text{Longitud de huevo (mm)}) \times 100$$

Índice de albúmina. La altura de albúmina del huevo roto se midió con un micrómetro de tres patas, y la longitud y anchura de albúmina fueron

medidas mediante un calibrador digital. El índice de albúmina se calculó utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de albúmina} = (\text{Longitud de Albúmina (mm)}) / ([\text{Longitud de albúmina (mm)} + \text{Anchura de albúmina (mm)}] / 2) \times 100$$

Índice de yema. La yema de huevo se midió con un micrómetro de tres patas, el diámetro de la yema se midió con un calibrador digital. El índice de la yema se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de Yema} = (\text{Altura de yema (mm)}) / (\text{Diámetro de yema (mm)}) \times 100$$

Unidad Haugh. La unidad Haugh se calculó utilizando la siguiente fórmula.

$$\begin{aligned} \text{HU} &= 100 \log (H + 7.57 - 1.7 * W^{0.37}) \\ H &= \text{Altura de albúmina (mm)} \\ W &= \text{Peso del huevo (g)} \end{aligned}$$

Análisis de sangre. Al final del ensayo, se procedió a matar a 3 animales de cada grupo (1 de cada grupo de repetición) y sus muestras fueron colocadas en tubos de recolección de sangre de tapa amarilla con gel BD Vacutainer. Después de que los tubos fueran centrifugados a 3000 rpm durante 10 minutos, se almacenaron las muestras obtenidas congeladas a -80°C hasta el análisis. Los análisis de glucosa (Beckman Coulter Glucose OSR 6121), triglicéridos (TG), LDL-colesterol, colesterol total, Ca, P, Mg, K y Na de las muestras de suero se realizaron mediante un analizador automático (Olympus AU400 Analizador Químico-OLY-AU400), utilizando conjuntos de uso comercial (Beckman Coulter OSR) y por el método fotométrico.

Extracción de lípidos. El método descrito por Folch (15) se utilizó con el fin de determinar los perfiles de ácidos grasos en las yemas de huevo. A tal fin, se utilizó una columna delta-6-0.25 µm (100 m × 0.25 mm ID) marca Optima, un dispositivo de Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas (GC-MS) marca Agilent 7890A / 5970C y un detector FID. Las condiciones cromatográficas eran las siguientes: La temperatura del horno comenzó a 120°C, alcanzó los 250°C (5°C/min) y se ha mantenido a esta temperatura durante 3 minutos. Después alcanzó los 270°C (2°C/min), se ha mantenido en esta temperatura durante 16 minutos, y este proceso tardó 55 minutos en total. El volumen de inyección era de 1 µl. Antes y después de

cada inyección, la jeringa fue lavada 5 veces con hexano. Después de retirar 2 muestras, la muestra principal fue retirada y depositada en el frasco de residuos. La contaminación de la muestra anterior fue evitada de esta manera.

Determinación del colesterol. Se pesó 0.3 g de muestra y se homogeneizó con una mezcla de acetonitrilo y metanol (70/30, v/v) de 2 ml durante 1 minuto para el análisis del colesterol de las muestras de yema de huevo. El homogeneizado se transfirió a tubos Eppendorf de 2 ml, se centrifugó a 6000xg durante 10 minutos a 4°C, y el supernadante se llevó a viales de 1 ml y se analizó por HPLC. Para la fase móvil se utilizó una mezcla de 70% de acetonitrilo y 30% de isopropanol; la tasa de flujo de la fase móvil fue de 1 ml/min, y la temperatura de la columna de análisis se fijó a 40°C. Para el análisis se utilizó la columna Supelcosil LC 18 DB (250 x 4.6 mm, 5 µm, Sigma, EE.UU.), y como longitud de onda de detección se utilizó 202 nm.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos en el estudio fueron analizados utilizando el programa SAS 9.1.3. El análisis de variación se realizó mediante el mando de PROC GLM, y se utilizó la prueba de Duncan con el fin de determinar las diferencias entre los medios que se consideraron significativos.

RESULTADOS

Consumo y eficiencia de la alimentación. No se observaron diferencias significativas entre los grupos de control y de tratamiento en las dos primeras semanas del experimento en términos de los valores de consumo diario de alimentos, mientras que las diferencias en la 3ª y 4ª semana fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$, $p < 0.01$). La tabla 3 muestra los valores de consumo de pienso diario de los grupos.

Tabla 3. El consumo promedio diario de pienso (g) y los errores estándar de los grupos.

Niveles	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	General
	semana				
0	27.0 9±1.59	31.63 ±1.56	28.90 ±1.11a	29.35 ±1.23ab	29.24 ±1.23
4	30.32 ±0.78	34.66 ±1.23	28.74 ±1.30a	27.43 ±0.46bc	30.28 ±0.89
8	29.63 ±0.78	33.74 ±2.49	29.95 ±0.82a	30.90 ±1.30a	31.05 ±1.29
12	26.50 ±0.95	31.30 ±2.99	24.55 ±0.73b	24.56 ±0.41c	26.72 ±1.08
P	NS	NS	*	**	NS

a,b,c: Las diferencias entre los promedios de la misma columna con diferentes letras son significativas. NS: No significativo. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

A partir de la 3ª semana el consumo diario de alimentos de los grupos inició a mostrar diferencias. En la 3ª semana, el grupo de control y los grupos con suplementos de moras de 4% y 8% consumieron más pienso que el grupo del 12%. En la 4ª semana se observó una situación similar, y el grupo con el 12% de suplementos consumió menos pienso que los otros grupos (excepto el grupo del 4%). Los resultados mostraron que la adición a la dieta de un 12% de pulpa de mora, en la semana 3ª y 4ª causó una reducción significativa ($p < 0.05$ y $p < 0.01$) en el consumo diario de alimentos (Tabla 4).

Tabla 4. Promedios y errores estándar de las tasas de conversión alimenticia (g:g) de los grupos.

Niveles	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	General
	semana				
0	4.20 ±0.51	3.66 ±0.19	3.81 ±0.19	4.33 ±0.26	4 ±0.24
4	3.72 ±0.22	4.03 ±0.29	4.45 ±0.42	4.46 ±0.54	4.16 ±0.33
8	3.57 ±0.06	3.58 ±0.18	4.02 ±0.40	4.69 ±0.49	4.03 ±0.24
12	3.40 ±0.10	4.18 ±0.24	4.87 ±0.19	4.88 ±0.37	4.65 ±0.29
P	NS	NS	NS	NS	NS

Las diferencias entre los promedios en la misma columna no son significativas. NS: No significativo.

Aunque la tasa de conversión alimenticia del grupo de control fue parcialmente mejor que la tasa de los grupos de tratamiento en la tercera semana del ensayo, la diferencia no fue estadísticamente significativa. La misma situación se observó en la cuarta semana del ensayo, pero los valores promedios de las tasas de conversión alimentaria de los grupos se encontraron más cercanos entre sí. Se puede afirmar que la agregación de pulpa de mora seca hasta un 12% en las dietas de las codornices ponedoras no causa una reducción significativa de la eficiencia alimentaria.

Producción de huevos y peso de huevos. Al comparar los grupos de control y de tratamiento en términos de producción de huevos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la 1ª, 2ª y 4ª semana. En la tercera semana, las diferencias entre los valores promedios de producción de huevos de los grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.01$). La tabla 5 muestra los valores por semana de producción de huevos de los grupos durante el período de 4 semanas.

Tabla 5. Promedios y errores estándar de la producción de huevos (%) de los grupos experimentales.

Niveles	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	General
	semana				
0	61.73 ±7.28	79.75 ±3.68	80.30 ±5.52a	72.52 ±1.99	73.57 ±3.05
4	74.49 ±4.45	70.41 ±4.12	65.31 ±6.06ab	64.80 ±6.47	68.75 ±4.85
8	76.53 ±5.03	80.24 ±2.77	77.38 ±5.25a	66.44 ±7.60	74.15 ±3.99
12	69.90 ±1.93	67.08 ±5.62	52.99 ±3.00b	61.72 ±1.08	59.39 ±3.96
P	NS	NS	**	NS	NS

a,b: Las diferencias entre los promedios de la misma columna con diferentes letras son significativas. NS: No significativo. **: $p < 0.01$.

El grupo con agregación de 12% de moras rindió significativamente ($p < 0.01$) menos huevos que el grupo de control y otros grupos de tratamiento en la tercera semana del experimento. Rendimiento de huevos de los otros 2 grupos de tratamiento (grupos de 4% y 8%) también se redujo parcialmente, pero esta diferencia no fue significativa. En la 4^a semana, desapareció la diferencia de rendimiento de huevos entre los grupos, y todos los grupos proporcionaron valores similares. Se puede decir que la diferencia de producción de huevos entre los grupos en la 3^a semana y la eliminación de esta diferencia en la 4^a semana se debió a que las codornices tardaban en acostumbrarse a la pulpa de la mora.

Al comparar los grupos de control y de tratamiento en términos de peso de huevos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la 1^a, 2^a y 4^a semana. La tabla 6 muestra los valores de peso de los huevos de los grupos para el período de 4 semanas. Las codornices pertenecientes al grupo del 12% de suplemento tuvieron menos peso de huevos en comparación con los otros grupos en la 3^a y 4^a semana.

Tabla 6. Promedios y errores estándares de los pesos de los huevos (g) en los grupos.

Niveles	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	General
	semana				
0	10.82 ±0.17	10.68 ±0.08	10.31 ±0.29	10.15 ±0.25	10.49 ±0.15
4	11.06 ±0.30	10.59 ±0.25	10.15 ±0.22	9.86 ±0.13	10.41 ±0.22
8	11.16 ±0.28	10.62 ±0.14	10.20 ±0.23	10.19 ±0.20	10.54 ±0.16
12	11.17 ±0.22	10.35 ±0.23	9.94 ±0.14	9.65 ±0.13	10.27 ±0.15
P	NS	NS	NS	NS	NS

Las diferencias entre los promedios en la misma columna no son significativas. NS: No significativo.

No obstante, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Se comprobó que la pulpa de mora agregada a la dieta no fue efectiva sobre el peso del huevo durante las primeras 2 semanas y provocó una disminución parcial en el grupo de 12% suplementado en la 3^a y 4^a semana.

Calidad del Huevo. En la 2^a y 4^a semana del ensayo, se midieron algunas características de calidad de los huevos obtenidos de los grupos de control y de tratamiento. La tabla 7 muestra los resultados obtenidos. En cuanto al índice de albúmina, el índice de yema y la unidad Haugh ($p < 0.05$), se observaron diferencias significativas entre los grupos de control y de tratamiento. No fueron significativas las diferencias entre los valores promedios de peso del huevo, peso de la yema, peso de la albúmina, peso de la cáscara, espesor de la cáscara, color de la yema e índice de forma. Por lo general, los valores de los grupos de tratamiento en cuanto al índice de albúmina y el índice de yema fueron más altos que los del grupo de control. No obstante, en el grupo del 8% se obtuvieron los valores más altos de estas dos propiedades. Las diferencias entre los grupos en términos de peso de la yema se encontraron significativas ($p < 0.05$), mientras que las diferencias entre otras características de calidad no fueron significativas. La adición de pulpa de mora (en la 4^a semana) afectó significativamente el peso de la yema ($p < 0.05$).

Ácido graso de yema. En la tabla 8 se muestra los perfiles de ácidos grasos de las yemas de huevo obtenidos de todos los grupos en la 4^a semana del ensayo. No fue significativa la diferencia entre los valores promedios de los niveles de ácidos grasos de los grupos de control y de tratamiento. Es posible afirmar que agregar diferentes cantidades de pulpa de mora a la dieta no causa ningún efecto negativo en los perfiles de ácidos grasos de la yema de huevo.

Colesterol de yema. En la tabla 9 se muestran los resultados de los análisis de colesterol de las yemas de huevos obtenidos de los grupos de control y de tratamiento en la 4^a semana. Los valores de colesterol de los grupos fueron significativos ($p < 0.05$). El nivel más bajo de colesterol se obtuvo del grupo con 8% de suplementos, mientras que los resultados de los otros grupos fueron similares. Se puede afirmar que la agregación de un 8% de pulpa de mora a la dieta tiene un efecto positivo en los niveles de colesterol de la yema de huevo.

Tabla 7. Promedios y errores estándar relacionados con las características de calidad externas e internas de los huevos de los grupos.

Características	Niveles de pulpa de mora (%)									
	2ª semana					4ª semana				
	0	4	8	12	P	0	4	8	12	P
Peso de huevo, g	10.52 ±0.14	10.47 ±0.16	10.52 ±0.12	10.51 ±0.11	NS	10.48 ±0.12	10.39 ±0.16	10.51 ±0.16	10.19 ±0.11	NS
Peso de yema, g	3.31 ±0.06	3.25 ±0.08	3.38 ±0.07	3.22 ±0.07	NS	3.19 ±0.06b	3.21 ±0.08b	3.47 ±3.47a	3.16 ±0.06b	*
Altura de albúmina, mm	6.36 ±0.10	6.31 ±0.11	6.27 ±0.08	6.44 ±0.06	NS	6.37 ±0.09	6.32 ±0.10	6.12 ±6.12	6.12 ±0.09	NS
Índice de albúmina	11.07 ±0.36b	12.00 ±0.36ab	12.89 ±0.35a	11.85 ±0.45ab	*	12.44 ±0.44	13.73 ±0.66	12.59 ±12.58	13.18 ±0.59	NS
Peso de cáscara	0.85 ±0.01	0.91 ±0.02	0.86 ±0.02	0.85 ±0.02	NS	0.91 ±0.02	0.86 ±0.02	0.92 ±0.03	0.91 ±0.02	NS
Espesor de cáscara, mm	0.22 ±0.00	0.22 ±0.00	0.22 ±0.00	0.21 ±0.00	NS	0.22 ±0.00	0.22 ±0.00	0.22 ±0.00	0.21 ±0.00	NS
Color de yema	10.62 ±0.57	10.81 ±0.49	9.62 ±0.51	11.25 ±0.53	NS	10.68 ±0.60	11.37 ±0.44	10.87 ±0.44	11.56 ±0.59	NS
Índice de yema	43.11 ±0.87b	44.96 ±0.77ab	46.03 ±0.57a	44.76 ±0.58ab	*	48.05 ±0.66	47.80 ±0.97	45.68 ±0.80	46.61 ±1.04	NS
Índice de forma	77.36 ±0.58	79.12 ±0.68	78.70 ±0.42	78.58 ±0.51	NS	77.08 ±0.57	78.46 ±0.52	76.88 ±0.75	78.78 ±0.45	NS
Unidad Haugh	88.34 ±0.55b	89.48 ±0.77ab	91.48 ±0.81a	89.79 ±0.74ab	*	93.03 ±0.65	93.92 ±1.08	91.77 ±0.84	93.06 ±0.99	NS

a,b: Las diferencias entre los promedios de la misma fila con diferentes letras son significativas. NS: No significativo.

*: p<0.05.

Tabla 8. Perfiles de ácidos grasos de la yema (%) y errores estándar de los grupos.

Ácidos grasos	Niveles de pulpa de mora (%)				
	0	4	8	12	P
C14:0 (Ácido mirístico)	0.23±0.08	0.46±0.06	0.39±0.01	0.44±0.03	NS
C16:0 (Ácido palmítico)	23.99±0.94	25.51±0.28	23.71±0.16	22.08±1.10	NS
C16:1 (Ácido palmitoleico)	1.86±0.27	1.02±0.58	1.73±0.06	1.98±0.06	NS
C17:0 (Ácido margarico)	0.06±0.06	0.34±0.23	0.27±0.13	0.50±0.14	NS
C18:0 (Ácido esteárico)	16.76±1.01	18.15±3.09	16.94±0.52	16.01±0.16	NS
C18:1 (Ácido oleico)	25.48±1.48	22.71±3.51	24.06±1.07	22.80±0.26	NS
C18:2 (Ácido linoleico)	24.74±0.87	25.20±0.64	25.20±0.60	26.15±2.01	NS
C18:3 (Ácido linolénico)	0.86±0.09	1.39±0.45	1.19±0.20	1.50±0.27	NS
C20:2 (Ácido eicosadienoico)	0	0.04±0.04	0.04±0.04	0.09±0.05	NS
C20:3 (Ácido gamma-linolénico)	0	0.11±0.05	0.12±0.01	0.16±0.10	NS
C20:4 (Ácido araquidónico)	4.73±0.59	4.41±0.51	4.37±0.32	4.95±0.28	NS
C20:5 (Ácido eicosapentaenoico)	0.07±0.07	0.02±0.02	0.24±0.24	0	NS
C22:6 (Ácido docosahexaenoico)	1.41±0.47	0.58±0.58	1.86±0.84	3.29±0.75	NS

Las diferencias entre los promedios en la misma fila no son significativas. NS: No significativo.

Tabla 9. Los promedios y errores estándar de los niveles de colesterol de la yema de huevo de los grupos.

	Niveles de pulpa de mora (%)				
	0	4	8	12	P
Colesterol (mg/yema)	58.71 ±4.80a	58.43 ±3.77a	45.16 ±0.77b	57.56 ±2.23a	*

a,b: Las diferencias entre los promedios de la misma fila con diferentes letras son significativas. NS: No significativo.

*: p<0.05.

Parámetros de sangre. En la tabla 10 se muestran los resultados de los análisis realizados para algunos parámetros a partir de las muestras de sangre recogidas de las codornices en la 4ª

semana del experimento. Agregar la pulpa de morera en la dieta influyó significativamente los niveles de triglicéridos en sangre, colesterol total y LDL (lipoproteína de baja densidad) (p<0.05, p<0.01). Otros parámetros de sangre (glucosa, Ca, P, Mg, Na y K) de los grupos no se vieron afectados por la adición de pulpa de mora. Sin embargo, los niveles de triglicéridos fueron más bajos en el grupo con el 12% de suplemento que en los otros grupos (p<0.05). Los niveles de triglicéridos en el grupo de 8% suplementado mostraron una reducción parcial, aunque no estadísticamente significativa, con respecto al grupo de control. Se puede afirmar que agregar la pulpa de mora en la dieta provoca una reducción de los niveles de triglicéridos en la sangre a partir del 8%. Al examinar los niveles

de colesterol total de los grupos, se observó que las diferencias entre los promedios fueron significativas ($p<0.05$). Los resultados de los niveles de colesterol fueron similares en el grupo de control, en el grupo con suplemento del 8% y en el grupo con suplemento del 12%, pero fueron más altos en el grupo con suplemento del 4%. La agregación de pulpa de mora en la dieta no tiene un efecto significativo en los grupos de 8% y 12%.

Tabla 10. Promedios y errores estándar de algunos parámetros sanguíneos de los grupos.

Parámetros	Niveles de pulpa de mora (%)				P
	0	4	8	12	
Glucosa, mg/dL	201.02 ±12.83	199.20 ±10.38	203.60 ±18.31	205.25 ±13.22	NS
Triglicéridos, mg/dL	465.00 ±86.92ab	596.00 ±57.14a	399.25 ±72.61ab	279.42 ±20.18b	*
Colesterol total, mg/dL	123.25 ±20.21b	192.50 ±25.79a	116.75 ±7.79b	166.50 ±18.25ab	*
LDL, mg/dL	64.10 ±11.62b	146.45 ±15.30a	79.37 ±10.89b	131.50 ±22.03a	**
Ca, mg/dL	8.27 ±0.83	7.45 ±0.42	7.59 ±1.03	7.23 ±2.01	NS
P, mg/dL	6.42 ±1.23	6.20 ±1.26	5.36 ±0.90	7.20 ±1.59	NS
Mg, mg/dL	3.64 ±0.30	3.73 ±0.36	3.98 ±0.37	3.03 ±0.19	NS
Na, mmol/L	137.00 ±2.73	136.50 ±2.60	140.00 ±0.91	137.75 ±6.52	NS
K, mmol/L	5.08 ±0.03	5.26 ±0.09	5.33 ±0.22	5.66 ±0.30	NS

a,b: Las diferencias entre los promedios de la misma columna con diferentes letras son significativas.

NS: No significativo. *: $p<0.05$, **: $p<0.01$.

En términos de niveles de LDL suero, las diferencias entre los promedios de los grupos de control y de tratamiento fueron significativas. Los niveles de LDL fueron más altos en los grupos con suplementos de 4% y 12% en comparación con los grupos de control y en grupo de 8% con suplementos ($p<0.01$). Los resultados de los niveles de LDL fueron similares en los grupos de control y en el grupo suplementado con 8%. Es posible afirmar que el efecto de suplemento de mora en los niveles de LDL séricos de las codornices varía en función de los diferentes niveles.

DISCUSIÓN

Las diferencias en el consumo diario de pienso de las codornices en los grupos de control y de experimento en cuyas dietas se añadió pulpa de mora no fueron significativas en la

1ª y 2ª semana, pero lo fueron en la 3ª y 4ª semana ($p<0.05$, $p<0.01$). El consumo diario de alimentos se encontró más bajo en el grupo alimentado con piensos que contenían un 12% de pulpa de mora. La agregación de la pulpa de mora en las dietas hasta en un 8% no influyó en el consumo de alimentos de los grupos de ensayo, pero se observaron significativas disminuciones en el consumo de piensos en proporciones mayores (12%). Las codornices del grupo alimentado con el pienso que contiene un 8% de pulpa de mora tuvieron los valores más altos de consumo de pienso.

Los resultados obtenidos en relación con el consumo de piensos coincidían con otro ensayo en el que se informaba que la adición de harina de mora a los piensos de las codornices de engorde aumentaba el consumo (16), estos eran diferentes que los resultados de otro ensayo en el que se agregaba harina de hoja de morera a los piensos de las codornices ponedoras (17). Los valores del consumo de pienso que se obtuvieron en los ensayos donde se agregó harina de hoja de morera a los piensos de las gallinas ponedoras, fueron diferentes en comparación con los resultados de este ensayo (8,9,10,18) y parcialmente similares a los valores de Panja (19).

Las diferencias entre los índices de conversión alimentaria de las codornices en los grupos de control y de experimentación no fueron significativas. Los resultados indicaron que, en todas las semanas, la agregación de pulpa de moras a los piensos hasta en un 12% no afectaba negativamente la eficiencia de los alimentos. Los resultados fueron diferentes de los comunicados por un ensayo en el que se añadió harina de moras a la dieta de las codornices de engorde (16). Por otro lado, en comparación con los valores de otros estudios en los que se añadió harina de hoja de morera a la dieta de las gallinas ponedoras, los resultados fueron muy similares (8,9,10,18).

Al examinar los resultados sobre el rendimiento de los huevos de los grupos, se observó que los rendimientos de los huevos fueron similares en la 1ª, 2ª y 4ª semana. Sin embargo, en la 3ª semana se observó una reducción significativa en el caso de aumentar el nivel de pulpa de mora en las dietas por encima del 8% ($p<0.01$). Los resultados obtenidos sobre el rendimiento de los huevos fueron similares a los comunicados por Al-Kirshi et al. (8) y Hermana et al (17) y diferentes a los comunicados por Lin et al (9), Kamruzzaman et al (10) y Kamruzzaman (18).

Considerando los valores del peso del huevo, los resultados de todos los grupos fueron similares. La agregación de pulpa de mora en las dietas de las codornices en diferentes proporciones no afectó significativamente a los valores de peso del huevo. Los resultados relativos al peso de los huevos fueron similares a los de un ensayo anterior (17) en el que se añadió harina de hoja de morera a los piensos de las codornices ponedoras hasta un 10% y otros estudios (10, 18) en los que se añadió harina de hoja de morera a los piensos de las gallinas ponedoras. Por otra parte, los resultados fueron diferentes a los de otro ensayo en el que se añadió harina de hoja de morera a la dieta de las gallinas ponedoras (8).

Al evaluar los huevos de los grupos de control y de experimento en términos de características de calidad internas y externas, se observaron diferencias significativas en el índice de albúmina, el índice de yema y los valores de Unidad Haugh en la 2ª semana y el peso de yema en la 4ª semana ($p < 0.05$). Los resultados fueron similares con respecto a las otras características de calidad. Fue determinado que la agregación de pulpa de mora en la dieta de las codornices hasta en un 12% no tenía un efecto negativo en las características de calidad internas y externas de los huevos. Panja (19) reportó que las hojas de morera no afectan el color de la yema porque las dietas tienen suficiente gluten de maíz. El hallazgo de la yema en este ensayo fue similar al estudio de Panja (19), pero se diferenció de los resultados de Olteanu (20). Otros resultados coincidieron con los de Al-Kirshi et al (8) y Panja (19). La agregación de diferentes proporciones de moras a los piensos no afectó significativamente el perfil de ácidos grasos de la yema, y fueron similares los valores promedios de los grupos de control y de experimentación.

Las diferencias en los valores promedios de los grupos se consideraron significativas en términos de los niveles de colesterol de la yema ($p < 0.05$). Panja (19) reportó que la inclusión de las hojas de morera provocó una reducción del colesterol en la sangre igual que el contenido de colesterol de la yema, pero no tuvo efectos en los niveles de colesterol de la carne. En función del contenido del pienso, los niveles de colesterol de la yema pueden variar entre el 5% y el 30% (21). Aunque los niveles de colesterol fueron similares en los grupos de control, 4% y 12%, fueron más bajos en el grupo de 8%. Los hallazgos que se obtuvieron fueron similares a los informados por Kamruzzaman et al (10).

Al considerar los resultados de los grupos con respecto a los parámetros de la sangre, se determinó que las diferencias en los niveles de triglicéridos, colesterol total y LDL fueron significativas ($p < 0.05$, $p < 0.01$), mientras que las diferencias de los demás parámetros fueron insignificantes. Zhang (12) informó que los niveles de triglicéridos en sangre en su grupo de hojas de morera de 15% fueron significativamente más bajos que los del grupo de control. Sus hallazgos fueron similares a los resultados de este ensayo. No obstante, comunicaron que la inclusión de la harina de hoja de morera de 15% también proporcionaba valores significativamente más bajos que los valores del grupo de control. Los hallazgos fueron diferentes para estos parámetros. Los valores más bajos se encontraron en el grupo del 8% en cuanto a los niveles de colesterol en la sangre y en el grupo del 12% en cuanto a los niveles de triglicéridos en la sangre. Los resultados fueron similares a los resultados comunicados por Kamruzzaman et al (10).

Como conclusión, en este ensayo se descubrió que la adición de diferentes niveles (0, 4, 8 y 12%) de pulpa seca de mora a las dietas de las codornices ponedoras fue eficaz en cuanto a la ingesta diaria y semanal de alimentos, la producción de huevos, el índice de albúmina, el índice de yema, la unidad Haugh, el peso de la yema, el colesterol de la yema, los triglicéridos, el colesterol total y los niveles de LDL. La adición de pulpa de mora a la dieta no afectó significativamente en los niveles de ácidos grasos de la yema de huevo. Como resultado, cuando se examinaron los efectos de la pulpa seca de mora agregada a las dietas de las codornices ponedoras en un 4, 8 y 12%, se comprobó que la pulpa de mora no tenía ningún efecto negativo hasta la proporción del 8%. Al alcanzar el suplemento de pulpa de mora al 12%, pueden observarse algunos efectos negativos (especialmente en la ingesta de alimentos y en el rendimiento de los huevos). Por consiguiente, es posible afirmar que es beneficioso agregar en la dieta una proporción del 8% de pulpa de mora seca.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses por la publicación de este documento.

Agradecimiento

Los autores desean manifestar su más profunda gratitud al Fondo de Investigación de la Universidad de Bingol por apoyar esta investigación (BAP-Número de proyecto BAP-ZF.2018.00.010).

REFERENCIAS

1. Liu Y, Willison JHM. Prospects for cultivating white mulberry (*Morus alba*) in the drawdown zone of the Three Gorges Reservoir, China. *Environ Sci Pollut Res*. 2013; 20(10):7142–7151. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1896-2>
2. Singhal BK, Khan MA, Dhar A, Baqual FM, Bindroo BB. Approaches to industrial exploitation of mulberry (*Morus* sp.) fruits. *J Fruit Ornament Plant Res*. 2010; 18(1):83-99 http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal_2010_1/full8%202010_1.pdf
3. TÜİK - Turkish Statistical Institute. Mulberry production [On line]. 2015. [accessed 20 December 2019] URL Available in: <http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikMeta.do?istabid=68>
4. Ukav I. Mulberry production economy in district of Adiyaman. *AJAEES*. 2018; 23(1):1-10. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2018/39462>
5. Ekin I, Celikezen F. Bitlis İlinde Geleneksel Olarak Üretilen Gezo Pekmezinin Bazı Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. *BEU Fen Bilimleri Dergisi*. 2015; 4(2):138-149. <https://doi.org/10.17798/beufen.03575>
6. Akbulut M, Ozcan MM. Comparison of mineral contents of mulberry (*Morus* spp.) fruits and their pekmez (boiled mulberry juice) samples. *Int J Food Sci Nutr*. 2009; 60(3):231-239. <https://doi.org/10.1080/09637480701695609>
7. Zhou B, Meng QX, Ren LP, Shi FH, Wei Z, Zhou ZM. Evaluation of chemical composition, in situ degradability and in vitro gas production of ensiled and sun-dried mulberry pomace. *J Anim Feed Sci*. 2012; 21(1):188–197. <https://doi.org/10.22358/jafs/66063/2012>
8. Al-Kirshi RA, Alimon AR, Zulkifli I, Sazili AQ, Zahari WM, Ivan M. Utilization of mulberry leaf meal (*Morus alba*) as protein supplement in diets for laying hens. *Ital J Anim*. 2010; 9(3):e51. <https://doi.org/10.4081/ijas.2010.e51>
9. Lin WC, Lee MT, Chang YL, Shih CH, Chang SC, Yu B, Lee TT. Effects of mulberry leaves on production performance and the potential modulation of antioxidative status in laying hens. *Poult Sci*. 2017; 96:1191–1203. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew350>
10. Kamruzzaman M, Islam MS, Ferdous KA, Haque MA, Afroz F, Rahman MK. Dietary effect of mulberry leaf (*Morus alba*) meal in the reduction of blood cholesterol of laying hens. *Int J Bus Soc Sci Res*. 2018; 6(4):32-36. <http://www.ijbssr.com/user/images/journalpaper/jppdf-14013291.pdf>
11. Liu LK, Chou FP, Chen YC, Chyau CC, Ho HH, Wang CJ. Effects of mulberry (*Morus alba* L.) extracts on lipid homeostasis in vitro and in vivo. *J Agr Food Chem*. 2009; 57(16):7605-7611. <https://doi.org/10.1021/jf9014697>
12. Zhang X, Li Y, Zhang L, FAN J, Zhong S, Li Q, Lou L. Effect of dietary mulberry leaves on productive performance, egg quality and serum biochemical indices of laying hens. *China Poult*. 2014; 34(16):25-28. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-ZGJQ201216008.htm
13. Karabulut A, Canbolat O. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Bursa; Turkey; 2005. ISBN:975-6149-07-8.
14. Olgun O, Yıldız AO. Effect of Dietary Alfalfa Meal on Performance, Egg Quality, Egg Yolk Cholesterol and Hatchability Parameters of Quail Breeders. *TURJAF*. 2015; 3(3):103-106. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i3.103-106.208>
15. Folch J, Lees M, Stanley GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*. 1957; 226:497–509. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13428781>
16. Perdomo CDA, Briceño A, Díaz CD, González D, González L, Moratinos LPA, Núñez GEK, Perea GFP. Effect of dietary supplementation with mulberry (*Morus alba*) meal on the productive performance of growing quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Rev Inv Vet Perú*. 2019; (30):2 634-644. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.15088>

17. Hermana W, Toharmat T, Sumiati, Manalu W. Performances and egg quality of quail offered feed containing sterol fromkatuk (Sauropus androgynus) and mulberry (Morus alba) leaf meal. Int J Poult Sci. 2014; 13(3):168-172. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2014.168.172>
18. Kamruzzaman M, Khatun MA, Islam MS, Rahman MZ, Yeasmin T. Effect of dietary mulberry leaf meal on egg quality of laying hens. JST. 2014; 12:12-17. https://jst.hstu.ac.bd/assets_vcc/files/vol_12/3_jst%2013-21.pdf
19. Panja P. The effects of dietary mulberry leaves (morus alba l.) on chicken performance, carcass, egg quality and cholesterol content of meat and egg. WJST. 2013; 10(2): 121-129. <http://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst/article/view/306/286>
20. Olteanu M, Panaite T, Ciurescu G, Criste RD. Effect of dietary mulberry leaves on performance parameters and nutrient digestibility of laying hens. Indian J Anim Sci. 2012; 82(8):914-917. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123298484>
21. Calislar S, Kustimur H. The effects of safflower meal on the performance, egg quality traits, yolk fatty acids and cholesterol levels in laying hens. Anadolu J Agr Sci. 2017; 32(2):269-278. <http://dx.doi.org/10.7161/omuanajas.321121>