



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2025; 16:1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2025.6>

Artículo Original. Recibido: 15/08/2024. Aceptado: 27/04/2025. Publicado: 01/06/2025. Clave: 2024-A3.

<https://www.youtube.com/watch?v=1YjH0wlcT7w>

Efecto de cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados sobre las variables productivas y vellosidades intestinales en codorniz japonesa en postura



Effect of turmeric and sulfated marine polysaccharides on productive variables and intestinal villi in laying japanese quail

Jennifer Pérez-Martínez^{1ID}, Eutiquio Soní-Guillermo^{*2ID}

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, calle Dr. Gonzalo Báez Camargo s/n, San Juan Acozac, CP 75415, Los Reyes de Juárez, Puebla México. ²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Reforma 165 Colonia Centro, CP 73900, Tlatlauquitepec, Puebla México. *Autor de correspondencia: Eutiquio Soní-Guillermo E-mail: eutiquio.soni@correo.buap.mx

RESUMEN

Los antibióticos reducen la carga microbiana en el huésped y durante décadas se usaron como promotores del crecimiento, pero esto trajo como consecuencia resistencia bacteriana. El objetivo fue evaluar plantas que contienen compuestos bioactivos naturales (cúrcuma) y polisacáridos marinos sulfatados (PMS) sobre el comportamiento productivo, peso de órganos y grasa abdominal, calidad de huevo, pérdida de peso de huevo y altura de las vellosidades intestinales en codorniz. Se utilizaron 250 codornices, donde el T1= testigo, T2 y T3= 0.02 % y 0.03 % de cúrcuma y T4 y T5= 0.02 % y 0.03 % de PMS respectivamente. Con respecto al testigo la adición de cúrcuma y PMS disminuyeron el porcentaje de postura y masa de huevo, pero mejoran el peso de las aves, aunque no el de la molleja, proventrículo y grasa abdominal ($P>0.05$), respecto a los niveles el 0.03% de cúrcuma favoreció la pérdida de peso del huevo ($P<0.0002$); al aumentar los niveles de cúrcuma disminuyó la altura de las vellosidades intestinales en duodeno y yeyuno ($P<0.001$). El nivel de 0.03 % de PMS en codornices en postura aumentó el peso del huevo y consumo de alimento ($P<0.05$) lo que afectó la conversión alimenticia ($P<0.05$). Los PMS disminuyeron el grosor de cascarón ($P<0.001$), lo que provocó la pérdida de peso del huevo, además redujeron el tamaño de las vellosidades intestinales en el duodeno ($P<0.01$).

Palabras clave: algas, duodeno, yeyuno, huevo, aditivos.

ABSTRACT

Antibiotics reduce the microbial load in the host and for decades were used as growth promoters, but this resulted in bacterial resistance. The objective was to evaluate plants containing natural bioactive compounds (turmeric) and sulfated marine polysaccharides (SMP) on productive behavior, organ weight and abdominal fat, egg quality, egg weight loss and intestinal villi height in quail. A total of 250 quail were used, where T1= control, T2 and T3= 0.02 % and 0.03 % of turmeric and T4 and T5= 0.02 % and 0.03 % of PMS respectively. With respect to the control, the addition of turmeric and SMP decreased the percentage of egg mass and laying, but improved the weight of the birds, although not the weight of the gizzard, proventriculus and abdominal fat ($P>0.05$); with respect to the levels, 0.03% of turmeric favored the loss of egg weight ($P<0.0002$); increasing the levels of turmeric decreased the height of the intestinal villi in the duodenum and jejunum ($P<0.001$). The level of 0.03 % SMP in laying quails increased egg



weight and feed intake ($P<0.05$) which affected feed conversion ($P<0.05$). SMP decreased eggshell thickness ($P<0.001$), which caused egg weight loss, and also reduced the size of intestinal villi in the duodenum ($P<0.01$).

Keywords: algae, duodenum, jejunum, egg, additives.

INTRODUCCIÓN

En alimentación animal es importante estudiar aditivos de origen natural como alternativa a los antibióticos utilizados como promotores de crecimiento, este manejo ha traído como consecuencia el desarrollo de bacterias resistentes ([Cota et al., 2014](#)). Por lo que se buscan alternativas de alimentos funcionales que puedan ayudar a mejorar la tasa de crecimiento en las aves. Actualmente se estudian plantas que contienen compuestos bioactivos (proteínas, péptidos, ácidos orgánicos, esteroides, polisacáridos, oligosacáridos, compuestos fenólicos y pigmentos fotosintéticos) centrándose en su potencial y sus beneficios para la salud, los cuales eviten el uso de antibióticos, prevengan infecciones entéricas, aumenten la longitud de las vellosidades o mejoren las variables productivas.

Una alternativa de estudio son las algas marinas, que son organismos vegetales de color verde, marrón y rojas, compuestas de proteínas, ácidos grasos poliinsaturados, polifenoles, flavonoides, pigmentos, minerales, vitaminas y PMS ([Ngo et al., 2011](#); [Raposo et al., 2013](#)). Estos últimos son polímeros que poseen grupos sulfatos esterificados con los azúcares que los conforman, llamados ulvanoligosacáridos, quitosano y carragenano a los cuales se les atribuyen propiedades anticancerígenas ([Anitha et al., 2011](#)), anticoagulantes ([Osuna et al., 2016](#)), antioxidantes ([Flores et al., 2017](#)) e inmunomoduladoras ([Lordan et al., 2011](#)). Por otro lado, la cúrcuma (*Cúrcuma longa*) es una planta herbácea perenne, monocotiledónea, pertenece a la Familia *Zingiberaceae*, ésta tiene tubérculos oblongo-palmeados, arrugados en el exterior, café por fuera y color naranja en el interior ([de Cos & Pérez, 2014](#)). Ésta puede ser objeto de investigación ya que contiene proteínas, carbohidratos, ácidos grasos esenciales, polifenoles, pigmentos (1, 7-bis (4-hidroxí-3-metoxi-fenil) -1, 6-heptadieno-3, 5-diona) y curcumina, demetoxicurcumina (DMC) y bisdemetoxicurcumina (BDMC) conocidos como curcuminoides del cual dependen sus funciones farmacológicas ([Kermanshahi & Riasi, 2006](#); [Megalathan et al., 2016](#)); se ha encontrado que tiene efecto anticoccidial ([Galli et al., 2018](#)), antiinflamatorio ([Toden et al., 2017](#)), antioxidante ([Wang et al., 2015](#)), antimicrobiano y antifúngico ([Megalathan et al., 2016](#)) así como la estimulación de anticuerpos IgG ([Elnaggar et al., 2021](#)). Las algas y la cúrcuma tienen capacidad antioxidante y antimicrobiana, por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar la cúrcuma y los polisacáridos marinos sulfatados sobre las variables productivas de la codorniz japonesa en postura, peso de órganos y grasa abdominal, la calidad del huevo, la pérdida de peso del huevo y el tamaño de vellosidades intestinales.



MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la granja experimental de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicada en el Municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, México. El experimento fue autorizado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL-NSS530247-UALVIEP-24). Se usaron doscientas cincuenta codornices en postura con edad inicial de 24 semanas y final de 35 semanas, asignadas aleatoriamente a cinco tratamientos, con cinco repeticiones, con un total de diez codornices, se alojaron cinco aves por jaula de 30 x 45 cm, con comederos lineales y bebederos automáticos, la iluminación se ajustó a 16 h luz d⁻¹, con luz artificial.

Las dietas fueron a base de sorgo - pasta de soya (Tabla 1), se cubrieron los requerimientos para codornices ponedoras (Rostagno *et al.*, 2017); se suplementaron como aditivos cúrcuma en polvo y PMS extraídos de algas marinas de la marca Olmix®. El tratamiento (T) T1 fue testigo (0 % cúrcuma y PMS), tratamiento dos (0.02 % cúrcuma), tratamiento tres (0.03 % cúrcuma), tratamiento cuatro (0.02 %, PMS) y tratamiento cinco (0.03 % PMS); el agua y alimento a libre acceso.

Tabla 1. Dietas experimentales de codornices postura

Ingredientes	%
Sorgo (8% PC)	58.36
Pasta de soya (47% PC)	29.31
Aceite crudo de soya	1.74
DL-Metionina (99%) [†]	0.48
Lisina (78%) [†]	0.36
CaCO ₃ (38%) [§]	8.06
Fosfato (18/21) [‡]	0.90
Vitaminas y minerales [°]	0.30
Sal	0.35
Arena	0.14
kg	100
Análisis calculado (%)	
EM (Kcal/kg)	2800
PC	19.07
Calcio	3.34
Fósforo disponible	0.34
Lisina	1.18
Metionina + cistina	0.96

[†]Porcentaje de pureza; [§]38%= calcio; [‡]18%= fósforo y 21%= calcio. [°]Aporte por kg⁻¹ de alimento: vit A, 7.33 MUI; vit D3; vit K3; vit B1, vit B2; vit B6; vit B12; ácido fólico; biotina; D-pantotenato de calcio; nicotinamida; cloruro de colina; calcio; hierro (EDDI, como fuente de yodo); zinc; manganeso 44.00 g/kg; cobre; selenio; antioxidante; EM, energía metabolizable; PC, proteína cruda.



Variables productivas

Por cada repetición el huevo se pesó cada día (PH, g/d) y se evaluó semanalmente el alimento consumido (AC, g/ave/d), conversión alimenticia (CA, kg de alimento/kg de huevos), porcentaje de postura (PP) y masa de huevo (MH, g de huevo ave/d). La calidad de huevo se midió en la semana cuatro, ocho y doce, se recogieron cinco huevos por repetición para medir pigmentación de la yema (CY) con el abanico de DSM YolkFan™, peso de huevo (PH, g), peso de yema (PY, g), peso de albúmina (PA, g), peso de cascarón (PC, g) y grosor de cascarón (GC, μm) con un tornillo micrométrico (micrómetro 293-240-30, Mitutoyo, Kawasaki, Japón).

En la semana doce del experimento se midió la pérdida de peso de los huevos, para lo cual se almacenaron cinco huevos por repetición en un ambiente ventilado a una temperatura de 22° C, se tomó el peso de estos al día de puesta y a los 7, 14, 21 y 28 d de almacenamiento y por diferencia con respecto a la semana anterior se obtuvo la pérdida de peso (g), así como el acumulado que fue la suma de la pérdida de peso durante los 28 d.

Estudio histológico

En la semana 35 de edad, se tomó al azar un ave por repetición, es decir cinco codornices por tratamiento, se pesaron individualmente (PV, g) y posteriormente se sacrificaron al cortar la sección de la vena yugular y arteria carótida, se siguieron las recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana [NOM-033-SAG/ZOO-2014](#); se midió el peso del hígado (PHI, g), peso del proventrículo (PR, g), peso de molleja (PM, g) y peso de grasa abdominal (PG, g).

Las muestras intestinales se recolectaron después de que se confirmó la muerte del ave (2 min), se tomó una muestra por repetición de duodeno (parte descendente) y yeyuno (proximal). Cada muestra se seccionó a un tamaño de 2 cm de longitud, se lavó el lumen intestinal con agua destilada y formalina tamponada al 10 % para eliminar su contenido. Las muestras se fijaron en formalina al 10 % durante 48 h para su procesamiento y corte ([Gava et al., 2015](#)).

Posteriormente, las muestras se incluyeron en parafina, se cortaron en secciones de 5 μm de espesor en un Microtomo 820 (Americal Optical, Estados Unidos), se aclararon en xileno, se deshidrataron en concentraciones graduadas de alcohol y se tiñeron con hematoxilina-eosina. Para el análisis histomorfométrico, una vez obtenidas las laminillas se midió la altura de 15 vellosidades intestinales de cada muestra (AVLL, μm), se realizó a partir de la cripta hasta la punta de la vellosidad, para lo cual se utilizó un microscopio Leica Binocular, de luz con el objetivo de 4x, las medidas se realizaron en el software de Image J (National Institutes of Health, MD, E. U.).



Análisis estadístico

Los datos de las variables estudiadas se analizaron en un diseño completamente al azar, el análisis de varianza para todos los datos se determinó con el procedimiento GLM. Las medias se compararon a través de contrastes ortogonales, el nivel de significancia se estableció en $P < 0.05$. El primer contraste comparó al grupo testigo con la cúrcuma y los PMS (C1: testigo vs cúrcuma + PMS), el segundo contraste confrontó la cúrcuma con los PMS (C2: cúrcuma vs PMS), el tercer contraste cotejó los niveles de cúrcuma (C3: cúrcuma 0.02 % vs cúrcuma 0.03 %) y el cuarto contraste comparó los niveles de PMS (C4: PMS 0.02 % vs PMS 0.03%; [SAS, 2017](#)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al testigo las variables de AC, PH y CA no se modificaron por efecto de los tratamientos ($P > 0.05$), mientras que el PP y la MH fueron mayor en el testigo ($P < 0.05$), por lo tanto, el efecto no significativo en el AC entre los tratamientos indicó que agregar cúrcuma y PMS en polvo a las dietas de codornices ponedoras hasta 0.03 % no afectó el aroma del alimento y la palatabilidad de las aves. Respecto a los aditivos la suplementación de PMS aumentó el AC ($P < 0.006$) en relación con la cúrcuma, lo que afectó la CA ($P < 0.04$), mientras que la cúrcuma disminuyó el AC, PP y MH. En relación con los niveles de cúrcuma el nivel de 0.02 % es el óptimo para codornices en postura ya que el 0.03 % afecta el PP y la MH ($P < 0.001$), mientras que en los niveles de PMS el 0.03 % aumentó el AC ($P < 0.05$) (Tabla 2).

El porcentaje de postura está determinado por la tasa de ovulación y ésta por la deposición de componentes de la yema en los folículos en desarrollo ([Burley et al., 1993](#)), por lo que el nivel de cúrcuma de 0.03 % ya no facilita la liberación de vitelogenia de las células hepáticas, lo que no condujo a una mayor foliculogénesis y ovogénesis, respecto a este nivel la MH se vio afectada ya que ésta se obtiene con el PP. [Longjam et al. \(2024\)](#) y [Saraswati et al. \(2013\)](#) al incluir en codornices cúrcuma en polvo al 1 % y 54 mg/ave/d respectivamente encontraron que se mejoró la producción de huevo, mientras que el AC y PH no se afectaron. [Hassan \(2016\)](#) observó que al adicionar 2 % de cúrcuma en gallinas el PH disminuyó. En un estudio realizado por [Sánchez et al. \(2021\)](#) obtuvieron en pollo de engorda que los PMS no modificaron el AC, pero sí mejoraron la CA. [Abudabos et al. \(2013\)](#) al incluir 3 % de algas (*Ulva lactuca*) en pollos de engorda no se modificó el AC, CA y la ganancia de peso con respecto al testigo. Las diferencias en los resultados de estos estudios con la inclusión de cúrcuma y algas pueden atribuirse a factores como los niveles de concentración, periodos de suplementación, método de secado de las plantas, así como la edad del ave y la especie.



Tabla 2. Adición de cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados en las variables productivas de codorniz japonesa en postura

Variables (g)	Tratamientos						Contrastes*			
	T1	T2	T3	T4	T5	EM	C1	C2	C3	C4
AC	4.34	33.59	32.71	33.83	35.16	0.80	0.27	0.00	0.20	0.05
PH	14.27	14.24	13.96	13.87	14.35	0.23	0.45	0.96	0.31	0.08
PP (%)	87.43	85.02	75.55	84.60	84.11	3.19	0.00	0.00	0.00	0.81
MH	12.50	12.10	10.53	11.72	12.05	0.45	0.00	0.02	0.00	0.37
CA	2.41	2.40	2.34	2.43	2.44	0.05	0.91	0.04	0.21	0.85

T1, 0% cúrcuma y PMS; T2, 0.02% cúrcuma; T3, 0.03% cúrcuma; T4, 0.02% PMS; T5, 0.03% PMS; AC, alimento consumido; PH, peso de huevo; PP, porcentaje de postura, MH, masa de huevo, CA, conversión alimenticia; EEM, error estándar de la media. *C1, testigo vs cúrcuma + PMS; *C2, cúrcuma vs PMS; *C3, cúrcuma 0.02% vs cúrcuma 0.03%; *C4, PMS 0.02% vs PMS 0.03%.

El PV más bajo lo tuvo el testigo ($P < 0.05$) (Tabla 3), mientras que los tratamientos con cúrcuma y PMS tuvieron mejor peso, [Xie et al. \(2019\)](#) informaron que la suplementación con cúrcuma en la dieta aumentó la ganancia de peso corporal ya que mejora la absorción y utilización de nutrientes. El PHI más bajo lo tuvo el testigo ($P < 0.05$) mientras que el 0.02 % de PMS favoreció el peso de este órgano. [Anwar et al. \(2013\)](#) mencionan que al disminuir el PHI en las aves está relacionado con la movilización del glucógeno y lípidos del hígado los cuales se utilizan para la síntesis de componentes del huevo, lo que explica el bajo PHI y el alto PP en el testigo ($P < 0.002$). Con respecto a los aditivos, estos no influyeron en el peso de las codornices, órganos y grasa abdominal; respecto a los niveles de estos, la cúrcuma tampoco modificó estas variables, sin embargo, en los niveles de PMS el 0.02% aumentó el PM (Tabla 3).

Tabla 3. Adición de cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados en la dieta sobre el peso de órganos y grasa abdominal de codorniz japonesa en postura

Variables (g)	Tratamiento						Contrastes*			
	T1	T2	T3	T4	T5	EEM	C1	C2	C3	C4
PV	306.40	325.22	329.40	315.08	324.40	3.50	0.05	0.35	0.72	0.40
PHI	4.12	5.86	5.20	6.08	4.80	0.21	0.04	0.93	0.45	0.16
PR	0.98	1.14	0.90	1.110	1.10	0.04	0.59	0.69	0.11	0.56
PM	5.10	4.68	4.57	5.24	4.14	0.13	0.16	0.82	0.80	0.01
PG	1.62	1.68	2.85	0.28	1.70	0.30	0.59	0.69	0.11	0.56

T1, 0% cúrcuma y PMS; T2, 0.02% cúrcuma; T3, 0.03% cúrcuma; T4, 0.02% PMS; T5, 0.03% PMS; PV, peso vivo; PHI, peso hígado; PR, peso del proventrículo, PM, peso de la molleja, PG, peso de la grasa. EEM, error estándar de la media. *C1, testigo vs cúrcuma + PMS; *C2, cúrcuma vs PMS; *C3, cúrcuma 0.02% vs cúrcuma 0.03%; *C4, PMS 0.02% vs PMS 0.03%.

Las algas contienen fibra soluble y en aves ésta aumenta la viscosidad de la digesta, lo que aumenta el espesor de la capa intestinal e impide la absorción de nutrientes en el intestino delgado ([Lahaye & Jegou, 1993](#); [Furda, 1990](#)), lo que pudo haber influido en que a pesar de que la molleja aumentó de tamaño con los PMS al 0.02 %, no se



favoreció el PH y la MH. [Ahmed et al. \(2018\)](#) informaron que la inclusión de cúrcuma en dietas de pollos de engorda causó una disminución en el peso del hígado, pero no produjo diferencias en el peso de la molleja. Mientras que en codornices [Saraswati et al. \(2013\)](#) encontraron que la suplementación de cúrcuma no modificó la grasa abdominal. El PC y el GC fue más alto en el testigo que en los tratamientos con cúrcuma y PMS ($P<0.03$) y ($P<0.01$) respectivamente. Respecto a los aditivos los PMS mejoraron el PH con respecto a cúrcuma ($P<0.02$), pero disminuyeron el GC ($P<0.01$).

Los niveles de cúrcuma no influyeron sobre la calidad de huevo, mientras que el nivel de 0.03 % de PMS aumentó el PH (Tabla 4), esta mejora puede asociarse con una mayor síntesis de vitelogenina debido al aumento de los precursores proteicos de la yema de huevo presente en las células del hígado ([Kasiyati et al., 2016](#)).

Tabla 4. Inclusión de cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados en la dieta sobre la calidad de huevo de codorniz japonesa en postura

Variables (g)	Tratamientos					Contrastes*				
	T1	T2	T3	T4	T5	EEM	C1	C2	C3	C4
PH	14.16	13.77	13.74	13.89	14.39	0.18	0.25	0.02	0.90	0.03
PA	7.67	7.58	8.49	7.74	7.74	1.06	0.69	0.55	0.20	0.99
PY (%)	4.22	4.00	4.13	4.05	4.37	0.10	0.38	0.10	0.28	0.01
CY	3.33	3.34	3.37	3.41	3.38	0.04	0.51	0.50	0.64	0.68
PC	1.24	1.14	1.19	1.15	1.18	0.02	0.03	0.96	0.08	0.22
GC (µm)	290.70	265.64	267.63	167.42	168.74	5.55	0.01	0.01	0.89	0.94

T1, 0% cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados; T2, 0.02% cúrcuma; T3, 0.03% cúrcuma; T4, 0.02% polisacáridos marinos sulfatados; T5, 0.03% polisacáridos marinos sulfatados. PH, peso de huevo; PA, peso de albumina; PY, peso de yema; PC, peso de cascarón; GC, grosor de cascarón; EEM, error estándar de la media; *C1, testigo vs cúrcuma + PMS; *C2, cúrcuma vs PMS; *C3, cúrcuma 0.02% vs cúrcuma 0.03%; *C4, PMS 0.02% vs PMS 0.03%.

[Saraswati et al. \(2013\)](#) y [Saraswati & Tana \(2016\)](#), encontraron que la administración de cúrcuma en polvo no afectó el PH así como la calidad interna y externa del huevo. Hallazgos recientes respecto al GC y CY encontraron que estos se vieron favorecidos por la adición de cúrcuma al 2 %, el aumento del CY está relacionado con la cantidad de cúrcuma que utilizaron, ya que ésta tiene xantófilas que se depositaron en la yema ([Longjam et al., 2024](#)). Mientras que [Liu et al. \(2024\)](#) reportaron que el PC y CY no se afectaron, mientras que el GC sí mejoró con cúrcuma. Respecto a los PMS no hay información en aves donde se haya evaluado la calidad de huevo, ya que estos demostraron desde la década de los 60 actividad antiviral, anticancerígena, antioxidante y anticoagulante ([Song et al., 2013](#); [Song et al., 2015](#)).

En la pérdida de peso acumulada (27 d de almacenamiento) (Tabla 5) no hubo diferencias en ningún contraste ($P>0.05$). Respecto a los aditivos los huevos que



perdieron mayor cantidad de peso en el día 27 fueron con los PMS ($P < 0.002$). En los niveles de cúrcuma el huevo que tuvo mayor pérdida de peso en el día 21 fue el nivel de 0.02 % ($P < 0.0005$) y en el día 27 el nivel de 0.03 % ($P < 0.0002$). El que los huevos con PMS hayan perdido peso después de la oviposición está relacionado con el cascarón delgado (Tabla 4) que se obtuvo al añadir este aditivo a la dieta de las aves. Con el paso de los días a temperatura ambiente hay pérdida de peso de los huevos por la deshidratación, por lo que huevos con cascarones delgados están sujetos a una mayor evaporación de agua de la albúmina (Sari *et al.*, 2012).

Tabla 5. Inclusión de cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados en la dieta sobre la pérdida de peso del huevo de codorniz japonesa

Día	Tratamientos						Contrastes*			
	T1	T2	T3	T4	T5	EM	C1	C2	C3	C4
7	1.22	1.22	1.47	1.66	1.45	0.07	0.21	0.20	0.27	0.37
14	1.13	1.14	1.01	0.80	0.85	0.05	0.28	0.08	0.54	0.80
21	0.65	1.34	0.59	0.72	0.83	0.07	0.26	0.30	0.00	0.63
27	1.29	0.77	1.48	1.49	1.40	0.63	0.98	0.02	0.00	0.63
Acumulado	4.12	4.31	4.54	4.67	4.53	0.14	0.28	0.58	0.60	0.75

T1, 0% cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados; T2, 0.02% cúrcuma; T3, 0.03% cúrcuma; T4, 0.02% polisacáridos marinos sulfatados; T5, 0.03% polisacáridos marinos sulfatados; EEM, error estándar de la media; *C1, testigo vs cúrcuma + PMS; *C2, cúrcuma vs PMS; *C3, cúrcuma 0.02% vs cúrcuma 0.03%; *C4, PMS 0.02% vs PMS 0.03%.

La longitud de las vellosidades intestinales en el duodeno fue mayor en el testigo que al agregar los aditivos ($P < 0.001$) (Tabla 6), mientras que en el yeyuno las vellosidades fueron mayores en las aves alimentadas con 0.02 % de PMS respecto al testigo. En relación con los aditivos al utilizar la cúrcuma se disminuyó el tamaño de las vellosidades en el duodeno; en relación con el nivel, el porcentaje más alto de cúrcuma y de PMS (0.03 %) afectaron el largo de las vellosidades en esta sección del intestino. Mientras que en el yeyuno la cúrcuma redujo el tamaño de las vellosidades intestinales ($P < 0.0001$) respecto a los PMS, así como el nivel de 0.03 % de cúrcuma afectó el tamaño de éstas. Esto explica la respuesta negativa del tratamiento con 0.03 % de cúrcuma en la MH y la disminución del PP, ya que conforme aumentó el nivel de cúrcuma el tamaño de las vellosidades disminuyó y la altura de éstas se correlaciona positivamente con una mayor superficie de absorción de nutrimentos, además de ser un indicador de aves con mejor salud intestinal (Swatson *et al.*, 2002). Rajput *et al.* (2013) reportaron que la adición de curcumina en el alimento de pollos de engorda aumentó la altura y el ancho de las vellosidades. Cañedo *et al.* (2019) al adicionar algas a la dieta de pollos, éstas favorecieron la longitud de las vellosidades; el que éstas mejoren su tamaño está relacionado con la renovación de células epiteliales y la mitosis celular activa en el intestino delgado (Samanya & Yamauchi, 2002). El que se encuentren o no



diferencias en los aditivos utilizados depende de la especie, edad del animal, los aditivos y los niveles utilizados.

Tabla 6. Inclusión de cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados en la dieta sobre las medias (µm) de la altura de las vellosidades intestinales de codorniz japonesa en postura

Variables	Tratamientos						Contrastes*			
	T1	T2	T3	T4	T5	EEM	C1	C2	C3	C4
Duodeno	107.11	94.06	70.59	105.70	98.88	1.09	<0.001	<0.001	<0.001	0.010
Yeyuno	66.36	64.08	40.75	66.46	66.27	1.47	0.040	<0.001	<0.001	0.960

T1, 0% cúrcuma y polisacáridos marinos sulfatados; T2, 0.02% cúrcuma; T3, 0.03% cúrcuma; T4, 0.02% polisacáridos marinos sulfatados; T5, 0.03% polisacáridos marinos sulfatados; EEM, error estándar de la media; *C1, testigo vs cúrcuma + PMS; *C2, cúrcuma vs PMS; *C3, cúrcuma 0.02% vs cúrcuma 0.03%; *C4, PMS 0.02% vs PMS 0.03%.

CONCLUSIONES

En comparación con el control, la cúrcuma y los polisacáridos marinos sulfatados en polvo a niveles de 0.02 % y 0.03 % en la dieta de codornices disminuyen el porcentaje de postura y la masa de huevo, pero mejoran el peso de las aves, así como aumentan el tamaño del hígado, aunque no el peso del proventrículo, molleja y grasa abdominal. Respecto a la calidad del huevo, los aditivos reducen el peso de cascarón y su grosor, pero no afecta la pérdida de peso del huevo. Aumentar los niveles de cúrcuma y polisacáridos disminuye la longitud de las vellosidades intestinales en duodeno y yeyuno.

Agradecimientos

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por la compra de reactivos para la determinación de las vellosidades intestinales.

LITERATURA CITADA

ABUDABOS A, Okab AB, Aljumaah RS, Samara EM, Abdoun KA, Al-Haidary AA. 2013. Valor nutricional de las algas verdes (*Ulva lactuca*) para pollos de engorde. *Italian Journal Animal Science*. 12(2). ISSN: 1828-051. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e28>

AHMED I, El-Rayes T, Ahmed AI. 2018. Assessment of dietary supplementation of turmeric (*curcuma longa*) as a phytobiotic on broiler performance and bacterial count. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*. 21(2):519-528. ISSN: 1110-6360. <https://doi.org/10.21608/EJNF.2018.75612>



ANITHA A, Maya S, Deepa N, Chennazhi KP, Nair SV, Tamura H, Jayakumar R. 2011. Efficient water soluble O-carboxymethyl chitosan nanocarrier for the delivery of curcumin to cancer cells. *Carbohydrate Polymers*. 83(2):452-461. ISSN: 0144-8617. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.08.008>

ANWAR H, Rahman ZU, Javed I, Muhammad F. 2013. Efficacy of protein, symbiotic and probiotic supplementation on body performance and organs weight in molted layers. *Pakistan Veterinary Journal*. 33(11):117-119. ISSN: 0253-8318. https://www.researchgate.net/publication/277152472_Efficacy_of_Protein_Symbiotic_and_Probiotic_Supplementation_on_Body_Performance_and_Organs_Weight_in_Molted_Layers

BURLEY RW, Evans AJ, Pearson JA. 1993. Molecular aspects of the synthesis and deposition of hens' egg yolk with special reference to low density lipoprotein. *Poultry Science*. 72:850-855. ISSN: 2345-6566. <https://doi.org/10.3382/ps.0720850>

De COS PS, Pérez UE. 2014. Cúrcuma I (*Curcuma longa* L.). *Reduca (Biología)*. 7(2): 84-99. ISSN: 1989-3620. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/abdc6b15-a0a0-45f6-b53d-054735502289/content>

CAÑEDO CB, Piñón GA, Carrillo S, Ramos D, Casas VM. 2019. Prebiotic effect of *Ulva rigida* flour on intestinal integrity and serum cholesterol and triglyceride content in broiler chickens. *Journal of Applied Phycology*. 31:3256-3273. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01785-x>

COTA RE, Hurtado AL, Pérez ME, Alcántara LJ. 2014. Resistencia a antibióticos de cepas bacterianas aisladas de animales destinados al consumo humano. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1(1):74-85. ISSN: 2334-2501. <http://www.reibci.org/publicados/2014/mayo/4569156.pdf>

ELNAGGAR AS, Ali RA, El-Said E. 2021. Complementary effect of black pepper and turmeric on productive performance and physiological responses of Japanese quail. *Egyptian Poultry Science Journal*. 41(1):77-91. ISSN: 1110-5623. <https://doi.org/10.21608/EPSJ.2021.160056>

FLORES L, Salazar J, Rodríguez V, Osuna I. 2017. Capacidad antioxidante de polisacáridos sulfatados de seis especies de macroalgas de Sinaloa. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. 3(7):1-8. ISSN: 2444-4936. [Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V3_N7_1.pdf](#)



FURDA I. 1990. Interaction of dietary fiber with lipids: mechanistic theories and their limitations. In: Furda I. Brine C. J. (eds.) New developments in dietary fiber. Plenum Press, New York, NY, USA. Pp. 67-82. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-5784-1_7

GALLI GM, Silva DAS, Biazus AH, João H, Reis JH, Boiago MM, Topazioa JP, Migliorinib MJ, Guarda NS, Moresco RN, Ourique AF, Santos CG, Lopes LS, Baldissera MD, Stefani LM. 2018. Feed addition of curcumin to laying hens showed anticoccidial effect, and improved egg quality and animal health. *Research in Veterinary Science*. 118:101–106. ISSN: 0034-5288. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.022>

GAVA MS, Moraes LB, Carvalho D, Chitolina GZ, Fallavena LCB, Herpich LSM, Salle CTP. 2015. Determining the best sectioning method and intestinal segment for morphometric analysis in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 17(2):145-150. ISSN: 1516-635X. <https://doi.org/10.1590/1516-635x1702145-150>

HASSAN SM. 2016. Effects of adding different dietary levels of turmeric (*Curcuma longa* Linn) powder on productive performance and egg quality of laying hens. *International Journal of Poultry Science*. 15(4):156-160. ISSN: 1682-8356. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20163155765>

KASIYATI, S, Ekastuti DR, Manalu W. 2016. Roles of curcumin and monochromatic light in optimizing liver function to promote egg yolk biosynthesis in magelang ducks. *International Journal Poultry Science*. 15(10):414-424. ISSN: 1682-8356. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2016.414.424>

KERMANS SHAHI H, Riasi A. 2006. Effect of turmeric rhizome powder (*Curcuma longa*) and soluble NSP degrading enzyme on some blood parameters of laying hens. *International Journal Poultry Science*. 5:494-498. ISSN: 1682-8356. <https://scialert.net/fulltext/fulltextpdf.php?pdf=ansinet/ijps/2006/494-498.pdf>

LAHAYE M, Jegou D. 1993. Chemical and physicochemical characteristics of dietary fibres from *Ulva lactuca* (L.) Thuret and *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. *Journal Applied Phycol*. 5:195-200. <https://doi.org/10.1007/BF00004017>

LIU Y, Song M, Bai H, Wang C, Wang F, Yuan Q. 2024. Curcumin improves the egg quality, antioxidant activity, and intestinal microbiota of quails during the late laying period. *Poultry Science*. 103(1): e103233. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103233>



LONGJAM SD, Goswami R, Kalita G, Samanta AK, Ahmed FA. 2024. Effect of turmeric powder supplementation on egg production, hatchability and Internal egg quality Characteristics of Quail Eggs. *Archives of Current Research International*. 24(5):769-776. ISSN: 2454-7077. <https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i5752>

LORDAN S, Ross RP, Stanton C. 2011. Marine bioactives as functional food ingredients: potential to reduce the incidence of chronic diseases. *Marine Drugs*. 9(6): 1056-1100. ISSN: 1660-3397. <https://doi.org/10.3390/md9061056>

MEGALATHAN A, Kumarage S, Dilhari A, Weerasekera MM, Samarasinghe S, Kottegoda N. 2016. Natural curcuminoids encapsulated in layered double hydroxides: a novel antimicrobial nanohybrid. *Chemistry Central Journal*. 10:1-10. ISSN: 1752-153X. <https://doi.org/10.1186/s13065-016-0179-7>

NGO DH, Wijesekara I, Voa TS, Ta QV, Kim SK. 2011. Marine foodderived functional ingredients as potential antioxidants in the food industry: an overview. *Food Research International*. 44: 523–529. ISSN: 0963-9969. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.030>

NOM-033-SAG/ZOO-2014. Norma Oficial Mexicana. Sacrificio humanitario de las aves. México. <https://tinyurl.com/5n8jd5zb>

OSUNA RI, López SCM, Burgos HC, Velázquez C, Soto NM, Hurtado OM. 2016. Antioxidant, antimutagenic and antiproliferative activities in selected seaweed species from Sinaloa, Mexico. *Pharmaceutical biology*. 54(10): 2196-210. ISSN: 1388-0209. <https://doi.org/10.3109/13880209.2016.1150305>

RAJPUT N, Muhammad N, Yan R, Zhong X, Wang T. 2013. Effect of dietary supplementation of curcumin on growth performance, intestinal morphology and nutrients utilization of broiler chicks. *The Journal of Poultry Science*. 50(1): 44-52. ISSN: 1346-7395. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0120065>

RAPOSO MFJ, Morais RMSC, Morais AMMB. 2013. Health applications of bioactive compounds from marine microalgae. *Life Science*. 93(15): 479–486. ISSN: 0024-3205. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2013.08.002>



ROSTAGNO HS, Teixeira LF, Hannas MI, López J, Kazue N, Guilherme F. 2017. Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales. *Departamento de Zootecnia, Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil*. Pp. 347-362. ISBN: 978-85-8179-122-7.

<https://eliasnutri.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>

SÁNCHEZ CD, García UM, Rendón GJ, Ramírez AM, Chi-ME, Chávez M. 2021. Efecto de los polisacáridos sulfurados marinos como inmunomoduladores de la respuesta ante la vacunación en pollo de engorda. *Abanico veterinario*. 11, e2021-15. ISSN: 2448-6132. <https://www.scielo.org.mx/pdf/av/v11/2448-6132-av-11-e406-en.pdf>

SARASWATI TR, Manalu W, Ekastuti DR, Kusumorini N. 2013. Increased egg production of Japanese quail (*Coturnix japonica*) by improving liver function through turmeric powder supplementation. *International Journal of Poultry Science*. 12(10): 601-614. ISSN: 1682-8356. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2013.601614>

SARASWATI TR, Tana S. 2016. Effect of turmeric powder supplementation to the age of sexual maturity, physical, and chemical quality of the first japanese quail's (*Coturnix japonica*) egg. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*. 8(1):18-24. ISSN: 2085-191X. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2013.601.614>

SARI M, Işık S, Önk K, Tilki M, Kirmızıbayrak T. 2012. Effects of layer age and diferent plumage colors on external and internal egg quality characteristics in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *European Poultry Science (EPS) Archiv für Gefügelkunde*, 76(4): 254–258. ISSN 0003-9098. [Effects of layer age and different plumage colors on external and internal egg quality characteristics in Japanese quails \(Coturnix coturnix japonica\) - European Poultry Science](#)

SAS Institute. 2017. *Statistical Analysis Software SAS/STAT®*. version 9.33, Cary, N.C., USA: SAS Institute Inc., ISBN: 978-1-60764-599-3.
http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html

SAMANYA M, Yamauchi KE. 2002. Alteraciones histológicas de las vellosidades intestinales en pollos alimentados con *Bacillus subtilis* var. natto seco. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 133 (1): 95-104. ISSN: 1095-6433. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(02\)00121-6](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00121-6)



SONG X, Yin Z, Zhao X, Zhao X, Cheng A, Renyong J, Yuan G, Xu J, Fan Q, Zhao L, Su G, Ye G, Shil F. 2013. Antiviral activity of sulfated Chuanmingshen violaceum polysaccharide against Newcastle disease virus. *Journal of General Virology*. 94: 2164-2174. ISSN: 0022-1317. <https://doi.org/10.1099/vir.0.054270-0>

SONG X, Zhang Y, Yin Z, Zhao X, Lian X, He C, Lizi Y, Cheng L, Ling Z, Gang Y, Fei S, Gang S, Jia R. 2015. Antiviral effect of sulfated Chuanmingshen violaceum polysaccharide in chickens infected with virulent Newcastle disease virus. *Elsevier, Virology*. 476: 316-322. ISSN: 1098-5514. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2014.12.030>

SWATSON HK, Gous R, Iji PA, Zarrinkalam R. 2002. Effect of dietary protein level, amino acid balance and feeding level on growth, gastrointestinal tract, and mucosal structure of the small intestine in broiler chickens. *Animal Research*. 51(6): 501-515. ISSN: 1627-3583. <https://doi.org/10.1051/animres:2002038>

TODEN EA, Theiss AL, Wang X, Goel A. 2017. Essential turmeric oils enhance anti-inflammatory efficacy of curcumin in dextran sulfate sodium-induced colitis. *Scientific reports*. 7(1): 814. ISSN: 2045-2322. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00812-6>

WANG D, Huang H, Zhou L, Li W, Zhou H, Hou G, Liu J, Hu L., 2015. Effects of dietary supplementation with turmeric rhizome extract on growth performance, carcass characteristics, antioxidant capability, and meat quality of wenchang broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*. 14: 3870. ISSN: 1594-4077. <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3870>

XIE Z, Shen G, Wang Y, Wu C. 2019. La suplementación con curcumina regula el metabolismo lipídico en pollos de engorde. *Poultry Science*. 98(1):422-429. ISSN: 1525-3171. <https://doi.org/10.3382/ps/pey315>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>