

Efecto del extracto etanólico de semilla y cáscara de mango en la dieta de patos sobre el rendimiento productivo, colesterol sérico, oxidación lipídica de la carne y pigmentación de la piel

Manuel Paredes y Rocío Lara

Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1050 Cajamarca. Perú
mparedes@unc.edu.pe

Resumen

El experimento se llevó a cabo para evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de extracto etanólico de cáscara y semilla de mango (EERM) sobre el rendimiento productivo, colesterol sérico, oxidación lipídica de la carne y pigmentación de la piel de patos Muscovy. Para ello, se distribuyeron 80 patos machos de 35 días de edad en un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones de cuatro aves. Los tratamientos consistieron en dieta sin adición de EERM (testigo) y dietas con 250, 500, 750 o 1000 mg/kg de EERM. Hubo diferencias estadísticas entre tratamientos para la ganancia de peso, conversión alimenticia y peso relativo de hígado y grasa abdominal. Los patos alimentados con la dieta control tenían niveles de colesterol total significativamente más altos que los animales que recibieron dietas que contenían EERM. Se redujo el malondialdehído en la carne de pato con la inclusión dietaria de EERM y se logró mayor amarillez y luminosidad en la piel de la carcasa, con dosis entre 750 y 1000 ppm. El extracto de residuos de mango en niveles de 750 y 1000 ppm potenció el rendimiento productivo de patos Muscovy de 35 a 84 días de edad. El EERM redujo el colesterol sérico a partir del nivel de inclusión de 250 mg/kg, con capacidad antioxidante en cualquier dosis y con mayor actividad pigmentante de la piel en dosis de 1000 ppm.

Palabras clave: desechos de mango, pato Muscovy, metabolismo lipídico, producción de carne

Effect of ethanolic extract of mango seed and peel in duck diet on productive performance, blood cholesterol, meat lipid oxidation and skin pigmentation

Abstract

The experiment was carried out to evaluate the effect of the inclusion of different levels of ethanolic extract of mango peel and seed (EERM) on performance, serum cholesterol, lipid oxidation of meat and skin pigmentation of Muscovy ducks. For this, 80 35-day-old male ducks were distributed in a completely randomized experimental design with five treatments and four repetitions of four birds. The treatments consisted of: diet without addition of EERM (control) and diets with 250, 500, 750 or 1000 mg/kg of EERM. There were differences between treatments for weight gain, feed conversion and relative weight of liver and abdominal fat of the carcass. It was observed that ducks fed with the control diet had significantly higher total cholesterol levels than animals that received diets containing EERM. Malondialdehyde in duck meat was reduced with the dietary inclusion of EERM and greater yellowness and luminosity in the skin of the carcass was achieved, with doses between 750 and 1000 ppm. Mango residue extract at levels of 750 and 1000 ppm enhanced the productive performance of Muscovy ducks from 35 to 84 days of age. The EERM reduced serum cholesterol from the inclusion level of 250 mg/kg, also EERM showed antioxidant capacity at any dose and with greater skin pigmenting activity at a dose of 1000 ppm.

Key words: mango wastes, Muscovy duck, lipid metabolism, meat production

Introducción

El procesamiento de frutas genera cantidades significativas de residuos ricos en compuestos bioactivos, y su aprovechamiento podría agregar valor económico a la cadena productiva de frutos procesados (Pereira et al 2021). En el norte del Perú, se ha producido un crecimiento progresivo de la superficie cultivada de mango (*Mangifera indica L*), alcanzando en la campaña 2017-2018, 350 mil toneladas, de las cuales 207 mil se destinaron a la exportación como fruta fresca, jugos y pulpa, permitiendo al Perú posicionarse como el tercer mayor exportador de mangos en el mundo (Ortiz 2021).

La actividad procesadora de mango genera grandes cantidades de cáscara y semilla, que desecadas y molidas pueden utilizarse en la alimentación de rumiantes por su alto contenido de fibra cruda; sin embargo, esta harina de residuos contiene principios bioactivos muy saludables que se vienen utilizando como aditivos alimenticios y antimicrobianos en aves. Algunas investigaciones han demostrado que los extractos etanólicos (EE) de semilla de mango tienen una alta actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* (Untol et al 2019; Arbos et al 2013). La semilla de mango es fuente de ácidos grasos insaturados, provitamina A en forma de β -caroteno, vitaminas C y E (Oliveira et al 2011) y fenol glicosilxantona en forma de mangiferina, con potente actividad antioxidante (Barreto et al 2008). También se ha determinado que el EE de semilla de mango tiene actividades analgésicas, antidiarreicas, antiinflamatorias y antifúngicas, así como efectos hipoglucemiantes (Vieira et al 2016).

Freitas et al (2012) verificaron que dosis de 200 y 400 ppm de EE de mango obtenidos de la cáscara o semilla no afectaron el rendimiento de pollos de engorde de 1 a 42 días, retrasando la oxidación lipídica de la carne de pollo almacenada durante 15 días. Del mismo modo, Freitas et al (2015), observaron que dosis de hasta 400 ppm de EE de cáscara y semilla de mango agregados a las dietas de pollos de engorde reduce la oxidación lipídica y mantienen el color en la carne de pechuga durante el almacenamiento congelado. Por otro lado, Zhang et al (2017) encontraron que los pollos de engorde alimentados con saponinas de extracto de hoja de mango mostraron un mejor rendimiento, calidad de la carne y metabolismo lipídico en relación con aves que no recibieron saponinas en su alimentación. Reducciones en los niveles de lipoproteína de muy baja densidad y triglicéridos totales en pollos de engorde de 14, 28 y 42 días de edad alimentados con 5,0 % y 7,5 % de harina de residuos de mango fueron observados por Vieira et al (2016). Reducción en la puntuación de oscurecimiento y aumento en la luminosidad de la carne de pollo se observó con 1000 ppm de EE de semilla de mango (de Melo et al 2020).

De otro lado, en el Perú la crianza del pato (*Cairina moschata L.*), conocido también como pato mudo, Muscovy o Barbarie, y el consumo de su carne es una práctica bastante desarrollada y tradicional, por ser esta especie originaria de los Andes sudamericanos. Los consumidores de carne de pato aprecian las particulares características organolépticas de este alimento proteico, asociando el buen sabor con la pigmentación amarilla de la piel del ave. Sin embargo, cuando en la alimentación de los patos se sustituye el maíz amarillo con cebada, arroz partido, trigo y subproductos de estos cereales, los niveles de amarillamiento de la piel disminuyen. Por lo que la inclusión de extracto etanólico de residuos de mango (EERM) podría mejorar la pigmentación de la piel. También algunos consumidores restringen su ingesta de carne de pato debido al contenido lipídico de esta carne. Al respecto, ha sido demostrado en pollos de engorde las propiedades hipocolesterolémicas del EERM, que podrían reducir las concentraciones séricas de colesterol del pato Muscovy. El presente experimento se planteó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación del EERM en la dieta de engorde sobre el rendimiento productivo, colesterol sérico, oxidación lipídica de la carne y pigmentación de la piel del pato Muscovy alimentado con cereales (sin inclusión de maíz), sub productos de cereales y alimentos proteicos producidos en los Andes peruanos.

Materiales y métodos

Localización del estudio

El experimento se realizó en la granja avícola de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca – Perú, localizada a 2738 msnm, entre la latitud sur 4°33'7" y longitud oeste 78°42' 27"

Obtención del extracto etanólico

Los frutos de mango estudiados se obtuvieron de productores del distrito de Chilite, región Cajamarca, Perú. El cultivar estudiado fue el Kent. La obtención del EERM se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Cajamarca. Las semillas y cáscaras de mango, obtenidas manualmente se secaron en una estufa a 40 °C durante 3 días. Las muestras secas se molieron y mezclaron hasta obtener un polvo homogéneo fino antes de la extracción. Los residuos de mango (30 g de material desecado) se colocaron durante 2 h con 200 ml de etanol al 90% en un extractor Soxhlet. Luego el extracto fue secado durante 3 horas obteniéndose una solución pastosa, por lo que cada muestra de extracto después del proceso de secado se diluyó en 10 ml de buffer fosfato salino (BFS), de acuerdo al procedimiento desarrollado por Untol et al (2019).

Por cada 10 kg de materia fresca de residuos de mango (5 kg de cáscara + 5kg de semilla) se obtuvo en promedio 1116 g de materia seca con 288 g de EERM, luego de extraído fue diluido con 372 ml de BFS. El rendimiento por cada 10 kg de residuos frescos de mango fue en promedio una solución de EERM de 665 g. La solución de EERM tuvo una riqueza de EERM de 43%.



Foto 1. Proceso de obtención del extracto etanólico de cáscaras y semillas de mango: (A) Fruta fresca de mango antes del despulpado. (B) Cáscaras y semillas de mango desecadas a 40°C x 3 días. (C) Cáscaras y semillas de mango molidas y homogenizadas. (D) Equipo Soxhlet, donde el etanol arrastra el extracto de los residuos molidos de mango

Aves, dietas y diseño experimental

Un total de 80 patos machos de 49 días de edad de la especie *Cairina moschata* se distribuyeron en un diseño experimental al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones de cuatro aves por tratamiento (Foto 2). Los tratamientos consistieron en una dieta basal sin EERM (control) y dietas basales que contenían EERM en las siguientes cantidades: 250, 500, 750 y 1000 ppm. La dieta basal se formuló para pato Muscovy en período de engorde (de 49 a 84 días de edad) (Cuadro 1).

Los extractos etanólicos de cáscaras y semillas de mango se mezclaron con el aceite de palma antes de incorporarlos a las dietas. Por cada kg de dieta en el tratamiento con 250 ppm de EERM se agregó 581 mg de solución de EERM, en el tratamiento con 500 ppm se añadió 1163 mg de solución, en el tratamiento con 750 ppm se agregó 1744 mg de solución y en el tratamiento con 1000 ppm se incluyó 2325 mg de solución de EERM de mango por cada kg de dieta.



Foto 2. Pato Muscovy (*Cairina Moschata L.*) de sexo macho agrupado por tratamiento en cuatro repeticiones de cuatro patos por cada repetición

Tabla 1. Ingredientes y valor nutritivo de la dieta basal

Ingredientes	g/kg de alimento
Arroz, grano partido	190
Cebada, grano molido	200
Polvillo de arroz	90
Afrecho de trigo	90
Harina de haba caballar	200
Semilla de linaza	179
Aceite de palma	20
Carbonato de calcio	10
Harina de huesos	15
Sal común	5
Pre mezcla de vitaminas y minerales	1
Contenido nutricional calculado (% base fresca)	
Materia seca	89,51
Proteína cruda	16,49
Energía metabolizable, kcal/kg	2990
Fibra cruda	4,79
Metionina	0,23
Lisina	0,77
Calcio	0,98
Fósforo disponible	0,35
Sodio	0,23

¹ Cada kg contiene: Vitamina A 10 000 000 UI, Vitamina D₃ 3 000 000 UI, Vitamina E 15 000 UI, Vitamina K₃ 2,5g, Riboflavina 4 g, Cianocobalamina 12 mg, Ácido pantoténico 6 g, Ácido fólico 500 mg, Niacina 20 g, Manganeso 60 g, Zinc 45 g, Hierro 40 g, Cobre 5g, Iodo 1g, Selenio 100mg

Determinación del rendimiento productivo

Los parámetros de rendimiento evaluados fueron: consumo de alimento (g/ave/día), peso corporal a los 49 y 84 días de edad (g), ganancia de peso (g/ave/día) y tasa de conversión alimenticia (g/g). El consumo de alimento se calculó por la diferencia de peso entre la cantidad de ración entregada al inicio y el desperdicio al final del experimento para cada unidad experimental. La ganancia de peso se obtuvo por la diferencia entre los pesos final e inicial de las aves de cada unidad experimental. El índice de conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo de alimento por la ganancia de peso de cada unidad experimental.

Las características de la carcasa de los patos se determinaron luego de sacrificar cuatro aves por tratamiento a la edad de 12 semanas. Las canales fueron cuidadosamente oreadas y pesadas luego de 45 minutos y se registraron los pesos de hígado, corazón, molleja y grasa abdominal. Se consideró como carcasa a todo el cuerpo del pato desplumado y eviscerado, desde la cabeza hasta los dedos de las patas. Se recortaron las partes terminales de las uñas y parte del pico. También se incluyó como parte de la carcasa al hígado, corazón, molleja lavada y grasa abdominal. El rendimiento de carcasa se calculó como el peso de la carcasa/peso vivo multiplicado por 100. El peso relativo de los órganos y grasa abdominal también se lo determinó en relación al peso vivo del pato.

Determinación de colesterol sérico y oxidación lipídica de la carne

A los 84 días de edad se recolectaron muestras de sangre de la vena yugular de un ave por unidad experimental, cuatro patos por tratamiento. Las muestras se colectaron en tubos Falcon y luego se centrifugaron y congelaron para la determinación de los niveles séricos de colesterol total mediante método automatizado con kits cinéticos marca Wiener

La oxidación lipídica se evaluó mediante la determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) con el método de extracción ácida acuosa según la técnica descrita por Cherian et al (2002). Los resultados de las sustancias reactivas con TBA y el ácido 2-tiobarbitúrico se midió con espectrofotómetro a 531 nm.

Evaluación de la pigmentación de la piel

La pigmentación se evaluó después de 24 h de almacenamiento a +4 °C en la piel que se encuentra sobre el músculo pectoral mayor del lado derecho de la pechuga. Los índices de color de luminosidad (L*), enrojecimiento (a*) y amarillez (b*) (Commission International de l'Eclairage 1976) se midieron usando un Colorímetro CR-400 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japón).

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a análisis estadístico utilizando el procedimiento del modelo lineal general del software SAS (Instituto SAS, versión 9.2, 2009). La prueba de Duncan se utilizó para encontrar variaciones en los valores medios de los tratamientos.

Resultados y discusión

Rendimiento productivo

La adición de EERM tuvo efectos significativos sobre el peso final al sacrificio, la ganancia de peso y conversión alimenticia (Tabla 2). En las Figuras 1 y 2 se muestran las curvas de respuesta del EERM sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia. El consumo de alimento de patos Muscovy no varió entre los diferentes tratamientos. Los datos de los pesos relativos de la carcasa, hígado, corazón, molleja y grasa abdominal de la canal de los patos que recibieron diferentes niveles de EERM se enumeran también en la Tabla 2. Se determinó efectos significativos del EERM en los pesos de hígado y grasa abdominal (Figuras 3 y 4)

Tabla 2. Rendimiento productivo del engorde y beneficio de patos machos Muscovy suplementados con diferentes concentraciones de extracto etanólico de residuos de mango

	0 ppm	250 ppm	500 ppm	750 ppm	1000 ppm	SEM	p
Peso inicial a 49 días de edad (g)	1498,2	1508,4	1501,3	1499,8	1510,7	2,47	0,641
Peso final a 84 días de edad (g)	4749,8 ^b	4802,9 ^b	4817,6 ^b	4954,7 ^a	4947,6 ^a	41,04	0,041
Ganancia de peso (g/d)	66,4 ^b	67,2 ^b	67,7 ^b	78,5 ^a	70,1 ^a	2,22	0,043
Consumo de alimento (g/d)	238,9	240,2	240,2	266,9	241,9	5,25	0,082
Conversión alimenticia	3,59 ^a	3,62 ^a	3,56 ^a	3,42 ^b	3,44 ^b	0,05	0,039
Rendimiento de carcasa (%)	75,21	76,15	76,87	76,91	77,71	0,42	0,014
Hígado (g/100 g de peso final)	2,50 ^a	2,51 ^a	2,50 ^a	2,38 ^b	2,27 ^b	0,04	0,038
Corazón (g/100 g de peso final)	0,68	0,71	0,70	0,72	0,70	0,01	0,817
Molleja (g/100 g de peso final)	2,19	2,20	2,18	2,25	2,17	0,15	0,069
Grasa abdominal (% de carcasa)	2,78 ^a	2,65 ^a	2,14 ^b	2,09 ^b	2,07 ^b	0,01	0,009

^{a,b} Las medias dentro de la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$)

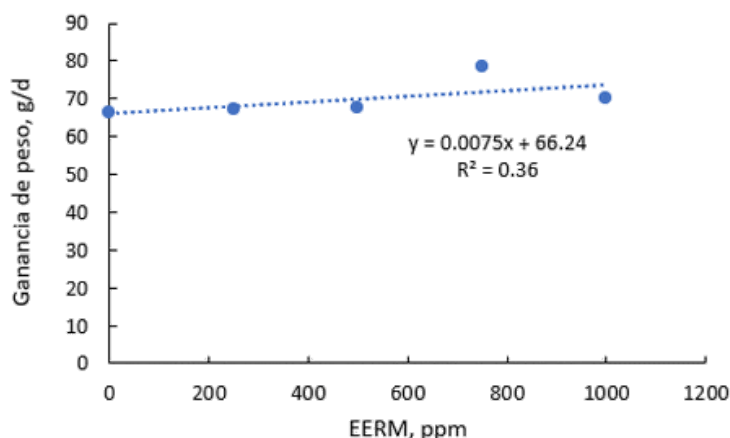


Figura 1. Efecto del EERM sobre la ganancia de peso

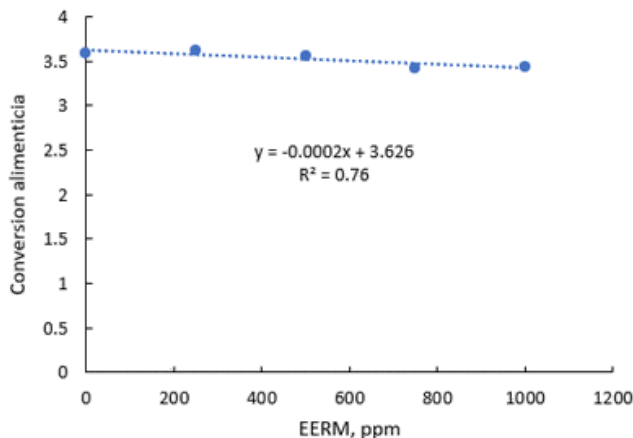


Figura 2. Efecto del EERM sobre la conversión alimenticia

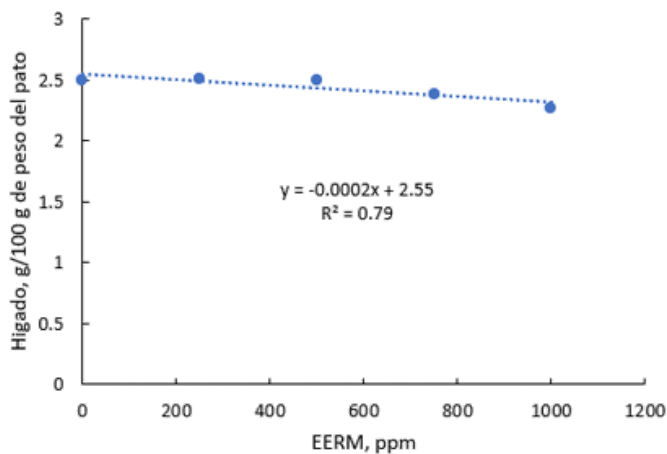


Figura 3. Efecto del EERM sobre el peso del hígado en relación al peso vivo final del pato

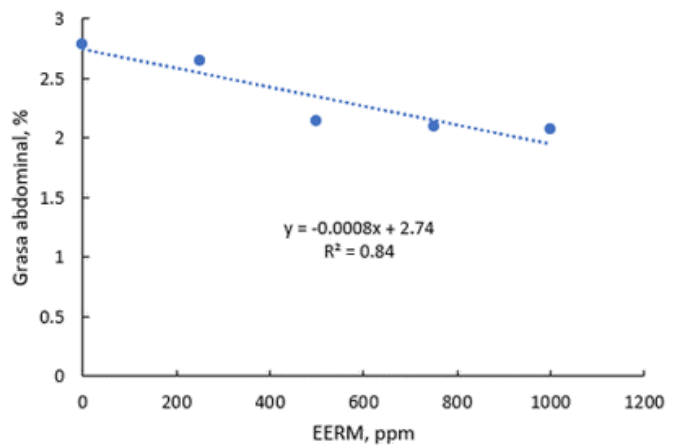


Figura 4. Efecto del EERM sobre el peso de la grasa abdominal en relación al peso de la carcasa

La cantidad de alimentos ingeridos voluntariamente está directamente relacionada con la palatabilidad de la dieta (Pereira et al 2021). Sin embargo, algunas de las sustancias activas que se encuentran en muchas plantas son muy odoríferas o pueden tener un sabor picante, lo que puede restringir su uso en la alimentación animal (Windisch et al 2008). Además, el aumento de polifenoles o taninos en la dieta puede reducir la ingesta de alimentos o disminuir la utilización de nutrientes (Vieira et al 2008), y puede influir en el consumo. Como no hubo diferencia en el consumo de alimento entre los patos Muscovy alimentados con los diferentes tratamientos en la presente investigación, se puede inferir que la adición de hasta 1000 ppm/kg del EERM no alteró la palatabilidad de las dietas probadas y que el posible aumento en el nivel de polifenoles en la dieta no generó suficientes efectos tóxicos o antinutricionales para afectar el desempeño de las aves.

Los resultados obtenidos para el peso corporal, ganancias de peso y conversión alimenticia son beneficiosos con la suplementación de 750 y 1000 ppm de EERM. Con niveles de 250 y 500 ppm no se evidenció ningún efecto del extracto, lo cual concuerda con los datos obtenidos por Freitas et al (2015) y Freitas et al (2012), quienes probaron la adición de sólo 200 ppm y 400 ppm de EERM sin encontrar influencia de la adición de EERM en el rendimiento de pollos de engorde. La ganancia de peso es el resultado de la ingestión y uso de nutrientes por parte de las aves y si el consumo de alimento no varió entre tratamientos, cualquier efecto significativo en la ganancia de peso de las aves y valores de conversión alimenticia podría atribuirse, para el caso del presente estudio a la presencia del EERM. Por tanto, se atribuye que la adición de 750 y 1000 ppm de EERM mejoró la ganancia de peso y la tasa de conversión alimenticia de los patos Muscovy.

Los resultados de investigaciones con el uso de extractos vegetales en la alimentación de aves son variables. Algunos estudios han confirmado la eficacia de los extractos vegetales de orégano, laurel, salvia, arándano, hinojo y cáscara de cítricos en la dieta de las aves, mejorando la tasa de conversión alimenticia y aumentando la ganancia de peso, probablemente debido a la actividad analgésica, antioxidante, antiinflamatoria y antifúngica de los extractos (Pereira et al 2021; Zhang et al, 2017). Otros investigadores han indicado una ausencia de influencia, como los informes de Rizzo et al (2010), quienes informan que la adición de mezclas de extractos vegetales (200 mg/kg de aceites esenciales de clavo, tomillo, canela y pimienta; 500 mg/kg de aceite de eucalipto, aceite de boldo) a las dietas de pollos de engorde no influyeron en el peso final, la ganancia de peso, el consumo de alimento o la tasa de conversión alimenticia. Finalmente, la adición de extractos de plantas a la alimentación también es capaz de promover efectos negativos sobre las características del comportamiento productivo. Soltani et al (2016), al evaluar los efectos del extracto de romero en el rendimiento de pollos de engorde, observaron que la adición de 2,5 g/L de extracto etanólico de romero perjudicó la ganancia de peso de las aves.

En cuanto al efecto del EERM sobre características de carcasa, los resultados revelaron que el rendimiento de carcasa, pesos de corazón y molleja no se vieron afectados significativamente ($p > 0,05$) por la suplementación en diferentes niveles de EERM en la dieta de los patos. Por otro lado, los patos que recibieron dietas con 750 y 1000 ppm de EERM mostraron una disminución significativa en el peso relativo del hígado en comparación con las aves control. Los resultados de pesos de grasa abdominal también disminuyeron con suplementaciones de EERM en niveles de 500, 750 y 1000 ppm ($p < 0,05$). La disminución del tamaño relativo del hígado y peso de la grasa abdominal con los niveles más altos de EERM, podrían estar ligados a los efectos lipotrópicos y antioxidantes de los compuestos del EERM (Freitas et al 2015).

Colesterol sérico y capacidad antioxidante

Los valores de colesterol total y TBARS de patos Muscovy alimentados con diferentes niveles de EERM se presentan en la Tabla 3. Se observó que los patos Muscovy alimentados con la dieta control mostraron niveles de colesterol total significativamente más altos que las aves que recibieron dietas que contenían EERM. Los valores de TBARS exhibieron una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos, lo que indica diferentes respuestas de la carne de pato suplementado con EERM frente a la del lote control. Los valores de colesterol sérico y TBARS de la carne de pechuga de pato Muscovy con 250, 500, 750 y 1000 ppm fueron iguales según la prueba de significancia estadística. En las Figuras 5 y 6 se muestran las curvas de respuesta del EERM sobre el colesterol sérico y los TBARS en la carne de pato.

Tabla 3. Colesterol sérico y valores de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS en mg de malondialdehído/kg de carne) en pechuga de patos machos Muscovy suplementados con diferentes concentraciones de extracto etanólico de cáscaras y semillas de mango

Tratamientos	Colesterol total (mg/dL)	TBARS
0 ppm	134,3 ^a	0,29 ^a
250 ppm	118,5 ^b	0,21 ^b
500 ppm	104,9 ^c	0,20 ^b
750 ppm	100,2 ^c	0,19 ^b
1000 ppm	95,8 ^c	0,18 ^b
SEM	6,68	0,02
p	0,031	0,027

^{a,b,c} Las medias dentro de la misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$)

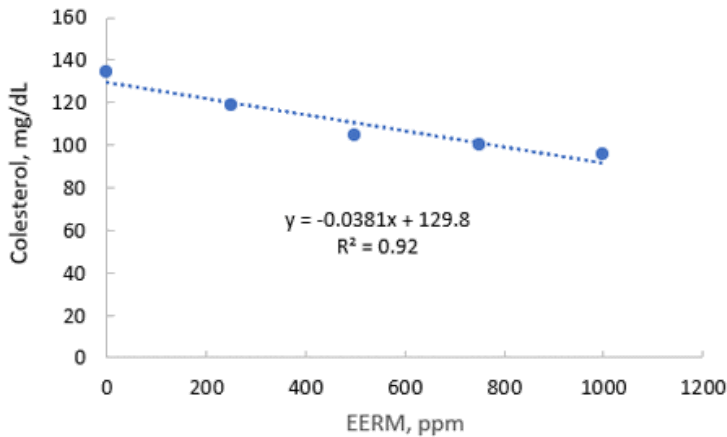


Figura 5. Efecto del EERM sobre el colesterol sérico

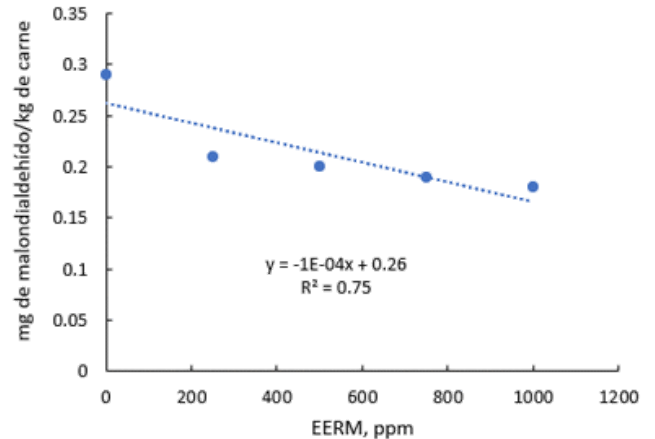


Figura 6. Efecto del EERM sobre las TBARS en la carne de pato

Los niveles séricos de colesterol total reflejan el estado del metabolismo de los lípidos en el cuerpo y su acumulación excesiva conduce a alteraciones metabólicas (Alvarenga et al 2011). La reducción del colesterol total mediante la inclusión de EERM en las dietas puede explicarse por la presencia de mangiferina y otros polifenoles en el extracto, con una consecuente mejora en el metabolismo de los patos criollos, estando esto de acuerdo con las propiedades hipocolesterolemiantes del EERM encontradas por Zhang et al (2017) en pollos de engorde alimentados con 0.28 % de saponinas obtenidas del extracto de hoja de mango que además mostraron reducciones en los valores de triglicéridos en relación a las aves que no recibieron saponinas de mango en su alimentación.

La disminución de los valores TBARS del pato criollo coinciden con los reportados por Freitas et al (2015) en pollos de engorde, quienes disminuyeron los valores del malondialdehído de 0,20 en grupo control a 0,13 mg/kg en el tratamiento con 400 ppm de EERM. Los resultados del presente estudio muestran valores de 0,29 mg en el grupo control y 0,18 mg/kg de carne en el tratamiento con 1000 ppm de EERM. Estos resultados se sitúan muy cercanos al rango de valores TBARS de 0,21 – 0,28 mg/kg de carne del pato híbrido *Cairina moschata* x *Anas platyrhynchos*, determinados por Farghly et al (2022). De otro lado, se observa que los valores de TBARS no alcanzaron el valor límite máximo aceptable (Wu et al 1991) de 1 mg/kg de carne. La adición de EERM en el presente estudio fue positiva porque incluso la concentración más baja (250 ppm) tuvo valores TBARS más favorables que el control.

La actividad antioxidante de los extractos etanólicos de mango se puede atribuir a polifenoles, antocianinas, carotenoides y tocoferoles (Pereira et al 2011). El mango es una buena fuente de antioxidantes naturales, predominando la mangiferina, una xantona C-glucosilada, que produce estabilidad oxidativa, absorción de radicales libres y poder reductor (Barreto et al 2008). Debe considerarse, que el contenido de antioxidantes de la semilla y la cáscara del mango son diferentes, cuando se planifique obtener EERM por separado (Vega 2011). La concentración de compuestos fenólicos en semillas de mango es mayor que en la cáscara (Huber et al (2012).

Pigmentación de la piel

La coloración e intensidad de pigmentación de la piel de pechuga del pato Muscovy, según diferentes niveles de suplementación del EERM se muestran en la Tabla 4. Para enrojecimiento no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos, pero sí para luminosidad y amarillez. Según el análisis de varianza, la luminosidad aumentó con niveles de 750 y 1000 ppm del extracto (Figura 7). La amarillez aumentó con niveles de 250, 500 y 750 ppm, observándose mayor amarillamiento de la piel del pato con niveles de 1000 ppm (Figura 8).

Tabla 4. Medias de parámetros de color de piel de patos machos Muscovy suplementados con diferentes concentraciones de extracto etanólico de cáscaras y semillas de mango

Tratamientos	Luminosidad	Enrojecimiento	Amarillamiento
0 ppm	45,12 ^b	7,89	10,18 ^c
250 ppm	45,84 ^b	8,12	13,09 ^b
500 ppm	45,91 ^b	7,92	14,17 ^b
750 ppm	47,78 ^a	8,18	14,82 ^b
1000 ppm	49,84 ^a	8,15	16,08 ^a
SEM	0,85	0,06	0,98
p	0,041	0,038	0,027

^{a,b,c} Las medias dentro de la misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$)

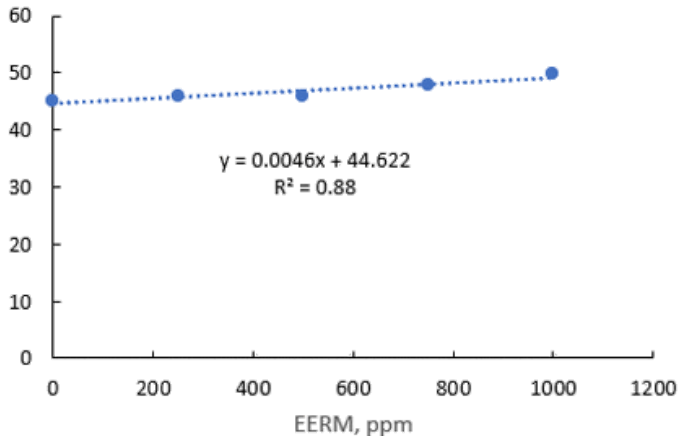


Figura 7. Efecto del EERM sobre la luminosidad de la piel de pato, valores según Commission International de l'Eclairage (1976)

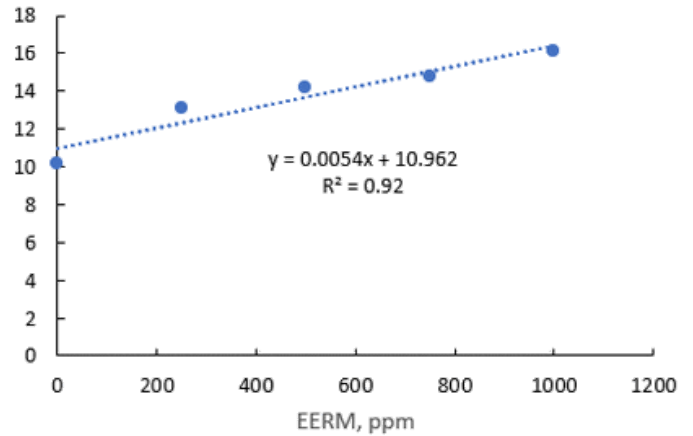


Figura 8. Efecto del EERM sobre el amarillamiento de la piel de pato, valores según Commission International de l'Eclairage (1976)

Se debe considerar que los aumentos de luminosidad inherentes a la decoloración de la piel de aves sacrificadas están relacionados con la oxidación de lípidos (Soares et al 2009) y pueden reducirse mediante la adición de antioxidantes en las dietas (Freitas et al 2015). En el presente estudio se observó que la carne proveniente de pato suplementado con EERM tuvo valores TBARS inferiores, lo cual es indicador de reducida oxidación lipídica, mientras que la piel de patos suplementados con 750 y 1000 ppm presentaron mayores valores de luminosidad. Del mismo modo el EERM provocó mayor amarillez en la piel de la carcasa del pato que la de aves que no ingirieron el extracto. Estos hallazgos estarían en concordancia con el efecto correlativo entre la menor oxidación lipídica de la carne y la mayor luminosidad y amarillez de la piel del pato Muscovy.

Conclusiones

- El extracto etanólico de residuos de mango no afectó el consumo de alimento y rendimiento de carcasa del pato Muscovy, por el contrario, en dosis de 750 y 1000 ppm/kg de dieta, mejoró las ganancias de peso y conversión alimenticia, evitando el agrandamiento del hígado y mayor formación de grasa abdominal en la carcasa.
- El extracto de cáscaras y semillas de mango influyó sobre el metabolismo lipídico de los patos, reduciendo los niveles de colesterol sérico y ejerciendo marcada actividad antioxidante en la carne, con la inclusión del extracto en cualquier dosis.
- Con la inclusión dietaria de extracto de mango en dosis de 750 y 1000 ppm/kg de dieta se logró mayor luminosidad en la piel de la carcasa. El incremento del amarillamiento de la piel del pato se logró con dosis de 250 a 750 ppm, observándose aún mayor coloración con 1000 ppm/kg de dieta.

Referencias

Alvarenga R R, Zangeronimo M G, Pereira L J and Rodrigues P B 2011 Lipoprotein metabolism in poultry. Worlds Poult. Sci. J. 67: 431-440. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000481>.

Arbos K A, Stevani P C and Castanha R F 2013 Antimicrobial and antioxidant activity and total phenolic content in mango peel and kernel. Rev. Ceres. 60: 161-165. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200003>.

Barreto J C, Trevisan M T S, Hull W E, Erben G, Brito E S, Pfundstein B, Würtele G, Spiegelhalter B and Owen R W 2008 Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). J. Agric. Food Chem. 56: 5599-5610. <https://doi.org/10.1021/jf800738r>.

Cherian G, R. K. Selvaraj, M. P. Goeger, and P. A. Stiff. 2002 Muscle fatty acid composition and thiobarbituric acid-reactive substances of broilers fed different cultivars of sorghum. Poult. Sci. 81:1415-1420.

de Melo M C A, Gomes H M, Faria N N P, Freitas E R, Watanabe P H, Watanabe G C A, Souza D H and Fernandes D R 2020 Black bone syndrome in broilers fed ethanolic extract of mango seeds. Poultry Science 99: 3229-3236. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.02.003>

- Farghly M F, Elsagheer M A, Jghef M M, Taha A E, Abd El-Hack M E, Jaremko M, El-Tarabily K A and Shabaan M 2022** Consequences of supplementing duck's diet with charcoal on carcass criteria, meat quality, nutritional composition, and bacterial load. *Poultry Science* 102:102275. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102275>.
- Freitas E R, Borges A S, Trevisan M T S, Watanabe P H, Cunha A L, Pereira A L F, Abreu V K and Nascimento G A J 2012** Ethanol extracts of mango as antioxidants for broiler chicken. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 47:1025-1030.
- Freitas E R, Borges A S, Pereira A L F, Abreu V K G, Trevisan M T S and Watanabe P H 2015** Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage. *Poult. Sci.* 94: 2989-2995.
- Huber K, Queiroz J H, Moreira A V B and Ribeiro S M R 2012** Caracterizaco qumica do resíduo agroindustrial da manga Uba (*Mangifera indica* L.): uma perspectiva para a obtencao de antioxidantes naturais. *Rev. Bras. Tecnol. Agroind.* 6:640-654. <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862012000100003>
- Oliveira D S, Aquino P P, Ribeiro S M R, Proença R P C and Pinheiro-Santana H M 2011** Vitamin C, carotenoids, phenolic compounds and antioxidant activity of guava, mango and papaya from Ceasa of Minas Gerais State. *Acta Health Sci.* 33: 89-98. <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v33i1.8052>.
- Ortiz R 2021** Análisis interno y externo del sector industrial del mango en la región Piura. Tesis Ingeniero Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. 69 p.
- Pereira A L F, Vidal T F, Teixeira M C, Oliveira P F, Pompeu R C F, Vieira M M M and Zapata J F F 2011** Antioxidant effect of mango seed extract and butylated hydroxytoluene in bologna-type mortadella during storage. *Ciencia Tecnol. Alim.* 31: 135-140
- Pereira N N, Freitas E R, Nepomuceno R C, Gomes H M, Souza D H, de Oliveira M K, da Costa H S, Fernandes D R, Santos L R, do Nascimento G A, Abreu M C and Watanabe P H 2021** Ethanolic extract of mango seed in broiler feed: Effect on productive performance, segments of the digestive tract and blood parameters. *Animal Feed Science and Technology* 279: 114999
- Rizzo P V, Menten J F M, Racanicci A M C, Traldi A B, Silva C S and Pereira P W Z 2010** Plant extracts in diets for broilers. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 801–807. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000400015>
- Soares A L, Marchi D F, Matsushita M, Guarnieri P D, Droval A A, Ida E I and Shimokomaki M 2009** Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 52:1513-1518
- Soltani M, Tabeidian S A, Ghalamkari G, Adeljoob A H, Mohammadrezaei M and Fosouli S S A S 2016** Effect of dietary extract and dried areal parts of *Rosmarinus officinalis* on performance, immune responses and total serum antioxidant activity in broiler chicks. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* 6, 218–222. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(15\)61017-9](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(15)61017-9)
- Untol R, Zavaleta G, Saldaña J and Blas W 2019** In vitro effect of hydroalcoholic extracts of *Mangifera indica*, *Tamarindus indica* and *Cassia angustifolia* on the growth of *Salmonella typhi* and *Escherichia coli*. *Arnaldoa* 26 (2): 713-724. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26213>
- Vega V 2011** Enriquecimiento de la capacidad antioxidante y protección antimicrobiana del mango fresco cortado aplicando compuestos fenólicos de sus subproductos. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México. Tesis de Maestría. 65 p.
- Vieira P A F, Queiroz J H, Albino L F T, Moraes G H K, Barbosa A A, Müller E S and Viana M T S 2008** Effects of inclusion of mango residues on performance of broilers chickens from 1 to 42 days. *Rev. Bras. Zootec.* 37: 2173-2178. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001200014>
- Vieira P A F, Souza C S, Barbosa A A, Lima H J D, Fontes E A F, Vieira B C, Oliveira M G A, Moraes G H K, Queiroz J H and Albino L F T 2016** Serum lipid profile of broilers fed diets with inclusion of mango waste meal. *Sem. Cienc. Agrar.* 37: 3327-3334. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5p3327>
- Wu W H, Rule D C, Busbom J R, Field R A and Ray B 1991** Starter culture and time/temperature of storage influences on quality of fermented mutton sausage. *J. Food Sci.* 56:916–919
- Windisch W, Schedle K, Plitzner C and Kroismayr A 2008** Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.* 86, 140–148. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>
- Zhang Y N, Wang J, Qi B, Wu S G, Chen H R, Luo H Y, Yin D J, L F J, Zhang H J and Qi G H 2017** Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices. *Asian-Australas J Anim Sci.* 30(8): 1143-1149. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0847>

Received 4 December 2022; Accepted 22 December 2022; Published 1 February 2023