

La semilla del mango (*Mangifera indica* L.): Caracterización química y uso en la alimentación animal (Revisión)

The mango seed kernels (*Mangifera indica* L.): Chemical characterization and use in the animal nutrition (Review)

Luis Jesús Escalona Cruz. Licenciado. Máster en Educación Superior. Profesor Auxiliar.

Investigador Agregado. Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”. Bayamo.


Granma, Cuba. ljescalona@dimitrov.cu 

Gutberto Solano Silvera. Licenciado. Máster en Producción Animal. Investigador Auxiliar.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”. Bayamo. Granma, Cuba.

gsolano@dimitrov.cu 

Aliuska Estrada Martínez. Licenciada en Bioquímica. Profesora Auxiliar. Centro Universitario

Municipal de Guisa. Guisa. Granma, Cuba. aestradamartinez@udg.co.cu 

Recibido: 15-10-2021/ Aceptado: 02-03-2022

Resumen

El procesamiento industrial del mango (*Mangifera indica* L.) genera desechos que aún no son gestionados eficientemente, por lo que pueden crear un impacto ambiental negativo. Este trabajo se propuso caracterizar las potencialidades de la semilla de mango para su utilización en la alimentación animal. Se apreció que, en dependencia de la variedad y condiciones de cultivo, aproximadamente el 40 % del peso de mango fresco se transforma en residuos, la semilla ocupa entre el 15 y 20 % y sus valores de proteína bruta no son elevados, pero contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, así como carbohidratos, minerales y vitaminas, que hacen posible evaluarlo como una buena fuente de ácidos grasos insaturados y saturados. Se reporta la

presencia de factores antinutricionales como los taninos, que pueden ser mitigados a través de diferentes métodos. Los reportes en la alimentación animal refieren su uso en pollos, conejos, cerdos y rumiantes, pues sus características químicas lo convierten en un potencial suplemento en las dietas de animales, sin efectos adversos en las proporciones recomendadas.

Palabras clave: mango; semilla; caracterización química; alimentación animal

Abstract

The industrial processing of mango (*Mangifera indica* L.) generates waste that is not yet managed efficiently, so it can generate a negative environmental impact. This work was proposed to characterize the potentialities of the mango seed for its use in animal feeding. It was appreciated that, depending on the variety and growing conditions, approximately 40% of the weight of fresh mango is transformed into waste, the seed occupies between 15 and 20% and its crude protein values are not high but it contains the majority of essential amino acids, as well as carbohydrates, minerals and vitamins, it is a good source of unsaturated and saturated fatty acids. The presence of antinutritional factors such as tannins is reported, which can be mitigated through different methods. Reports on animal feed refer to its use in chickens, rabbits, pigs and ruminants, since its chemical characteristics make it a potential supplement in animal diets, without adverse effects in the recommended proportions.

Keywords: mango; seed; chemical characterization; animal feed

Introducción

A nivel mundial, la preocupación por el aprovechamiento de residuos ha tomado gran fuerza entre la comunidad científica y sobre todo a nivel industrial, debido a que los procesos de transformación generan subproductos que pueden ser útiles en otras actividades.

Las empresas procesadoras de frutas descartan grandes cantidades de materia orgánica no aprovechadas, pues los esfuerzos en la producción se dirigen hacia la utilización de la pulpa. El aprovechamiento de los desechos representa un reto económico y ambiental, ya que se pueden estar perdiendo grandes recursos y, del mismo modo, se contamina al medio ambiente (Chaparro et al., 2015).

Entre las frutas que son procesadas industrialmente destaca el mango (*Mangifera indica* Linn). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el año 2018 la producción anual global de mango fue de aproximadamente 52 millones de toneladas métricas con una tendencia creciente por año (Mwaurah et al., 2020).

El mango es una fruta de origen tropical que se consume principalmente fresco. Sin embargo, existe una variedad de productos procesados a partir de dicho fruto, tales como: almíbar, jugo, néctar, mermelada, entre otros. Para esto se utiliza esencialmente la pulpa teniendo como desperdicios la cáscara y la semilla.

Chaparro et al. (2015) plantearon que es posible utilizar estos desechos como ingrediente en la industria de alimentos. En forma de aditivos proteicos son adicionados a los alimentos para incrementar sus características funcionales, nutricionales y económicas. La harina de la almendra del mango se obtiene al secar, moler y tamizar la semilla de dicho fruto. Se produce con el propósito de obtener polvos ricos en fibra dietética, que han sido probados en la repostería, en la elaboración de jabones y cosméticos, en la fabricación de medicamentos y como alimento animal.

La almendra de mango representa del 45 a 85 % de la semilla y contiene del 7 al 15 % de grasa bruta; es rica en ácidos grasos como oleico, esteárico, palmítico, y linoleico (Jahurul et al., 2015). El producto restante de la extracción puede ser un sustituto para el trigo o maíz utilizado

en la formulación de alimento para animales y es una buena fuente de aminoácidos esenciales. Y aunque la almendra de mango contiene una pequeña cantidad de proteína bruta (6,7 % en base seca), la calidad de la proteína es alta ya que es rica en todos los aminoácidos esenciales (Jahurul et al., 2015).

Según Serrato-Patiño et al. (2019), la semilla de mango es uno de los subproductos que está generando un gran enfoque de investigaciones científicas, originado por la poca información o estudios sobre productos desarrollados a partir de huesos (semilla) de mango. Sobresale la elaboración de extractos de ácidos grasos o pastas “oleosas” (aceitosas) para fines de alimentación de rumiantes.

En el año 2019, la Fábrica de Conservas de Frutas y Vegetales de Yara, Unidad Empresarial de Base (UEB) Granma, Cuba, procesó 3 625,28 t de mango, de las cuales 1 812,64 t fueron cáscaras y semillas. Del total de estos desechos, 1 667,62 t fueron semillas, las cuales fueron arrojadas al vertedero. Cantidades similares son desechadas cada año sin obtener ningún beneficio (Gutiérrez et al., 2020).

De acuerdo con lo anterior, urge encontrar soluciones innovadoras para el uso sostenible de estos subproductos, por lo que el objetivo de este trabajo fue caracterizar las potencialidades de la semilla de mango para su utilización en la alimentación animal.

Desarrollo

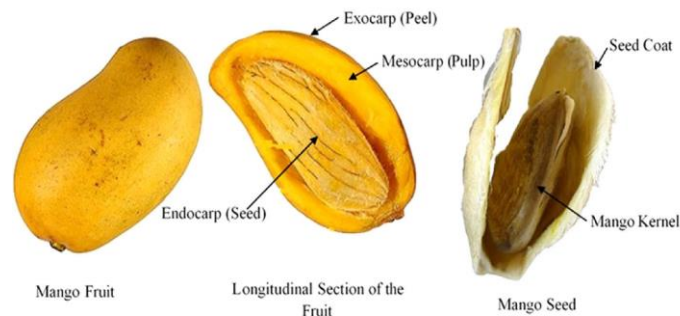
El mango. Generalidades

El mango (*Mangifera indica* L.), es originario de la India, hoy en día se cultiva ampliamente en todos los países tropicales y subtropicales del mundo y pertenece al reino Plantae, al filo Magnoliophyta, a la clase Magnoliopsida, al orden Sapindales, a la familia

Anacardiaceae, género *Mangifera* y a la especie *Mangifera indica*; el mango es una fruta de zona intertropical de pulpa carnosa y dulce, sobresale el buen sabor de esta fruta.

El mango normalmente es un árbol mediano cuya altura oscila entre 10 y 30 metros y el diámetro del tallo fluctúa entre 75 y 100 cm. Los frutos, clasificados como una drupa, varían en forma, redonda u ovoide-oblonga, así como en el tamaño y color, el peso puede ser de pequeños gramos hasta 2.3 kg. El fruto presenta una semilla aplanada de forma muy variable, pero generalmente es ovoide, oblonga, arriñonada y alargada, a veces redondeada u obtusa en ambos extremos, con una longitud de 5 a 15 cm; está recubierta por un endocarpio grueso y leñoso con una capa fibrosa externa, que se puede extender dentro de la carne; por su parte la almendra representa del 45 a 85 % de la semilla (Figura 1) (García y Jarquín, 2015).

Figura 1. Estructura de la semilla del mango



Fuente: (Mwaurah et al., 2020)

Caracterización de subproductos del procesado industrial del mango

En la industria, solo la pulpa de mango se utiliza para la producción de jugos, compotas, mermeladas, y jaleas. Como resultado de lo anterior, grandes cantidades de semillas de mango se descartan como subproducto agroindustrial, generando pérdidas económicas y problemas ambientales. Las semillas de mango y las cáscaras son los principales subproductos de las industrias de jugo de mango y representan alrededor del 60 % del total de frutas (Jahurul et al., 2015).

El porcentaje promedio de desperdicio en el aprovechamiento de la fruta es de 12-15 % en cáscara y 15-20 % de semilla de mango. Kittiphoom (2012) planteó que los residuos del mango están entre el 17 y 22 % del peso del fruto, dependiendo de la variedad de mango, la cáscara puede constituir entre el 15 y el 18% del peso total del fruto, y la semilla del 13 al 29 %.

Semilla del mango

Según Kittiphoom (2012) la almendra de la semilla del mango contiene proteína cruda, fibra cruda, grasas, cenizas y carbohidrato (tabla 2). Refirió que la variación en los valores que se reportan puede estar dada por las diferencias en la variedad de plantas, condiciones edafoclimáticas donde se desarrolla el cultivo, etapa de maduración, tiempo de cosechado, características de la semilla y método de extracción usado.

Tabla 2. Información nutricional de la almendra de semilla mango

Humedad (%)	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Fibra Cruda (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos (%)	Variedad o país de origen	Referencia
7.05	7.53	11.45	2.20	1.00	69.77	Var. Totapuri, (India)	Yatnatti et al., 2014
44.85	6.39	10.70	2.38	2.46	33.00	Var. Tommy Atkins (Colombia)	Chaparro et al., 2015
5.00	4.91	8.93	4.99	n.r.	n.r.	Var. Mango Liso (Nicaragua)	García y Jarquín, 2015
8.50	6.21	7.63	4.56	n.r.	n.r.	Var. Mango Rosa (Nicaragua)	García y Jarquín, 2015
31.47	5.65	11.21	2.60	1.84	n.r.	Var. Yulima (Colombia)	Serrato-Patiño et al., 2019
29.24	6.15	11.12	2.98	2.12	n.r.	Var. Maraquiteño (Colombia)	Serrato-Patiño et al., 2019
9.1	6.61	9.4	2.8	n.r.	18.2	India	Lebaka et al., 2021

Nota: nr: no reportado

Los valores de proteína bruta reportados fluctúan entre 4 % y 13 % en dependencia de la variedad (Kittiphoom, 2012; Yatnatti et al., 2014; García y Jarquín, 2015; Serrato-Patiño et al., 2019). No obstante, la semilla del mango alberga la mayoría de aminoácidos esenciales como la leucina, valina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, tirosina, y lisina; además, otros aminoácidos están presentes (tabla 3). Los indicadores de calidad de la semilla de mango se comparan con la proteína estándar del huevo, y todos los aminoácidos esenciales, menos la metionina, están por encima de los estándares de proteína de la FAO (Lebaka et al., 2021).

La semilla de mango contiene una alta concentración de carbohidratos con aproximadamente 58 a 80 % de almidón con un grado de pureza de 97.18 % (Lebaka et al., 2021).

Tabla 3. Composición de aminoácidos de la almendra de la semilla de mango

Amino ácidos	Valores reportados (mg/100 g)	
	El-Gammal, 2009	Fowomola, 2010
Esenciales		
Isoleucina	2.68	3.23
Leucina	n.r.	8.40
Lisina	3.94	3.13
Metionina	0.38	1.04
Fenilalanina	2.75	4.46
Treonina	3.46	3.04
Tirosina	2.74	3.17
Valina	6.07	3.80
No esenciales		
Arginina	14.27	5.17
Alanina	4.86	6.40
Aspartato	8.66	6.33
Cisteína	n.r.	2.30
Glutamato	13.00	15.66
Glicina	2.81	3.50
Histidina	2.19	2.31
Prolina	4.50	3.00
Serina	3.94	2.93

Nota: nr: no reportado

La semilla de mango presenta altos contenidos de minerales (tabla 4), Yatnatti et al. (2014) reportaron valores de potasio de 368 mg/100 g, calcio de 170 mg/100 g, y magnesio de 210 mg/100 g.

Tabla 4. Composición mineral de la almendra de la semilla de mango

Minerales	Valores reportados	
	Fowomola, 2010	Yatnatti et al., 2014
calcio	111.3	170.00
magnesio	94.8	210.00
potasio	22.3	368.00
sodio	21.0	2.90
fósforo	n.r.	n.r.
hierro	11.9	12.40
zinc	1.10	5.60
manganeso	0.04	n.r.

Nota: nr: no reportado

Las vitaminas también están presentes en la semilla del mango (tabla 5). Se destacan las vitaminas antioxidantes C y E, y otras esenciales que incluyen las vitaminas K, B1, B2, B3, B5,

B6, B9, y B12 en diferentes rangos de concentraciones entre 0.1 a 1 mg/100 g, además alrededor de 15 UI de vitamina A se pueden encontrar en la semilla del mango (Fowomola, 2010; Lebaka et al., 2021).

Tabla 5. Vitaminas contenidas en la almendra de la semilla de mango

Vitaminas	Cantidad (mg /100 g)
A	15.27
E	1.30
K	0.59
B1	0.08
B2	0.03
B6	0.19
B12	0.12
C	0.56

Fuente: (Fowomola, 2010)

La almendra del mango es una buena fuente de ácidos grasos insaturados y saturados y compuestos fenólicos, con potencial para ser utilizados como aceite alimenticio rico en nutrientes o como ingrediente para alimentos funcionales o enriquecidos (tabla 5).

El ácido oleico es abundante en la almendra del mango, los valores pueden fluctuar entre el 34 y 56%, seguido por el ácido esteárico 24 y 57 % y el ácido palmítico 3 y 18%. Otros ácidos grasos en menores cantidades son el linoleico hasta un 13 % y linolénico y los ácidos araquidónicos con cantidades pequeñas. Algunos estudios indican presencia de ácido mirístico 0.7-8.0 %, láurico, tridecanoico, pentadecano, palmitoleico, margárico, nonadecano, y ácidos gondoico solo en trazas de algunas variedades; los 3 primeros ácidos grasos componen más del 85% de la grasa y demuestra que el núcleo del mango es similar a otras importantes grasas naturales, como la manteca de cacao (*Theobroma cacao*), sal (*Shorea robusta*), mantequilla ilipa (*Shores etenoptera*).

Serrato-Patiño et al. (2019) realizaron la caracterización fisicoquímica de la grasa contenida en la semilla de dos variedades de mango que mostraron ácido oleico, linoleico, esteárico, y palmítico, con un porcentaje de extracción de grasas entre 10.9 y 12.0 %.

Tabla 6. Características cualitativas del aceite de la semilla de mango

Parámetros	Valor
Aceite (%)	11.5
Gravedad específica a 24 °C	0.89
Índice refractivo a 30 °C	1.58
Iodo (g/100g de aceite)	46.00
Saponificación (mg KOH/g)	192.00
Ácidos grasos libres (%)	3.97
Peróxido (meq/kg de aceite)	1.73

Fuente: Yatnatti et al. (2014)

Adicionalmente, la semilla de mango, es rica en gallotaninos y los extractos etanólicos que son un antimicrobiano de amplio espectro, más eficaces contra bacterias Gram-positivas que contra las bacterias Gram-negativas; además tiene propiedades antioxidantes (Achilonu et al., 2018).

Elementos antinutricionales presentes en la semilla de mango

A pesar de sus características nutritivas la semilla de mango contiene elementos antinutricionales indeseables para la formulación de dietas o aditivos alimentarios para los animales. Fowomola (2010) observó, en los análisis realizados, alcaloides (0.01 ± 0.0 mg/100 g), taninos (1.03 ± 0.01 mg/100 g), fitatos (1.44 ± 0.01 mg/100 g), saponinas (0.04 ± 0 mg/100 g), oxalatos (1.49 ± 0.01 mg/100 g), y el inhibidor de la actividad de la enzima tripsina (18.42 ± 2.54 TIU/mg proteína).

Por su parte Beyene y Araya (2015) plantearon que la semilla de mango es medianamente rica en taninos, que progresivamente reduce las tasas de crecimiento y disminuye la eficiencia como alimento al incluirse como componente mayoritario en dietas para cerdos y aves; donde otros elementos como los glucósidos cianogénicos (64 mg/kg MS), oxalatos (42 mg/kg MS), el inhibidor de la enzima tripsina (20 TIU/g MS) y la presencia de iones divalentes Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , y Zn^{2+} , que pueden actuar como un puente sobre las cargas negativas de los grupos

carboxilos de proteína y polisacáridos formando complejos indigestibles, interfieren en su utilización como nutriente.

Los resultados anteriores coinciden con los observados por Mwaurah et al. (2020) que indicaron que la semilla de mango contiene un 21 % de almidón altamente indigestible y asociaron esta indigestibilidad al alto contenido de taninos (0.19-0.44 %). Además de estar presentes otros factores antinutricionales como los glucósidos cianogénicos (64 mg kg^{-1}), taninos (56.5 g kg^{-1}), oxalatos (42 mg kg^{-1}), y el inhibidor de la actividad de la enzima tripsina (20 TIU g^{-1}).

Por lo anterior se hace necesario el uso de tratamientos para remover parte de estos elementos antinutricionales, mitigar sus efectos adversos, y hacer más eficiente su utilización como alimento animal.

Tratamiento a la semilla de mango para minimizar los elementos antinutricionales

Diferentes tratamientos se han usado para disminuir el efecto de los factores antinutricionales de la semilla del mango. El-Gammal (2009) remojó la almendra de la semilla del mango en agua destilada por 72 horas, el agua fue cambiada dos veces diariamente, posteriormente fue quebrada en un mortero de madera y secada al sol y finalmente molida en forma de harina. Este método permitió reducir de 4.65 a 0.65 g/100g (aproximadamente un 86 %) los taninos y el ácido fítico de 3.80 a 1.93 g/100g (49.2 %).

Beyene y Araya (2015) plantearon que numerosos tratamientos pueden remover los taninos y otros elementos antinutricionales como el ácido cianhídrico (HCN), entre ellos el remojo con agua, la ebullición, la presión en autoclaves, el tratamiento con ácido clorhídrico (HCl) o con el hidróxido de sodio (NaOH) o con ácido clorhídrico (HCl) seguido con hidróxido de calcio (Ca(OH)_2). Pero el más efectivo es el remojo con agua que remueve entre el 61 % de

los taninos y 84 % del ácido cianhídrico (HCN), además este tratamiento puede ser el más barato entre los descritos.

Utilización de la semilla de mango en la alimentación animal

Los subproductos del procesamiento industrial del mango pueden ser usados en la alimentación animal y pueden en parte ser un sustituto de los concentrados energéticos en las dietas de rumiantes. La composición físico-química de estos subproductos revela una alta concentración de azúcares palatables, en especial para los rumiantes, además presentan una favorable composición de ácidos grasos volátiles y digestibilidad *in vitro* que tributan a su uso potencial en la alimentación animal o como aditivos alimentarios. La fermentación de estos subproductos puede aumentar los contenidos de proteína, aminoácidos esenciales, vitaminas y fibras digestibles y disminuir los factores antinutricionales como los taninos.

El uso de la semilla del mango en las dietas para la producción avícola permite dar solución a la competencia por los granos de cereal entre el hombre y las aves, además de resolver el problema que genera como desperdicio (Beyene & Araya, 2015). Es un potencial suministro sostenible de proteínas, grasas y de carbohidratos, para la producción de energía en las aves, que se puede conservar largos periodos de tiempo (Achilonu et al., 2018). La energía metabolizable de semillas crudas y secas de mango es bajo (7.9 MJ/kg MS) pero se incrementa luego de ser hervida a 10.3 7.9 MJ/kg MS.

En pollos, Diarra y Usman (2008), observaron el efecto de reemplazar el maíz del pienso, con harina cruda o hervida de semilla de mango, sobre el crecimiento y los parámetros de sangre de pollos Anak broilers. Los tratamientos constaron de tres dietas, el control (pienso), 20 % harina cruda de la semilla de mango y 20 % de la semilla de mango previamente hervida a 100 °C por 30 minutos, secada y luego molinada, en ambos casos en sustitución del maíz. La

ebullición redujo los taninos contenidos en la semilla un 75 %. Los resultados mostraron que en los primeros 28 días la dieta donde se sustituyó el maíz por harina cruda de semilla de mango existió menos consumo de los pollos, con menos ganancia de peso y menos conversión en comparación con las dietas control y la dieta a base de harina de mango previamente hervida, aunque no existieron diferencias significativas entre las dietas al finalizar los 63 días; y concluyeron que la semilla de mango previamente hervida puede sustituir un 20 % al maíz en los piensos en dietas para pollos Anak broilers sin efectos adversos en su crecimiento y en los parámetros sanguíneos.

Diarra et al. (2010) reportaron el reemplazo hasta un 60 % de maíz en la dieta final de ceba de pollos Anak broilers con harina de semilla de mango, previamente hervida, sin diferencias significativas con el control y sin efectos adversos en el crecimiento, parámetros sanguíneos y la canal, lo que redundaría en la disminución de los costos de producción por la sustitución de un 60 % de maíz en la dieta final.

Emshaw et al. (2012) utilizaron una mezcla de harina de semilla y de pulpa de mango en diferentes niveles (T1:0 %, T2:10 %, T: 20 %, y T4:30 %) en sustitución del maíz del pienso para estudiar el desarrollo del crecimiento y las características de la canal en pollos Cobb-500 broilers. Reportaron un promedio de consumo diario de alimento de 65.3, 65.6, 70.8 y 66.9 g para T1, T2, T3 y T4 respectivamente y luego de siete semanas los pollos alcanzaron 1178, 1165, 1066 y 860 g de peso con un promedio diario de ganancia de peso de 21.0, 17.6, 16.0 y 13.7 g, y una conversión de 3.49, 3.96, 4.50 y 5.23 g respectivamente; sin diferencias significativas entre el T1 y el T2 pero sí entre estos y el resto de los tratamientos; en los estudios de la canal no observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Por su parte Mbunwen et al. (2015), advirtieron en un estudio que utilizó dos razas de pollo, Anak broiler y Criollo Nigeriano, cinco tratamientos con dietas donde se sustituía maíz por harina de semilla de mango, previamente hervida (T1: 0 %, T2 10 %, T3: 20 %, T4: 30 % y T5: 40 %). Aunque los pollos Anak fueron más pesados que los criollos al finalizar el experimento, todos los pollos en T1, T2 y T3 crecieron más pesados que en T4 y T5. Sin embargo, el consumo de pienso, la conversión y los índices hematológicos no fueron significativos cuando se compararon las razas y los tratamientos, y concluyeron que por debajo de 30 % de harina de semilla de mango, previamente hervida, se puede sustituir al maíz.

La semilla de mango cruda, secada al sol y luego molida se usó para sustituir el maíz en la alimentación de gallos Gimmizah con las dietas control, 10, 15 y 20 %. Los resultados mostraron que el peso y la ganancia de peso se incrementaron en el 10 % de inclusión de harina de semilla de mango en sustitución del maíz en comparación con los otros tratamientos (15 y 20 %), en los que se observó un efecto adverso en el peso y la ganancia de peso de las aves. Las características de la canal fueron similares para todos los tratamientos; los constituyentes de la sangre fueron mejorados significativamente en el 10 y 15 % de inclusión con un incremento de las globulinas, mientras el conteo de bacterias, en el intestino y en la carne de pechuga y muslos, decreció con el aumento de los niveles de inclusión de harina de la semilla de mango. Aunque todos los tratamientos mostraron mejor eficiencia económica que el control, la eficiencia económica relativa del tratamiento del 10 % fue mejor al aumentar un 48 % en comparación que el grupo testigo (Moustafa, 2019).

En pollitos Hubbard broilers se estudió el efecto del remplazo de maíz con harina de semilla de mango, previamente hervida. Cuatro tratamientos fueron probados (T1: 0 %, T2: 5 %, T3: 10 % y T4: 15 % de inclusión); los resultados del consumo de alimento por aves fue superior

en T1 y T2 con 71.38 y 70.82 g respectivamente, no existieron diferencias significativas entre ellos, pero sí con el resto de los tratamientos, T3 y T4 con 69.13 y 68.23 g cada uno; al finalizar las siete semanas los pollos alimentados con T1 y T2 mostraron un peso vivo final de 2657 y 2644 g respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, aunque difirieron significativamente con T3 y T4 con 2610 y 2603 g por ave respectivamente. De forma similar ocurrió con el promedio de ganancia de peso diaria donde T1 y T2 exhibieron 53.4 y 53.15 g, sin diferencias entre sí, pero difieren significativamente de T3 y T4 con 52.44 y 52.31g; la conversión se comportó de forma similar, T1 y T2 fue de 1.36 y 1.36 g respectivamente y fue significativamente superior a T3 y T4 con 1.33 g cada uno. Los estudios de la canal no mostraron diferencias significativas entre las dietas (Beriso Ulo, 2020).

En conejos, Shittu et al. (2013) usaron la semilla de mango cruda y hervida, para formar cinco dietas, T1: 0 %, cruda (T2: 10 % y T3: 20 %), hervida (T4: 10 % y T5: 20 %). Los resultados mostraron que el consumo diario de alimento estuvo entre 63.51 y 71.57 para las cinco dietas. El efecto de las dietas sobre la ganancia de peso y el coeficiente de conversión no mostraron diferencias significativas, al igual que el peso de los órganos examinados (hígado, bazo, corazón, testículos, pulmón, y riñón). El costo de alimentación se redujo significativamente en la medida que aumentaron los niveles de inclusión de la harina de semilla de mango, y los autores alegaron que se puede incluir por debajo del 20 % en las dietas sin efectos adversos en el desarrollo y en la canal de los conejos.

Similares experiencias tuvieron Teye et al. (2020) con la harina de semilla de mango, remojada en agua, en sustitución del maíz, en tres dietas (T1: 0 %, T2: 10 % y T3: 20 % de inclusión). Los resultados mostraron que el consumo de pienso y las tasas de crecimientos de los animales se redujeron significativamente en las dietas con inclusión superior al 10 %, cuestión

que se asoció al contenido de taninos y factores antinutricionales presentes; sin embargo, la proteína cruda, el fósforo, el potasio y los contenidos de cinc en la carne aumentaron en la inclusión del 20 %; no se observaron diferencias en la canal y el peso de los órganos en ninguno de los tratamientos.

Productores con fincas en el macizo montañoso de la Sierra Maestra refieren el consumo de las semillas del mango por cerdos, generalmente de capa oscura. Luego de finalizada la cosecha de esta fruta, al consumir las semillas del suelo, se observaron buenos resultados en su consumo por los animales.

En rumiantes las semillas del mango se pueden usar frescas, secas o en ensilados; los animales pueden tolerar concentrados de hasta un 50 % de este desecho sin efectos adversos. La digestibilidad de la materia seca de este subproducto en ovinos fue del 70 %, aunque el consumo fue bajo (1.2 % de peso bruto), infiriendo que la baja palatabilidad fue por el contenido de taninos; sin embargo, una cantidad limitada de semillas (< 10 %) con cáscara de la fruta del mango, paja de arroz y urea, dieron buenos resultados (Zaman, 2015).

El ganado vacuno y ovino encuentra al mango sabroso. Su consumo consistente mejora su estatus de salud debido a sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, y antiparasitarias (Achilonu et al., 2018).

Conclusiones

1. La semilla del mango es una fuente sostenible de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales que la convierten en un potencial suplemento en las dietas de los animales, sin efectos adversos en las proporciones recomendadas.

2. A pesar de sus características nutritivas la semilla de mango contiene elementos antinutricionales indeseables para la formulación de dietas o aditivos alimentarios para los animales.

Recomendaciones

Aplicar algún método para mitigar los factores antinutricionales presentes en la semilla y su posible efecto negativo en los animales.

Referencias bibliográficas

Achilonu, M., Shale, K., Arthur, G., Naidoo, K., & Mbatha, M. (2018). Phytochemical Benefits of Agroresidues as Alternative Nutritive Dietary Resource for Pig and Poultry Farming.

Journal of Chemistry, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1035071>

Beriso Ulo, Y. (2020). *Effects of replacing maize with boiled mango (mangifera indica linn) seed kernel on the growth performances and carcass characteristics of broiler chickens.*

[Doctoral dissertation, Addis Ababa University].

<http://197.156.72.153:8080/xmlui/handle/123456789/3371>

Beyene, G., & Araya, A. (2015). Review of mango (*Mangifera indica*) seed-kernel waste as a diet for poultry. *Journal of Biology, Agriculture, and Healthcare*, 5(11), 156-159.

<https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/23248>

Chaparro Acuña, S. P., Lara Sandoval, A. E., Sandoval Amador, A., Sosa Suarique, S. J.,

Martínez Zambrano, J. J., & Gil González, J. H. (2015). Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (*Mangifera indica* L.). *Ciencia en Desarrollo*, 6(1),

67-75. <https://doi.org/10.19053/01217488.3651>

- Diarra, S. S., & Usman, B. A. (2008). Growth performance and some blood variables of broiler chickens fed raw or boiled mango kernel meal. *International Journal of Poultry Science*, 7(4), 315-318. <https://dx.doi.org/10.3923/ijps.2008.315.318>
- Diarra, S. S., Usman, B. A., & Igwebuike, J. U. (2010). Replacement value of boiled mango kernel meal for maize in broiler finisher diets. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 5(1), 47-52.
http://www.arpnjournals.com/jabs/research_papers/rp_2010/jabs_0110_174.pdf
- El-Gammal, O. E. S. (2009). Chemical and Technological Studies on Mango Seed Kernels for Enhancing the Organoleptic and keeping quality of one bakery products. *MBSE*, 15, 489-504. <https://dx.doi.org/10.21608/mbse.2009.141508>
- Emshaw, Y., Melesse, A., & Assefa, G. (2012). The effect of dietary inclusion of mango (*Magnifera indica* L.) fruit waste on feed intake, growth and feed efficiency of cobb-500 broiler chickens. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 22(1), 73-83.
<https://www.ajol.info/index.php/ejas/article/view/142950>
- Fowomola, M. A. (2010). Some nutrients and antinutrients contents of mango (*Magnifera indica*) seed. *African Journal of Food Science*, 4(8), 472-476.
<https://doi.org/10.5897/AJFS.9000268>
- García, T. I., & Jarquín, A. I. (2015). *Estudio de la extracción de los taninos de la semilla de mango de las variedades criollas, para la elaboración de un complemento alimenticio para aves de engorde y preparación de un tinte de curtiembre a partir de los taninos extraídos*. [Monografía para optar al título de: Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química, Managua, Nicaragua].
<https://core.ac.uk/download/pdf/250142995.pdf>

- Gutiérrez, D. R., Ramos, Y. M., & González, J. F. (2020). Propuesta para el procesamiento industrial de la almendra de la semilla de mango. *Revista Cubana de Ingeniería*, 11 (2) 30-37. <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/746>
- Jahurul, M. H. A., Zaidul, I. S. M., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Nyam, K. L., Norulaini, N. A. N., ... & Omar, A. M. (2015). Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. *Food chemistry*, 183, 173-180
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.046>
- Kittiphoom, S. (2012). Utilization of mango seed. *International Food Research Journal*, 19(4), 1325–1335.
[http://ifrj.upm.edu.my/19%20\(04\)%202012/5%20IFRJ%2019%20\(04\)%202012%20Kittiphoom%20\(375\).pdf](http://ifrj.upm.edu.my/19%20(04)%202012/5%20IFRJ%2019%20(04)%202012%20Kittiphoom%20(375).pdf)
- Lebaka, V. R., Wee, Y.-J., Ye, W., & Korivi, M. (2021). Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Three Different Parts of Mango Fruit. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 741.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18020741>
- Mbunwen, N. F. H., Ngongeh, L. A., Okolie, P. N., & Okoli, E. L. (2015). Comparative study of growth traits and haematological parameters of Anak and Nigerian heavy ecotype chickens fed with graded levels of mango seed kernel (*Mangifera indica*) meal. *Tropical animal health and production*, 47(6), 1109-1115. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0837-0>
- Moustafa, K. (2019). Effect of dietary mango seed kernel (*mangifera indica*) as partial replacement of corn on productive and physiological performance of growing gimmizah

cockerels. *Egyptian Poultry Science Journal*, 39(4), 865-879.

<https://dx.doi.org/10.21608/epsj.2019.67507>

Mwaurah, P. W., Kumar, S., Kumar, N., Panghal, A., Attkan, A. K., Singh, V. K., & Garg, M. K.

(2020). Physicochemical characteristics, bioactive compounds and industrial applications of mango kernel and its products: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2421-2446. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12598>

Nzikou, J. M., Kimbonguila, A., Matos, L., Loumouamou, B., Pambou, N. P. G., Ndangui, C. B.,

Abena, A. A., Silou, Th., Scher, J., & Desobry, S. (2010). Extraction and characteristics of seed kernel oil from mango (*Mangifera indica*). *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 2(1), 31-35.

<https://www.researchgate.net/publication/285842805> Extraction and Characteristics of Seed Kernel Oil from Mango *Mangifera indica*.

Serrato-Patiño, J. L., Beltrán-Olaya, M. A., & Zapata-Zapata, Y. M. (2019). Caracterización fisicoquímica de la grasa contenida en la semilla de mango (*Mangifera indica*) nativo. *Journal of Agro-Industry Sciences* 1 (2), 57-60.

<http://dx.doi.org/10.17268/JAIS.2019.008>

Shittu, M. D., Olabanji, R. O., Ojebiyi, O. O., Amao, O. A., & Ademola, S. G. (2013).

Nutritional evaluation of processed mango (*Mangifera indica* - kent) seed kernel meal as replacement for maize in the diet of growing crossbred rabbits. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 3(5), 210-215.

[https://www.ojafr.ir/main/attachments/article/100/Online%20J.%20Anim.%20Feed%20Res.,%203%20\(5\)%20210-215,%202013.pdf](https://www.ojafr.ir/main/attachments/article/100/Online%20J.%20Anim.%20Feed%20Res.,%203%20(5)%20210-215,%202013.pdf).

- Teye, M., Badu, R., Boateng, E. A., & Hagan, J. K. (2020). Growth, carcass and meat characteristics of local breed of rabbits fed diets containing soaked and dried mango (*Mangifera indica*) seed kernel meal. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 20(2), 15695-15708. <https://doi.org/10.18697/ajfand.90.18660>
- Yatnatti, S., Vijayalakshmi, D., & Chandru, R. (2014). Processing and Nutritive Value of Mango Seed Kernel Flour. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 2(3),170-175. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.2.3.10>
- Zaman, M. (2015). Fruitwasteas Feed. *CAB Reviews*, 10 (031).