



Efecto de la harina de hojas de *Erythrina sp.* sobre el perfil bioquímico, parámetros biológicos e histopatología del hígado de *Cavia porcellus*

Effect of the *Erythrina sp.* leaves powder on biochemical profile, biological parameters and liver histopathology of *Cavia porcellus*

Daniel Paredes-López*; Rizal Robles-Huaynate; Orlando Córdova-Chumbes; Emili De la Cruz-Paucar

Laboratorio de Sanidad Animal, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Av. Universitaria km 1.5, PoBox 156, Tingo María, Peru.

Received August 10, 2017. Accepted October 20, 2017.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la harina de hojas de *Erythrina* sobre los perfiles bioquímicos, parámetros biológicos y tejido hepático de *Cavia porcellus*. Se utilizaron 75 cuyes machos de 13 días de edad, formándose 5 grupos experimentales con tres repeticiones cada uno. Todos se alimentaron con 100 g/día de King grass y alimento balanceado para cuyes *ad libitum*. Las hojas con peciolo se secaron y se molidieron a 1 mm de diámetro. La sangre se obtuvo a los 75 días de edad de la vena safena lateral y en suero sanguíneo se determinó perfiles de glucosa, proteína total, albumina, aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, lactato deshidrogenasa y urea. Trozos de hígado se procesaron hasta obtener los cortes histológicos. Los perfiles de proteína total y albumina mostraron regresión lineal positiva ($p < 0,05$), el rendimiento de carcasa regresión lineal negativa ($p < 0,05$) y la estructura histológica del hígado no tuvo cambios a medida que incrementó el nivel de harina de *Erythrina* en la ración. La *Erythrina* causó una respuesta contrastante entre los perfiles de proteína total y albumina en sangre y el rendimiento de carcasa y no causó alteración estructural del hígado.

Palabras clave: *Erythrina*; perfiles bioquímicos; parámetros biológicos; tejido hepático.

Abstract

The aim of this research was to determine the effect of Erythrine leaves powder on serum biochemical profiles, biological parameters and liver histopathology of *Cavia porcellus*. 75 thirteen days old male guinea pig distributed in five groups with three replicates each were used. All groups were fed with 100 g/day of king grass and balanced diet *ad libitum*. Erythrine leaves including petiole were dried, grounded to 1 mm diameter and added to the diet. Blood was obtained from the lateral saphenous vein and in blood serum was measured glucose, total protein, albumin, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, lactate dehydrogenase and urea. Liver tissue were processed and stained with hematoxylin and eosin. A positive linear regression in the total protein and albumin ($p < 0.05$) and a negative linear regression for carcasses ($p < 0.05$) performance and no changes in the liver histologic morphology in relation to the increase of Erythrin leaves flour in the diet were shown. Erythrina caused a contrasting response between total protein and albumin profiles in blood and carcass yield and did not cause structural alteration of the liver.

Keywords: *Erythrina*; biochemical profile; biological parameters; liver tissue.

1. Introducción

La carne de cuy actualmente en el Perú tiene una mayor demanda que otros tipos de carne debido a sus características

nutricionales y su menor precio. Sin embargo, localmente la producción de cuyes no se desarrolla principalmente debido a la escasez y por ende el alto costo

* Corresponding author

E-mail: daniel.paredes@unas.edu.pe (D. Paredes-López).

© 2017 All rights reserved.

DOI: 10.17268/sci.agropecu.2017.04.01

de insumos. Esto implica buscar insumos disponibles en la zona que de alguna manera reemplacen a los tradicionales.

La *Erythrina* es un árbol de 2 a 10 metros de altura, generalmente provisto de espinas cónicas en el tronco y las ramas, de hojas trifoliadas y anchas, pertenece al grupo de las leguminosas. *Erythrina fusca* a diferencia de otros géneros de leguminosas es frecuentemente producida en los suelos más ácidos e infértiles y prosperan en áreas encharcadas y de mal drenaje (Paterson, 1994), éstas son características de toda la región de selva y donde las especies fijadoras de nitrógeno y de rápido crecimiento no pueden desarrollarse.

Los extractos de esta planta poseen propiedades farmacológicas (de Oliveira *et al.*, 2012) y en regiones de Asia, África y la selva peruana se usa como forraje en diferentes formas en la alimentación de ovinos, vacunos y caprinos (Kongmanila *et al.*, 2012; Allard, 2010). Considerando que, en los animales en crecimiento, un incremento en el consumo de proteína conduce a un incremento lineal de la deposición de proteína en músculos (Titgemeyer, 2003) y por tanto un incremento de ganancia de peso (Brosh *et al.*, 2000), la harina de hojas *Erythrina* (*Erythrina fusca*) por su considerable contenido de proteína total (Rios, 1981; Kongmanila y Ledín, 2009) podría llegar a ser una alternativa de forraje para la alimentación de cuyes en la región de Selva Alta.

Sin embargo, el uso de hojas de esta planta hasta en un 24% en la ración, no ha influenciado en los índices zootécnicos de cuyes (De la Cruz, 2012; Córdova, 2016) lo que podría estar relacionado con el contenido de inhibidores de proteasas encontrados en extractos de esta y otras plantas (Machado *et al.*, 2013; Pesoti *et al.*, 2014; Pompeu *et al.*, 2014) por lo cual sería de necesidad desarrollar investigaciones orientadas a determinar el efecto biológico de esta planta en el organismo animal.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la harina de *Erythrina* en

el bienestar de *Cavia porcellus* mediante la medición de los perfiles bioquímicos, parámetros biológicos e histología del hígado.

2. Materiales y métodos

Animales de experimentación

Se usaron 75 cuyes machos de 13 días de edad. Se formaron 5 grupos experimentales: T₁, T₂, T₃, T₄ y T₅, cada grupo de tratamiento estuvo conformado de 15 cuyes colocados en 3 jaulas separadas de 5 cuyes cada una (repetición), administrándoseles como ración diaria 100 g/día de King grass como forraje y alimento balanceado (Vergara, 2008) conteniendo 0, 7, 14, 21 y 28% de harina de *Erythrina* como fuente de proteína y consumo *ad libitum*. Esta ración balanceada fue de inicio para alimentar de la 2^o a 3^o semana de edad pos destete, de crecimiento para la 4^o a 5^o semana y de acabado para la 6^o a 8^o semana de edad. El periodo de crianza fue hasta los 75 días de edad.

Harina de *Erythrina*

Esta se elaboró primeramente recolectando las hojas de *Erythrina* incluyendo el peciolo de arbustos de 2,5 meses de edad de corte, pesado de las mismas. Estas se secaron en estufa de ventilación forzada a 60 °C por 72 horas, se pesaron y luego se molturaron en un molino de cuchillas marca Thomas Wily Nodel 4, con zaranda de 1 mm de diámetro, se almacenó y preparó la ración.

Obtención de muestras de sangre

Las muestras de sangre se obtuvieron por punción de la vena safena lateral (Zimmerman *et al.*, 2015). La sangre entera se obtuvo en vacutainers. Para la obtención de suero se tomó la sangre y dejando coagular la misma por espacio de 4 horas y luego se centrifugó el coágulo a 3200 rpm a 3 minutos; luego se separó el suero en vacutainers para conservarlo a -20 °C.

Evaluación de perfil bioquímico

En suero sanguíneo se determinó el nivel de glucosa (GLU) mediante el método de

la glucosa oxidasa-peroxidasa; la proteína total (PT) mediante el método del complejo EDTA/Cu en hidróxido de sodio; albumina (ALB) mediante el método de tetrabromo cresolsulfonftaleína; Alanin aminotransferasa (ALT), Aspartato aminotransferasa (AST), Lactato deshidrogenasa (LDH) (Winner Laboratories, 2012). La medición se realizó en un espectrofotómetro DIALAB DTN 405 a 515 and 530 nm.

Evaluación histopatológica

Las muestras de hígado se tomaron de 3 cuyes de cada grupo experimental a los 75 días de edad en el momento de la evisceración durante el beneficio de los mismos para la venta. Los trozos de hígado de 1 cm de espesor se sumergirán inmediatamente en solución de formol al 10% y luego se continuó fijando hasta el momento de la preparación de los cortes. Una vez fijado se procedió al proceso de deshidratación, hidratación, corte y coloración con hematoxilinaeosina (Culling *et al.*, 1985).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el software estadístico Infostat (Universidad de Córdoba, 2016) para la obtención de varianza y regresión lineal y las diferencias entre tratamientos fueron sometidos al test de Duncan 5%.

3. Resultados y discusión

Composición proximal de las hojas de Erythrina

Estudios realizados con Erythrina como forraje complemento al concentrado en la alimentación de cuyes ha dado mejores resultados que la soya forrajera en cuanto a nivel de consumo y ganancia de peso (Salazar, 1973). Sin embargo, la Erythrina ha mostrado menor nivel de degradabilidad que otros forrajes tropicales lo cual se podría asociar a la presencia de sustancias anti nutricionales en su composición química (Joubert y Sharon, 1985; Birk, 2003; Machado *et al.*, 2013; Pesoti *et al.*, 2014; Pompeu *et al.*, 2014) y alcaloides

como la hypaphroina y la erythroidina (Paterson, 1994). Estos estudios preliminares muestran por un lado a la Erythrina como un forraje proteico que se acerca aquellos reportados para la alfalfa, pero no muestra una mejora de los parámetros productivos de cuyes (De la Cruz, 2012; Córdoba, 2016).

Los valores del análisis químico proximal de la harina de hojas de Erythrina de 2,5 meses de edad (Tabla 1) son distintos a los reportados por De la Cruz (2012). Esto probablemente esté condicionado a una diferente edad de corte de la planta y a la ausencia o presencia de peciolo en cada uno de los estudios. Estudios de composición nutricional de esta especie arborea orientado a conocer su potencial uso forrajero se han reportado (Rios, 1981; Kongmanila y Ledin, 2009; Kongmanila *et al.*, 2012; Allard, 2010); sin embargo, otros estudios han mostrado la importancia de esta especie arborea como mejorador de suelos (Chaer *et al.*, 2011) que contiene numerosos grupos de alcaloides (García-Mateos *et al.*, 1997) con múltiples acciones farmacológicas (Carvalho *et al.*, 2009).

Tabla 1

Análisis químico proximal y energía bruta de la harina de hojas de Erythrina

Componente	Contenido (g/100 g de muestra)
Materia seca	89,91
Materia mineral	8,55
Extracto etéreo	1,84
Proteína total	14,41
Fibra bruta	32,01
ELN	33,10
EB (kcal/1000 g de muestra)	2066

Perfiles bioquímicos sanguíneos

Los perfiles bioquímicos en la misma forma que los perfiles hematológicos son marcadores sensibles a los efectos de factores extrínsecos e intrínsecos sobre el organismo, de allí su importancia para interpretar la respuesta fisiológica hacia aquellos factores. Estos perfiles se han utilizado para contrastar conducta alimen-

ticia y estado fisiológico de los mecanismos de metabolismo, permitiendo interpretar adecuadamente estados de bienestar y salud de las especies animales (Ferri *et al.*, 2011). Escasos reportes se encuentran en la literatura relacionado con perfiles bioquímicos sanguíneos en cuyes (Washington y Van Hoosier, 2012).

En el presente trabajo no se evidenció influencia de los niveles de harina de Erythrina en la ración sobre el nivel de los perfiles de glucosa (GLU), aspartato aminotransferasa (AST), alanina aminotransferasa (ALT), lactato deshidrogenasa (LDH) y urea en suero sanguíneo de cuyes machos de 75 días de edad ($p > 0,05$) (Tabla 2). La no variación en los niveles de AST, ALT y LDH podría estar asociado a mecanismos fisiológicos relacionado con integridad de tejidos. Estas enzimas se localizan en el citoplasma principalmente de los hepatocitos y miocitos en las diferentes especies animales, y podrían incrementar su liberación a la sangre cuando estos tejidos sufren alteraciones de las membranas celulares tales el caso de procesos inflamatorios o de necrosis (Hoffman y Solter, 2008).

La actividad elevada de LDH se ha reportado en numerosos desórdenes musculares caracterizada por mionecrosis, así como también en una variedad de desórdenes hepáticos (Valberg, 2008). De esto se podría interpretar que en el presente

trabajo la harina de Erythrina no tuvo acción alguna en los tejidos, lo cual contrasta con los resultados obtenidos con extracto acuoso de *E. senegalensis* en ratones en los cuales la AST, ALT y urea disminuyeron significativamente (Atsamo *et al.*, 2011), evidenciando un efecto protector del tejido hepático y otros tejidos. Esta diferencia podría estar relacionada con la respuesta de especie animal, sin embargo, estas diferencias aún permanecen para ser dilucidados en futuros trabajos.

Los valores de todos los perfiles bioquímicos evaluados excepto LDH en el presente trabajo se encuentran dentro de los valores normales reportados para *Cavia porcellus* como animal de laboratorio (Washington y Van Hoosier, 2012). En contraste con los resultados de GLU, AST, ALT y UREA fue evidenciado en los niveles de proteína total (PT) y albumina (ALB) los mismos que incrementaron en relación al incremento de los niveles de harina de Erythrina en la ración (Tabla 2).

Esto podría estar relacionado con mecanismos fisiológicos por los cuales en una alimentación con dietas elevadas en proteínas se eleva los niveles de proteína total en suero y al mismo tiempo la albumina toda vez que es la proteína del plasma más abundante a medida que alcanzan la etapa adulta en las diversas especies (Eckersall, 2008).

Tabla 2

Perfiles de bioquímica sanguínea de cuyes machos de 75 días en función de los niveles de harina de *Erythrina* en la ración

Niveles de Erythrina	GLU (g/dL)	PT (g/dL)	ALB (g/dL)	AST (g/dL)	ALT (g/dL)	LDH (mg/dL)	UREA (mg/dL)
0%	96,12	4,74	3,69	41,00	26,50	11,22	38,76
7%	88,08	5,07	3,88	54,75	24,25	12,06	39,20
14%	96,30	6,19	4,35	44,25	39,00	12,41	37,57
21%	85,78	4,75	3,53	45,00	23,75	11,48	36,55
28%	96,64	6,50	4,71	38,50	32,75	14,53	39,69
R ²	---	0,40	0,44	---	---	---	16,34
Regresión	NS	L (0,088)	L (0,057)	NS	NS	NS	NS

0%: Sin inclusión de harina de hojas de Erythrina, 7%: Inclusión de 7% de harina de hojas de Erythrina, 14%: Inclusión de 14% de harina de hojas de Erythrina, 21%: Inclusión de 21% de harina de hojas de Erythrina y 28%: Inclusión de 28% de harina de hojas de Erythrina), R²: Coeficiente de determinación, NS: No significativo, L: Regresión lineal, p-valor 0,088, p-valor 0,057.

En el presente trabajo la inclusión de elevados niveles de harina de Erythrina el cual es un insumo principalmente proteico podría haber contribuido a estos resultados. Sin embargo, otro estudio previo utilizando extracto de Erythrina en ratones mostró disminución en el perfil de proteína total (Atsamo *et al.*, 2011).

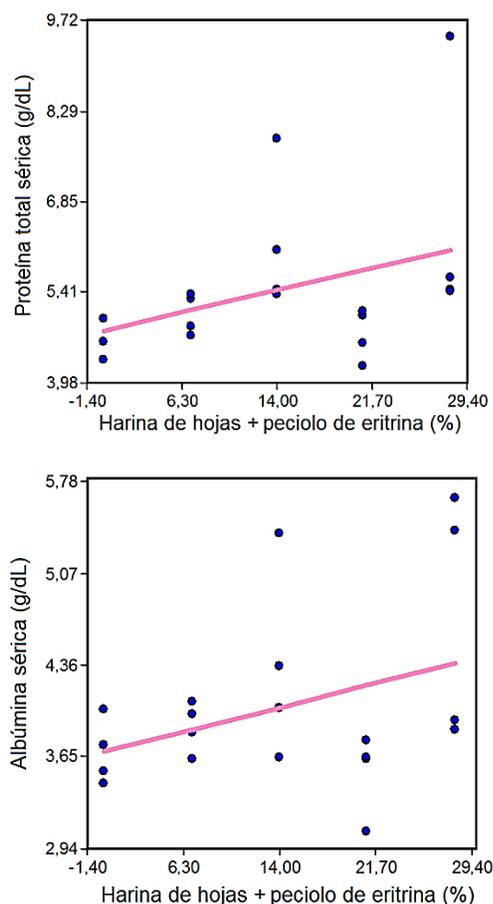


Figura 1. Regresión lineal positiva de los niveles de proteína total sérica ($p = 0,08$) y albumina sérica ($p = 0,057$) en cuyes de 75 días de edad en relación a los niveles de 0, 7, 14, 21 y 28% de inclusión de harina de Erythrina en la ración.

Efecto de Erythrina en los parámetros biológicos

Al término del experimento, el peso vivo (PV), el peso de carcasa (PC) y el rendimiento de carga (RC) fueron influenciados ($p < 0,05$) por la inclusión de diferentes niveles de harina de hojas de Erythrina (Tabla 2), mostrando el RC una tendencia

lineal negativa (Figura 2), indicando que cada vez que se adicionó mayor nivel de harina de hojas de Erythrina en la ración concentrada resultó en una gradual disminución en peso vivo, peso de carcasa y rendimiento de carcasa. Entretanto los pesos relativos del hígado (PRH) y de la grasa perirrenal (GPR) no fueron influenciados ($p > 0,05$) por la inclusión de harina de hojas de Erythrina en raciones concentradas. Estos resultados son similares a los obtenidos en estudios en ratones con extracto acuoso de *E. senegalensis* (Astamo *et al.*, 2011).

Tabla 3

Promedios de parámetros biológicos en función del nivel de Erythrina en la ración en cuyes machos a los 75 días de edad

Nivel de Erythrina	PV (g)	PC (g)	RC (%)	PRH (%)	PRG (%)
0%	820	591	72	3,21	0,57
7%	772	533	69	3,06	0,38
14%	762	541	71	3,16	0,34
21%	750	521	70	2,86	0,33
28%	711	484	68	3,01	0,32
CV (%) ¹	3,76	4,85	2,43	8,26	42,83
Reg. ²	L**	L**	L*	NS	NS

¹ CV (%): Coeficiente de variación en %.

² Reg: Regresión, L*: Lineal con significancia de 0,05, L**: Lineal con significancia de 0,01 y NS: No significativo PV: Peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: Rendimiento de carcasa, PRH: peso relativo del hígado, PRG: peso relativo de grasa.

Los cuyes alimentados con ración sin inclusión de harina de hojas de Erythrina (Testigo), reportaron 72% de rendimiento de carcasa, el cual está dentro de los rendimientos reportados por Lázaro (2014), Eduardo (2014) y Vicuña (2015), quienes determinaron 70%, 66% y 82%.

La cantidad de grasa abdominal en relación al peso vivo de cuyes machos de la línea Perú con 75 días de edad, alimentados con raciones concentradas sin inclusión de harina de hojas de eritrina fue de 0,57%, es superior con respecto al trabajo de Vicuña (2015) quien observó apenas 0,35% de grasa abdominal. Numéricamente, se observa menor cantidad de grasa abdominal cada vez que se incrementó harina de hojas de Erythrina en las raciones concentradas.

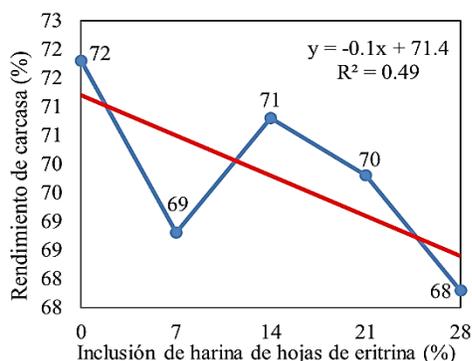


Figura 2. Regresión lineal negativa de rendimiento de carcasa (RC) ($p < 0,05$) en relación a los niveles de 0, 7, 14, 21 y 28% de inclusión de harina de Erythrina en la ración de cuyes machos de 75 días de edad.

Efecto de Erythrina en el tejido hepático

Bajo el efecto del consumo de 0, 7, 14, 21 y 28 % de inclusión de harina de eritrina en la ración sobre la histología hepática en cuyes de 13-75 días de edad se observa una arquitectura normal de la sinusoide hepática, canalículos biliares, así como de los hepatocitos sin mostrar alguna reacción hepatotóxica en ninguno de los niveles de

Erythrina (Figura 3). Los cambios producidos en el citoplasma y núcleo de las células hepáticas son asociados con la intoxicación por alcaloides que contienen el núcleo de la pirrolizidina; estos cambios también pueden ser producidos por otros agentes que dañan el ADN celular como son las aflatoxinas. Más de 600 alcaloides con núcleo de pirrolizidina se han identificado químicamente en más de 6 mil plantas y la mayoría de las especies de plantas tóxicas contienen más de uno de esos alcaloides (Stalker y Hayes, 2006). Investigaciones realizadas con insumos proteicos de origen amazónico (torta de *Plukenetia voluvilis* “sacha inchi”) para dietas de pollos de carne y gallinas de postura ha causado el desarrollo de megalocitosis hepática, caracterizada por un incremento del volumen celular y la formación de más de un núcleo por célula, lo que hace escaso los espacios sinusoides en forma masiva (Paredes y Valencia, 2015; Hurtado *et al.*, 2014; Reátegui *et al.*, 2015).

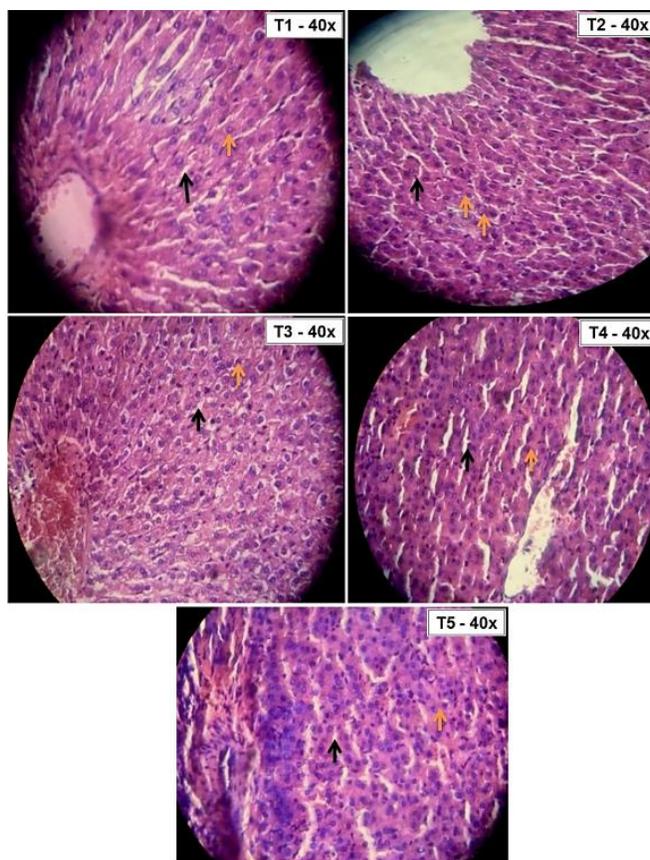


Figura 3. Morfología del tejido hepático según el nivel de inclusión de harina de Erythrina. Fotografía de corte histológico de hígado en cada uno de los tratamientos: T1, T2, T3, T4 y T5 a 40x. Flechas de color negro señalan a los espacios sinusoides de espacio y disposición normal. Flechas de color naranja señalan a los hepatocitos de tamaño, morfología y núcleos normales.

De esto podría deducirse que en el presente estudio al no evidenciarse cambios histológicos en la estructura del hígado y que, en línea con la ausencia de cambios en los perfiles de ALT, AST, LDH es probable que las hojas de *Erythrina* no contenga alcaloides con acción hepatotóxica. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Atsamo *et al.* (2011) quienes concluyeron que el extracto acuoso de *Erythrina senegalensis* DC tiene efectos hepatoprotectores.

El incremento de los niveles de proteína total y albumina en el suero sanguíneo a medida que incrementó el nivel de harina de *Erythrina* ($p < 0,05$) podría estar relacionado a que el nivel de proteína en la dieta es un factor que variablemente favorece el incremento de proteína total en sangre (Washington y Van Hoosier, 2012; Lohakare *et al.*, 2006). Sin embargo, este resultado no tuvo relación con la respuesta del peso vivo, peso de carcasa y rendimiento de carcasa los cuales tienden a incrementar en relación al incremento de la proteína en la dieta (Brosh *et al.*, 2000) pero en el presente estudio éstos disminuyeron ($p < 0,05$) y la úrea en sangre no varió ($p > 0,05$). Estos resultados podrían tener relación con el contenido de inhibidores de proteasas principalmente inhibidores de tripsina y quimotripsina reportadas en varias especies de *Erythrina* y varios de estos inhibidores son similares a los inhibidores de tripsina tipo Kunitz contenidos en la soya (Joubert y Sharon, 1985; Birk, 2003; Machado *et al.*, 2013; Pesoti *et al.*, 2014; Pompeu *et al.*, 2014).

4. Conclusiones

La harina de hojas de *Erythrina* causó una respuesta contrastante entre los perfiles de proteína total, albumina en sangre y el rendimiento de carcasa y al mismo tiempo no causó cambios en la morfología histológica del hígado en cuyes, lo cual genera vacíos para ser dilucidados con más trabajos de investigación.

Referencias bibliográficas

- Allard, H. 2010. Goat production in Laos and the potential of using *Erythrina variegata* as a feedstuff. Disponible en: http://stud.epsilon.slu.se/935/3/allard_helena_100322.pdf
- Atsamo, A.D.; Nguefack, T.F.; Datte, J.Y.; Kamanyi, A. 2011. Acute and subchronic oral toxicity assessment of the aqueous extract from the stem bark of *Erythrina senegalensis* DC (Fabaceae) in rodents. *Journal of Ethnopharmacology* 134: 697-702.
- Birk, Y. 2003. Plant proteases inhibitors: Significance in nutrition, plant protection, cancer prevention and genetic engineering. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. 176 p.
- Brosh, A.; Aharoni, Y.; Levy, D.; Holzer, Z. 2000. Effect of dietary protein concentration and source on the growth rate and on body composition of Holstein-Friesian male calves. *Animal Science* 70(3): 527-536.
- Carvalho, A.C.S.S.; Almeida, D.S.; Melo, M.C.D.; Cavalcanti, S.C.H.; Marcal, R.M. 2009. Evidence of the mechanisms of action of *Erythrina velutina* Willd (Fabaceae) leaves aqueous extract. *Journal of Ethnopharmacology* 122: 372-378
- Chaer, G.M.; Silva, R.A.; Carneiro, C.E.F.; Miana de Faira, S.; Boddey, R.M. 2011. Nitrogen fixing legum tree species for the reclamation of severely degraded lands in Brazil. *Tree Physiology* 31: 139-149.
- Córdova, O. 2016. Inclusión de diferentes niveles de harina de hojas de *Erythrina fusca* en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) de la línea Perú en las fases de inicio, crecimiento y acabado, Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 87 pp.
- Culling, C.S.A.; Allison, R.I.; Barr, W.T. 1985. Cellular pathology technique. Fourth edition, Butter Worth publishing, London. 642 pp.
- De La Cruz, S.E. 2012. Inclusión de diferentes niveles de harina de eritrina (*Erythrina fusca*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la fase de crecimiento, Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 45 pp.
- De Oliveira, M.S.G.; de Aquino, A.B.; Daniel, L.; da Silva, D.L.; Aquino, P.G.V.; Santos, M.S.; Anne, P.R.; Porfírio, A.P.R.; Sant'Ana, A.G.; Bárbara, V.O.; Santos, B.V.O.; Magna, S.; Alexandre-Moreira, M.S.; de Araújo-Júnior, J.X. 2012. Antinociceptive and anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts and fractions from *Erythrina mulungu*. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 22(1): 157-161.
- Eduardo, M. 2014. Inclusión de diferentes niveles de harina extrusada de granos de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 70 pp.
- Eckersall, P.D. 2008. Chapter 5: Proteins, proteomics and dysproteinemias. In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* by J.J. Kaneko, J.W. Harvey & M.L. Bruss. 6th Edition, Academic Press. Pp. 117-155
- Ferri, J.; Popovic, N.T.; Coz-Rakovac, R.; Beer-Ljubić, B.; Strunjak-Perović, I.; Skeljo F.; Jadan M.; Petrić, M.; Barišić, J.; Simpraga, M.; Stanić, R. 2011. The effect of artificial feed on blood biochemistry profile and liver histology of wild saddlehead bream, *Oblada melanura* (Sparidae). *Marine Environmental Research* 71: 218-224.
- García-Mateos, R.; Soto-Hernandez, M.; Kelly, D. 1997. Alkaloids from six *Erythrina* species endemic to

- Mexico. Biochemical systematics and Ecology 26: 545-551.
- Hoffman, W.E.; Solter, P.F. 2008. Chapter 12. Diagnostic enzymology of domestic animals In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals by J.J. Kaneko, J.W. Harvey & M.L. Bruss. 6th Edition, Academic Press. 351-378 pp.
- Hurtado, L.L.; Paredes D.M.; Robles, R.A. 2014. Efecto de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) en el perfil bioquímico sanguíneo e histopatología del hígado de aves de postura. Ciencia Amazónica (Iquitos) 4(1): 60-66.
- Joubert, F.J.; Sharon, N. 1985. Proteinase inhibitors from *Erythrina corallodendron* and *Erythrina cristagalli* seeds. Phytochemistry 24(6): 1169-1179.
- Kongmanila, D.; Bertilsson, J.; Leding, I.; Wredle, E. 2012. Utilisation of some *Erythrina* species and biomass production of *Erythrina variegata*. Livestock Research for Rural Development 24: Article #137.
- Kongmanila, D.; Leding, I. 2009. Chemical composition of some tropical foliage species and their intake and digestibility by goats. Asian-Aust. Journal of Animal Science 22(6): 803-811.
- Lázaro, R. 2014. Inclusión de harina de cascara de plátano verde variedad inguiri (*Mussa paradisiaca*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en fase de crecimiento y acabado. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 48 pp.
- Lohakare, J.D.; Pattanaik, A.K.; Khan, S.A. 2006. Effect of dietary protein levels on the performance, nutrient balances, metabolic profile and thyroid hormones of crossbred calves. Asian-Aust. Journal of Animal Science 19(11): 1588-1596
- Machado, R.J.A.; Monteiro, N.K.V.; Migliolo, L.; Silva, O.L.; Pinto, M.F.S.; Oliveira, A.S.; Franco, O.V.L.; Kiyota, S.; Bemquerer, M.P.; Uchoa, A.F.; Morais, A.H.A.; Santos, A.E. 2013. Characterization and pharmacological properties of a novel multifunctional Kunitz inhibitor from *Erythrina velutina* seeds. PLOS ONE 8(5): 1-14.
- Paredes, D.; Valencia, T. 2015. Efecto de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) precocida sobre la estructura histológica del hígado e ileon y el nivel de proteína total en sangre de pollos broiler. Investigación y Amazonía 5(1-2): 25-29.
- Paterson, R.T. 1994. Use of trees for livestock. *Erythrina*. Natural Resources Institute. Chatham, UK. 18 pp.
- Pesoti, A.R.; de Oliveira, B.M.; de Oliveira, A.C.; Pompeu, D.G.; Goncalves, D.B.; Marangoni, S.; da Silva, J.A.; Granjeiro, P.A. 2015. Extraction, purification and characterization of inhibitor of trypsin from *Chenopodium quinoa* seeds. Food Science and Technology, Campinas 35(4): 588-597.
- Pompeu, D.G.; dos Santos Carvalho, A.; Flores da Costa, O.; Sobreira-Galdino, A.; Goncalves, D.B.; da Silva, J.A.; Granjeiro, P.A. 2014. Anti-nutritional factors and "in vitro" digestibility of leaves of *Pereskia aculeata* Miller. Biochemistry and Biotechnology Research 3(1): 1-9.
- Reátegui, R.; Paredes, D.M. 2015. Determinación del efecto del consumo de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne. Folia Amazónica 24(2): 131-138.
- Rios, J. 1981. Digestibilidad de la *Erythrina* (*Erythrina sp.*) en ovinos. Tesis pre grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Perú. 39 pp.
- Salazar, C. 1973. Comparativo de dos raciones en la alimentación de cuyes en condiciones tropicales. Tesis pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Perú. 57 pp.
- Stalker, M.J.Y.; Hayes, M.A. 2006. Liver and Biliary System. In: Pathology of Domestic animals by M. Grant Maxie, Fifth Edition, Saunders. Vol. II. Pp. 298-387.
- Titgemeyer. 2003. Chapter 18: Aminoacid Utilization by growing and Finishing Ruminants. In: Aminoacids in animal nutrition by J.P.F. D'Mello, Second Edition, CAB Publishing, Wallingford. UK. Pp. 329-346.
- Universidad de Córdoba. 2016. Software Statistics Infostat.
- Valberg, S.J. 2008. Skeletal muscle function. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals by J.J. Kaneko, J.W. Harvey & M.L. Bruss. 6th Edition, Academic Press. Pp. 459-484.
- Vergara, V. 2008. Avances en Nutrición y Alimentación en cuyes. XXXI Reunión científica Anual de la Producción Peruana de Producción Animal APPA. Simposio: Avances sobre producción de cuyes en Perú. Lima, Perú.
- Vicuña, M. 2015. Inclusión de harina de mucílago de cacao en raciones para cuyes en las fases de crecimiento y acabado sobre los parámetros económicos. Tesis de Ipre grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia Tingo María, Perú. Pp. 60.
- Washington, I.M.; Van Hoosier, G. 2012. Clinical Biochemistry. In: The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster and Other Rodents by Suckow M.A.; Stevens, K.A.; Wilson R.P. Academic Press. Pp. 59-116.
- Wiener laboratories. 2012. Vademecum de protocolos de bioquímica clínica. Disponible en: http://files.wienerlab.com/Vademecum_completo_espanol.pdf
- Zimmerman, K., Moore, D.M.; Smith, S.A. 2015. Hematological assessment in pet guinea pigs (*Cavia porcellus*). Vet. Clin. Exot. Animal 18: 33-40.