

Perfil bioquímico renal en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con pisonay (*Erythrina* sp)

Renal biochemistry profile in guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed with pisonay (*Erythrina* sp)

Noemi T. Rodrigo-Condori¹, Herbert Flores-Merma², Ruth Ramos-Zuñiga³,
Ludwing A. Cárdenas-Villanueva^{4,5}

RESUMEN

El experimento se realizó en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, Perú, entre enero y abril de 2017 y tuvo como objetivo determinar los niveles séricos de creatinina, urea y nitrógeno ureico en sangre (NUS) en cuyes alimentados con pisonay (*Erythrina* sp). Se utilizaron hojas y peciolos de pisonay con cuatro meses de rebrote y alfalfa fresca (*Medicago sativa*) con 28 días de rebrote en la dieta de 18 cuyes machos mejorados. Los animales fueron distribuidos en tres tratamientos: A100, 100% de alfalfa (80 g), A50P50, 50% alfalfa (40 g) más 50% de pisonay (40 g) y P100: 100% de pisonay (80 g). El alimento fue proporcionado dos veces al día. Los niveles séricos de creatinina en cuyes alimentados con A50P50 y P100 fueron significativamente mayores con respecto a los que consumieron A100 ($p < 0.05$). Los niveles de NUS solo fueron significativamente diferentes entre A100 y P100 ($p < 0.05$), mientras que no hubo diferencias significativas entre tratamientos para el caso de la urea sanguínea. El incremento proporcional de 50 a 100% de hojas de pisonay como forraje fresco en la dieta de cuyes podría provocar trastornos en la función renal.

Palabras clave: alfalfa, creatinina, hojas, peciolos, urea

¹ Agencia Agraria Lampa, Dirección Regional Agraria Puno, Perú

² Agencia Agraria San Pedro de Moho, Dirección Regional Agraria Puno, Perú

³ Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Curahuasi, Apurímac, Perú

⁴ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú

⁵ E-mail: car-vet@hotmail.com

Recibido: 28 de marzo de 2020

Aceptado para publicación: 15 de octubre de 2020

Publicado: 21 de diciembre de 2020

ABSTRACT

The experiment was carried out in the district of Tamburco, province of Abancay, Peru, between January and April 2017, aimed to determine serum levels of creatinine, urea and blood urea nitrogen (BUN) in guinea pigs fed with pisonay (*Erythrina* sp). Leaves and petioles of pisonay with four months of regrowth and fresh alfalfa (*Medicago sativa*) with 28 days of regrowth were used in the diet of 18 improved male guinea pigs. The animals were distributed in three treatments: A100: 100% alfalfa (80 g), A50P50: 50% alfalfa (40 g) plus 50% pisonay (40 g) and P100: 100% pisonay (80 g). The feed was provided twice a day. Serum creatinine levels in guinea pigs fed A50P50 and P100 were significantly higher compared to those that consumed A100 ($p < 0.05$). The BUN levels were only significantly different between A100 and P100 ($p < 0.05$), while there were no significant differences between treatments for the case of blood urea. The proportional increase of 50 to 100% of pisonay leaves as fresh forage in the diet of guinea pigs could cause disorders in kidney function.

Key words: creatinine, leaves, lucerne, petiole, urea

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Erythrina* se encuentran en varios países, incluido el Perú (Lozano y Zapater 2010; Avendaño y Castillo 2014; Choque *et al.*, 2018), y se les usa como cercas vivas, sombra y fertilizante para café, aprovechamiento de la madera y en la alimentación animal, así como en usos medicinales (Schleier *et al.*, 2016; Bohada *et al.*, 2017). Las hojas de *E. brucei* y *E. abyssinica* se aprovechan como forraje en la época seca (Yisehak y Janssens, 2013), así como *E. variegata* y *E. subumbrans* (Kongmanila *et al.*, 2012). *Erythrina* sp puede producir 78 ± 42 t/ha por año de materia verde, reportando mayor fitomasa (33 ± 7 t/ha de materia seca) en podas de 26 semanas (Alvarado *et al.*, 2007), en tanto que *E. peruviana* incrementó el rendimiento de biomasa fresca de 4.3 a 6.8 t/ha por año con tres frecuencias de corte (Valarezo y Ochoa, 2013).

Las leguminosas arbustivas destinadas a forraje deben tener una alta calidad nutricional para justificar la inversión. La composición nutricional de varias especies del género *Erythrina* presentan rendimientos de materia seca (MS) de 20-28%, así como contenidos de proteína cruda (PC) de 17-26%, fibra cruda (FC) de 21-29%, extracto etéreo (EE) de 1-4%, ceniza de 9-12%, fibra detergente neutro (FDN) de 44-59% y fibra detergente ácido de 28-35% con base a MS (Fino *et al.*, 2013; Verdecia *et al.*, 2014; Sotelo *et al.*, 2016; Vivasane y Preston, 2016; Bohada *et al.*, 2017; Ascencio *et al.*, 2018), valores que pueden cubrir los requerimientos nutricionales de los cuyes. El uso en la alimentación de cuyes como forraje fresco (Sánchez *et al.*, 2012; Cárdenas *et al.*, 2016b) y harina de hojas (Guevara *et al.*, 2013; Meza *et al.*, 2014a,b) ha sido evaluado en diferentes dietas.

Las hojas de especies de *Erythrina* contienen compuestos secundarios conocidos como factores antinutricionales, entre los que

se encuentran alcaloides, flavonoides, terpenoides (Pino *et al.*, 2004) y taninos (Alvear *et al.*, 2013) que pueden causar efectos citotóxicos (Araújo *et al.*, 2012) a nivel digestivo, hepático y renal. El extracto acuoso de corteza de tallo de *E. senegalensis* por vía oral durante 28 días consecutivos provocó la disminución de creatinina y urea en ratas (Atsamo *et al.*, 2011), mientras que la administración de nicotina intraperitoneal durante 30 días indujo toxicidad renal en cuyes (Azab y Albasha, 2015). Es importante indicar que los principales indicadores de la función renal son la creatinina sérica, urea y NUS (Bovee, 1986; Fisher, 2006; Washington y Van Hoosier, 2012; Harcourt-Brown, 2013).

En la zona de Abancay, el 16% de los productores aprovechan el pisonay (*Erythrina* sp) para la dieta de los cuyes, básicamente en épocas de secano donde el forraje verde escasea (Quispe *et al.*, 2008), siendo un recurso renovable que crece en forma natural. En tal sentido, para recomendar el uso del pisonay, se determinó el efecto del consumo de pisonay en el perfil bioquímico renal: creatinina, urea y nitrógeno ureico en sangre (NUS).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en una granja de cuyes ubicada en el sector de Moccospampa, distrito de Tamburco, en Abancay, Perú. La zona presenta rangos de temperaturas promedio de 11.7-23.8 °C, humedad relativa de 62.7% y precipitación pluvial media de 595 mm. El forraje estuvo constituido por hojas y peciolos de pisonay con crecimiento vegetativo de 120 días de rebrote y alfalfa fresca de 28 días de rebrote, los cuales fueron cosechados alrededor del sitio experimental en la época de lluvias (enero-abril de 2017).

Se utilizaron 18 cuyes machos mejorados (tipo 1) con edad aproximada de tres meses y peso vivo de 833 ± 61 g, en

buen estado de salud. Los cuyes fueron criados en pozas con bebederos, tuvieron un periodo de acostumbamiento de siete días previo al inicio del experimento y fueron distribuidos al azar en tres tratamientos (dietas) de seis animales: A100, 100% alfalfa (*Medicago sativa*) (80 g), A50P50: 50% alfalfa (40 g) y 50% pisonay (40 g), P100: 100% pisonay (80 g). Las dietas fueron proporcionadas durante 21 días (duración de la etapa experimental), dos veces al día, y el agua estuvo disponible a voluntad. Los valores nutricionales del pisonay fueron reportados por Cárdenas *et al.* (2013, 2016a,b).

Los animales fueron beneficiados al final de la etapa experimental. La eutanasia se hizo mediante insensibilización por dislocación de las vértebras cervicales (Jurado-Gámez *et al.*, 2016). Se tomaron muestras de sangre directamente de la vena yugular (Pilny, 2008) en tubos sin anticoagulante para la obtención del suero por centrifugación a 1398 x g durante 10 minutos. El suero sanguíneo fue congelado a -20 °C hasta su análisis en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Se determinaron los niveles séricos de creatinina, urea y nitrógeno ureico en sangre por triplicado utilizando kits comerciales (Valtek Diagnostics, Chile) y un espectrofotómetro 6405 UV/Vis Jenway.

Los datos fueron analizados mediante un Diseño Completo al Azar con un nivel de confianza del 95%. Para la comparación de medias de las dietas se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Los datos fueron expresados como promedio y desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de creatinina (Figura 1) fue significativamente diferente entre los tres tratamientos ($p < 0.05$), siendo mayor en el grupo alimentado con solo pisonay (P100). En el caso de NUS (Figura 2), los niveles

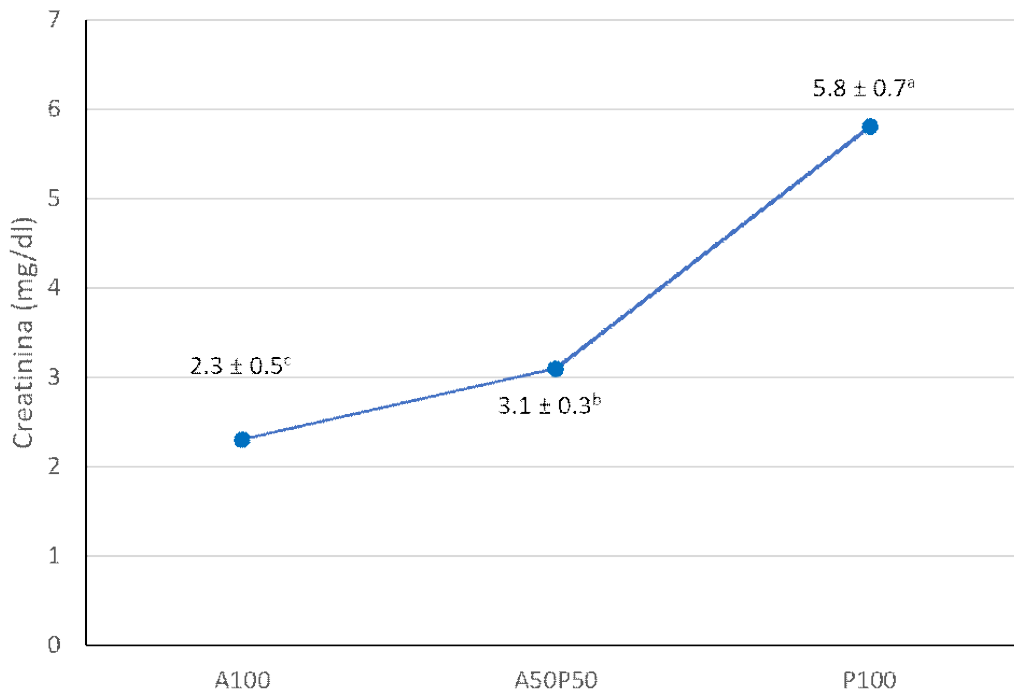


Figura 1. Niveles séricos de creatinina en cuyes alimentados con alfalfa (A100), alfalfa más pisonay (A50P50) y pisonay (*Erythrina* sp) (P100)

solo fueron significativamente diferentes entre A100 y P100 ($p < 0.05$), mientras que no hubo diferencias significativas entre tratamientos para el caso de la urea sanguínea.

La concentración de creatinina en cuyes alimentados exclusivamente con alfalfa (A100), estuvo cerca del límite máximo de 0.75-2.55 mg/dl reportado por Burns y Lannoy (1966) y de 0.6-2.2 mg/dl reportado por Noonan (1994) y muy por encima de este valor para los cuyes alimentados con pisonay. Asimismo, todos los valores de creatinina estuvieron por encima del promedio reportados por Waner *et al.* (1996) en cuyes machos adultos Hairless y Haired Dunkin-Hartley (0.50 a 0.66 mg/dl), Kitagaki *et al.* (2005) en cuyes machos Weiser-Maples de 0.33-0.52 mg/dl y por Quesenberry *et al.* (2012) de hasta 0.87 mg/dl.

Los niveles séricos de urea por efecto de las tres dietas reflejaron estar por encima de los valores indicados por Salman (2009, 2011, 2014) de 33.6 a 44.1 mg/dl y por El-Boshy *et al.* (2013, 2015) en cuyes de 1-2 meses de 39.5-45.6 mg/dl, pero fueron similares a los valores de 55.9 a 102.9 mg/dl hallados en cuyes machos adultos Hairless y Haired Dunkin-Hartley (Waner *et al.*, 1996). De otra parte, los valores de NUS estuvieron dentro de los rangos reportados por Burns y Lannoy (1966) de 12.5-41.8 mg/dl, por Noonan (1994) de 9.0-31.5 mg/dl, por Quesenberry *et al.* (2012) de 9.4-28.9 mg/dl y por Omonona *et al.* (2015) de 14.4 ± 0.5 mg/dl; sin embargo, Kitagaki *et al.* (2005) reportaron valores de NUS en cuyes machos de 26.6 a 37.2 mg/dl.

Según Holowaychuk (2006), el consumo de plantas que contienen oxalatos incrementó los niveles de creatinina hasta 4.2

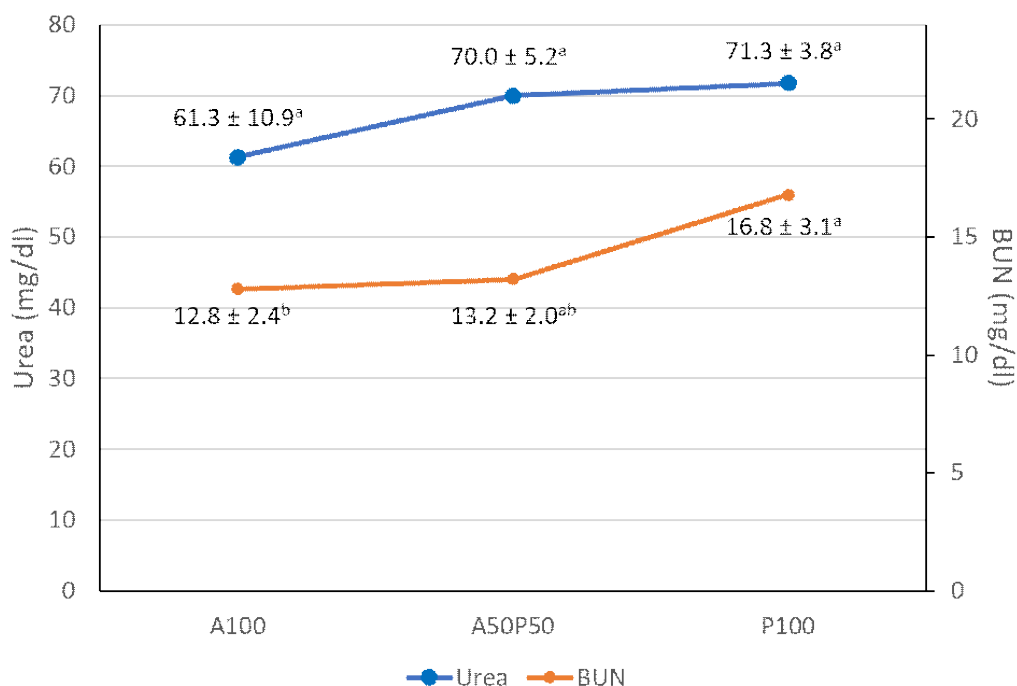


Figura 2. Niveles séricos de urea y nitrógeno ureico en sangre (NUS) en cuyes alimentados con alfalfa (A100), alfalfa más pisonay (A50P50) y pisonay (*Erythrina* sp) (P100)

mg/dl a los 38 días y de NUS de 71.9 a 74.5 mg/dl en el día 2 y 18 de evaluación, lo cual era sugerente de fallas renales. Se conoce que la administración de endosulfan después de 4-8 semanas incrementa los niveles de creatinina (2.4 a 3.0 mg/dl) y urea (45 a 64 mg/dl), ocurriendo degeneración glomerular, dilatación de la capsula de Bowman y degeneración del sistema tubular de las nefronas en cuyes (Kumar *et al.*, 2014). Asimismo, el extracto de hojas de *Lantana camara* provocó el incremento de creatinina de 0.54 a 1.21 mg/dl, además de disminución significativa del peso corporal, indicando una nefrotoxicidad pronunciada (Kumar *et al.*, 2018).

Los niveles elevados de urea podrían estar relacionados con la cantidad de proteína proporcionada en las dietas (Oze *et al.*, 2006), hasta 23% (P100) que conllevó a la pérdida de peso (-1.5 g/día/animal), los cuales están por encima de los requerimientos

mínimos para cuyes (Cayllahua *et al.*, 2015; Airahuacho y Vergara, 2017). Cabe indicar que la urea se sintetiza en el hígado en forma de amoníaco por catabolismo proteico y la concentración de urea sanguínea es similar a la filtración glomerular (Kreutzer *et al.*, 2008). No obstante, Paredes-Lopez *et al.* (2017) no reportaron cambios significativos en la urea (37.5 ± 1.5 mg/dl) mediante la inclusión de 7 a 28% de harina de *Erythrina* sp en la alimentación de cuyes. De otra parte, los niveles de NUS no fueron afectados por la alfalfa e incremento del pisonay en la dieta.

El pisonay puede ser considerado nefrotóxico probablemente por la susceptibilidad de los cuyes, dado que el pisonay de 50 a 100% en la dieta de los cuyes indujo el aumento significativo de creatinina y urea. Sobre el particular, Couser *et al.* (1977) mencionan que el deterioro funcional renal en cuyes se manifiesta por una duplicación de la concentración de creatinina sérica y un au-

mento comparable de NUS después de una dosis de suero nefrotóxico, mientras que Oze *et al.* (2006) indican que la administración de extractos etanólicos con carácter nefrotóxico provoca el aumento constante de creatinina y urea sérica, especialmente a dosis altas, y en aplicación prolongada.

CONCLUSIONES

- La inclusión de hojas de pisonay como forraje fresco en la dieta de cuyes en proporciones de 50 y 100% incrementa los niveles séricos de creatinina y urea, pero mantienen los niveles normales de NUS.
- Los niveles encontrados de creatinina y urea séricos pueden llegar a ocasionar trastornos en la función renal de los cuyes.

LITERATURA CITADA

1. **Airahuacho FE, Vergara V. 2017.** Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L. Rev Inv Vet Perú 28: 255-264. doi: 10.15381/rivp.v28i2.13079
2. **Alvarado MF, Rodríguez JC, Cerrato M. 2007.** Concentración de carbono y nitrógeno a seis frecuencias de poda en *Gliricidia sepium* y *Erythrina* sp. Tierra Tropical 3: 139-148.
3. **Alvear CM, Melo W, Apráez JE, Gálvez A, Insuasty EG. 2013.** Especies arbóreas y arbustivas con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical del norte de Nariño y sur del Cauca. Agroforestería Neotropical 3: 37-46.
4. **Araújo-Júnior JX, Oliveira MSG, Aquino PGV, Alexandre-Moreira MS, Sant'Ana AEG. 2012.** A phytochemical and ethnopharmacological. Review of the genus *Erythrina*. In: Venketeshwer Rao (ed). Phytochemicals - a global perspective of their role in nutrition and health. Rijeka: China: InTech. p 327-352.
5. **Ascencio L, Valles B, Castillo E, Ibrahim M. 2018.** *In situ* ruminal degradation and effective degradation of foliage from six tree species during dry and rainy seasons in Veracruz, Mexico. Agroforest Syst 93: 123-133. doi: 10.1007/s10457-018-0184-z
6. **Atsamo AD, Nguelefacka TB, Datté JY, Kamanyi A. 2011.** Acute and subchronic oral toxicity assessment of the aqueous extract from the stem bark of *Erythrina senegalensis* DC (Fabaceae) in rodents. J Ethnopharmacol 134: 697-702. doi: 10.1016/j.jep.2011.01.023
7. **Avendaño N, Castillo A. 2014.** El género *Erythrina* L (Leguminosae-Faboideae) en Venezuela. Acta Bot Venez 37: 123-164.
8. **Azab AE, Albasha MO. 2015.** Simultaneous administration of aqueous extract of *Rosmarinus officinal* with nicotine resulted in prevention of induced hepatorenal toxicity in guinea pigs. Am J Biosci Bioengineering 3: 80-86. doi: 10.11648/j.bio.20150305.20
9. **Bovee KC. 1986.** Renal function and laboratory evaluation. Toxicol Pathol 14: 26-36. doi: 10.1177/019262338601400104
10. **Bohada CM, Ospina LA, Vargas JE. 2017.** Identificación y caracterización de especies vegetales con potencial forrajero en trópico alto de la cuenca del río Tapias. Livestock Res Rural Develop 29(5). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd29/5/karm29100.html>
11. **Burns KF, de Lannoy CW. 1966.** Compendium of normal blood values of laboratory animals with indication of variations. Toxicol Appl Pharmacol 8: 429-437. doi: 10.1016/0041-008x(66)-90052-4
12. **Cárdenas LA, Bautista JL, Zegarra JL, Ramos R. 2013.** Degradabilidad ruminal de la fibra del follaje pisonay (*Erythrina* sp). Rev Complutense Cienc Vet 7: 42-49. doi: 10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41687

13. **Cárdenas LA, Bautista JL, Zegarra JL, Ramos R, Gomez OE, Barreto JS. 2016a.** Degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del pisonay (*Erythrina falcata*). Rev Inv Vet Perú 27: 39-44. doi: 10.15381/rivep.v27i1.11461
14. **Cárdenas LA, Sánchez CZ, Ramírez Y, Ramos R. 2016b.** Uso del pisonay (*Erythrina* sp) en la alimentación de cuyes. En: Simposio Nacional Avances y Perspectivas en la Producción de Cuyes. Lima, Perú. UNALM.
15. **Cayllahua F, Condori DU, Cordero AG, Veliz M, Contreras JL. 2015.** Sustitución gradual de la alfalfa (*Medicago sativa* L) por el germinado de cebada (*Hordeum vulgare*) en raciones de cuyes (*Cavia porcellus* L) en la etapa de crecimiento. Rev Complutense Cienc Vet 9: 7-21. doi: 10.5209/rev_RCCV.-2015.v9.n2.49601
16. **Choque H, Huaita A, Cárdenas LA, Ramos R. 2018.** Efecto de la edad de rebrote en la degradación ruminal del pisonay (*Erythrina* sp) en el valle interandino de Abancay. J High Andean Res 20: 189-202. doi: 10.18271/ria.2018.363
17. **Couser WG, Stilmant MM, Jermanovich NB. 1977.** Complement-independent nephrotoxic nephritis in the guinea pig. Kidney Int 11: 170-180. doi: 10.1038/ki.1977.25
18. **El-Boshy ME, Abdalla OM, Risha A, Moustafa F. 2013.** Effect of *Withania somnifera* extracts on some selective biochemical, hematological, and immunological parameters in guinea pigs experimental infected with *E. coli*. ISRN Vet 2013: 153427. doi: 10.1155/2013/153427
19. **El-Boshy ME, Husien SH, Fatma MA, Engy FR, Osama AM. 2015.** Comparative studies on Triclabendazole and Mirazid in guinea pigs experimentally infected with *Fasciola gigantica*. J Bioanal Biomed 7: 13-17. doi: 10.4172/1948-593X.1000117
20. **Fisher PG. 2006.** Exotic mammal renal disease: diagnosis and treatment. Vet Clin North Am Exot Anim Pract 9: 69-96. doi: 10.1016/j.cvex.2005.10.002
21. **Fino JA, Muñoz F, Roa ML. 2013.** Calidad nutricional y degradabilidad de tres especies de árboles forrajeros utilizando vacas fistuladas. Rev Sist Prod Agroecol 4: 2-18.
22. **Guevara J, Díaz P, Bravo N, Vera M, Crisóstomo O, Barbachán H, Huamán D. 2013.** Uso de harina de pajuro (*Erythrina edulis*) como suplemento en la alimentación de cuyes - Lima. Rev Per Quím Ing Quím 16: 21-28.
23. **Harcourt-Brown FM. 2013.** Diagnosis of renal disease in rabbits. Vet Clin North Am Exot Anim Pract 16: 145-174. doi: 10.1016/j.cvex.2012.10.004
24. **Holowaychuk MK. 2006.** Renal failure in a guinea pig (*Cavia porcellus*) following ingestion of oxalate containing plants. Can Vet J 47: 787-789.
25. **Jurado-Gómez HA, Cabrera EJ, Salazar JA. 2016.** Comparación de dos tipos de sacrificio y diferentes tiempos de maduración sobre variables fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). Rev MVZ Córdoba 63: 201-217. doi: 10.15446/rfmvz.v63n3.62741
26. **Kitagaki M, Yamaguchi M, Nakamura M, Sakurada K, Suwa T, Sasa H. 2005.** Age-related changes in haematology and serum chemistry of Weiser-Maples guinea pigs (*Cavia porcellus*). Lab Animal 39: 321-330. doi: 10.1258/0023677054307042
27. **Kongmanila D, Bertilsson J, Ledin I, Wredle E. 2012.** Utilisation of some *Erythrina* species and biomass production of *Erythrina variegata*. Livestock Res Rural Develop 24(8). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/daov24137.htm>
28. **Kreutzer KV, Turk JR, Casteel SW. 2008.** Clinical biochemistry in toxicology. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML

- (eds). Clinical biochemistry of domestic animals. Massachusetts, USA: Elsevier. p 821-837.
29. **Kumar R, Kumar A, Ali, MD, Nath A, Singh JK. 2014.** Evaluation of nephrotoxic effect of endosulfan on kidney of *Cavia porcellus*. *Am J Pharm Tech Res* 4: 795-804.
 30. **Kumar R, Sharma R, Patil RD, Mal G, Kumar A, Patil V, Kumar P, Singh B. 2018.** Sub-chronic toxicopathological study of lantadenes of *Lantana camara* weed in guinea pigs. *BMC Vet Res* 14: 129-142. doi: 10.1186/s12917-018-1444-x
 31. **Lozano EC, Zapater MA. 2010.** El género *Erythrina* (Leguminosae) en Argentina. *Darwiniana* 48: 179-200. doi: 10.14522/darwiniana.2014.482.18
 32. **Meza GA, Loor NJ, Sánchez AR, Avellaneda JH, Meza CJ, Vera DF, Cabanilla MG, et al. 2014a.** Inclusión de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia* e *Hibiscus rosasinensis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus). *Rev MVZ Córdoba* 61: 258-269. doi: 10.15446/rfmvz.v61n3.46874
 33. **Meza GA, Cabrera RP, Morán JJ, Meza FF, Cabrera CA, Meza JC, Meza JS, et al. 2014b.** Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia* 32: 75-80. doi: 10.4067/S0718-34292014000300010
 34. **Noonan D. 1994.** The guinea pig (*Cavia porcellus*). *ANZCCART News* 7: 1-8.
 35. **Omonona AO, Jarikre TA, Adetuga AT. 2015.** Clínico-pathological effects of single oral dose of cypermethrin in guinea pigs. *Sokoto J Vet Sci* 13: 1-8. doi: 10.4314/sokjvs.v13i1.1
 36. **Oze G, Nwanjo H, Onyeze G. 2006.** Nephrotoxicity caused by the extract of *Alstonia Boonei* (De Wild) stem bark in guinea pigs. *Internet J Nutr Wellness* 3(2). [Internet]. Available in: <https://print.ispub.com/api/0/ispub-article/3947>
 37. **Paredes-Lopez D, Robles-Huaynate R, Córdova-Chumbes O, De la Cruz-Paucar E. 2017.** Efecto de la harina de hojas de *Erythrina* sp sobre el perfil bioquímico, parámetros biológicos e histopatología del hígado de *Cavia porcellus*. *Scientia Agropec* 8: 297-304. doi: 10.17268/sci.agropecu.2017.04.01
 38. **Pilny AA. 2008.** Clinical hematology of rodent species. *Vet Clin North Am Exotic Anim Pract* 11: 523-533. doi: 10.1016/j.cvex.2008.04.001
 39. **Pino S, Prieto S, Pérez ME, Molina J. 2004.** Género *Erythrina*: Fuente de metabolitos secundarios con actividad biológica. *Acta Farm Bonaerense* 23: 252-258.
 40. **Quesenberry KE, Donnelly TM, Mans C. 2012.** Biology, husbandry, and clinical techniques of guinea pigs and chinchillas. In: Quesenberry KE, Carpenter JW (eds). *Ferrets, rabbits and rodents clinical medicine and surgery*. Saint Louis, USA: Elsevier Saunders. p 279-294.
 41. **Quispe US, Pineda ME, Zea D. 2008.** Caracterización de sistemas de producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en Tamburco-Apurímac. En: XIX Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. Puno, Perú.
 42. **Salman MMA. 2009.** Physiological effects of envenomation by two different doses of the viper *Echis coloratus* crude venom on biochemical parameters in serum of guinea pigs at different times. *Egypt Acad J Biol Sci C Physiol Mol Biol* 1: 21-31.
 43. **Salman MMA. 2011.** The acute effects of scorpion (*Leiurus quinquestriatus*) venom on some clinical pathological parameters in guinea pigs. *J Am Sci* 7: 794-801.
 44. **Salman MMA. 2014.** Effects of different doses of *Cerastes cerastes* crude venom on biochemical parameters in serum of guinea pigs at different times. *Biol Forum* 6: 329-339.

45. **Sánchez A, Zambrano D, Torres E, Meza G 2012.** Forrajeras tropicales y banano maduro (*Musa paradisiaca*) en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L) en el cantón Quevedo. Actas Iberoam Conserv Anim 2: 287-290.
46. **Schleier R, Quirino CS, Rahme S. 2016.** *Erythrina mulungu* – descrição botânica e indicações clínicas a partir da antroposofia. Arte Médica Ampliada 36: 162-167.
47. **Sotelo A, Contreras C, Norabuena E, Castañeda R, Van Heurck M, Bullón L. 2016.** Digestibilidad y energía digestible de cinco leguminosas forrajeras tropicales. Bol Soc Quím Peru 82: 306-314.
48. **Valarezo J, Ochoa D. 2013.** Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía ecuatoriana. CEDAMAZ 3: 113-124.
49. **Verdecia DM, Herrera RS, Ramírez JL, Acosta IL, Bodas R, Lorente SA, Giráldez FJ, et al. 2014.** Caracterización bromatológica de seis especies forrajeras en el Valle del Cauto, Cuba. Av Investig Agropecu 18: 75-90.
50. **Vivasane S, Preston TR. 2016.** Effect of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and *Erythrina* (*E. subumbrans*) foliage on growth of goats fed basal diets of banana (*Musa* spp) leaves or Elephant grass (*Pennisetum purpureum*). Livestock Res Rural Develop 28(12). [Internet]. Available in: <http://www.lrrd.org/lrrd28/12/khao28215.html>
51. **Waner T, Avidar Y, Peh HC, Zass R, Bogin E. 1996.** Hematology and clinical chemistry values of normal and euthymic hairless adult male Dunkin-Hartley guinea pigs (*Cavia porcellus*). Vet Clin Pathol 25: 61-64. doi: 10.1111/j.1939-165x.1996.tb00971.x. PMID: 12660977
52. **Washington IM, Van Hoosier G 2012.** Clinical biochemistry and hematology. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP (eds). The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents. Saint Louis, USA: Elsevier. p 57-116.
53. **Yisehak K, Janssens GPJ. 2013.** Evaluation of nutritive value of leaves of tropical tanniferous trees and shrubs. Livestock Res Rural Develop 25(2). [Internet]. Available in: <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd25/2/yise25028.htm>