

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

PERFIL BIOQUÍMICO DE LA FUNCIÓN RENAL EN CUYES (*Cavia porcellus*)
ALIMENTADOS CON HARINA DE PISONAY (*Erythrina sp*) DE DIFERENTE EDAD DE
REBROTE

Presentado por:

Jennefer Vega Cruz

Para optar el Título de
Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



“TESIS”

“PERFIL BIOQUÍMICO DE LA FUNCIÓN RENAL EN CUYES (*Cavia porcellus*)
ALIMENTADOS CON HARINA DE PISONAY (*Erythrina sp*) DE DIFERENTE EDAD
DE REBROTE”

Presentado por **Jennefer Vega Cruz**, para optar el Título de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 07 de octubre de 2021 ante el jurado evaluador:

Presidente:

Dr. Nilton César Gómez Urviola

Primer Miembro:

Dr. Víctor Alberto Ramos De la Riva

Segundo Miembro:

M.Sc. Delmer Zea Gonzales

Asesor:

Mg.Sc. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva

Agradecimientos

Agradecer al creador de todas las cosas, al santísimo Señor de Huanca, Señor de Illanya, Patrón San Lorenzo y la Virgen Santa Isabel de Caype por la vida que me regalaron y que permitieron encaminarme en esta noble carrera y que me han dado fortaleza para continuar cuando estaba a punto de caer, por ello, agradezco con toda la humildad de mi corazón. A mi alma mater la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, en especial a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y toda su plana docente por los conocimientos impartidos en mi formación profesional.

De igual forma a mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A la persona especial quien me motivó a levantarme de tantas caídas, por inculcar en mí, además de lo académico, seguir adelante a pesar de las dificultades, Mg.Sc. Ludwing Cárdenas Villanueva, mi compadre.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir experiencias que fueron especiales para mí.



Dedicatorias

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento tan importante, con triunfos en mi formación profesional. A mi madre Lucinda Leonor y madrina Irene Quispe Pilco, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opinión.

A mis hijos Dhasiel, mis gemelas Valery y Valezka por ser mi razón y motivo para seguir adelante.

A Nicolás, mi esposo y compañero, por su constante apoyo, amor y comprensión.

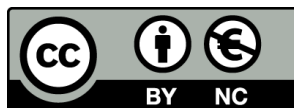
A mis hermanos Tania, Noemí y John Antonio por compartir momentos significativos conmigo y por estar siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.



“Perfil bioquímico de la función renal de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote”

Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos	6
1.2.3 Justificación de la investigación.....	6
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación	8
2.2.1 Objetivo general	8
2.2.2 Objetivos específicos.....	8
2.2 Hipótesis de la investigación	8
2.2.3 Hipótesis general	8
2.2.4 Hipótesis específicas	8
2.3 Operacionalización de variables	8
CAPÍTULO III	9
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	9
3.1 Antecedentes	9
3.2 Marco teórico	11
3.2.1 Características generales del género <i>Erythrina</i>	11
3.2.2 Fisiología digestiva del cuy	12
3.2.2.1 Necesidades nutricionales del cuy	13
3.2.3 Fisiología renal del cuy	13
3.2.4 Perfil bioquímico renal.....	14
3.2.4.1 Creatinina	15
3.2.4.2 Nitrógeno ureico en sangre.....	16
CAPÍTULO IV	17
METODOLOGÍA	17
4.1 Tipo y nivel de investigación	17
4.2 Diseño de la investigación	17
4.3 Población y muestra.....	17
4.4 Procedimiento	17
4.5 Técnica e instrumentos	19

4.6	Análisis estadístico	20
CAPÍTULO V		22
RESULTADOS Y DISCUSIONES		22
5.1	Análisis de resultados	22
5.1.1	Creatinina sérica en cuyes	22
5.1.2	Nitrógeno ureico en cuyes.....	23
5.2	Discusión	24
CAPÍTULO VI		27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		27
6.1	Conclusiones.....	27
6.2	Recomendaciones	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		28
ANEXOS		34

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados del perfil bioquímico del suero desde los días 2 al 38	10
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de los cuyes	13
Tabla 3. Niveles séricos de creatinina y nitrógeno ureico en sangre de diferentes roedores ...	15
Tabla 4. Perfil bioquímico de la función renal en cuyes machos de diferentes razas	16
Tabla 5. Insumos alimenticios en las dietas experimentales y control para cuyes, % 16	¡Error!
	Marcador no definido.
Tabla 6. Distribución de tratamientos y repeticiones del trabajo	17
Tabla 7. Creatinina sérica en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) alimentados con harina de pisonay por ocho semanas.....	23
Tabla 8. Nitrógeno ureico en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) alimentados con harina de pisonay por ocho semanas.....	24
Tabla 9. Resumen estadístico para creatinina	35
Tabla 10. ANOVA para creatinina por tratamiento	35
Tabla 11. Análisis de varianza para creatinina.....	35
Tabla 12. Pruebas de múltiples rangos para creatinina, método: 95.0% Duncan	35
Tabla 13. Resumen estadístico para nitrógeno ureico	36
Tabla 14. ANOVA para nitrógeno ureico por tratamiento.....	36
Tabla 15. Análisis de varianza para nitrógeno ureico	36
Tabla 16. Pruebas de múltiples rangos para nitrógeno ureico, método: 95.0% Duncan.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Niveles séricos de creatinina sérica en cuyes por tratamiento	22
Figura 2. Niveles séricos de nitrógeno ureico en cuyes por tratamiento.....	24
Figura 3. Elaboración de harina de pisonay en molino de martillo.....	37
Figura 4. Proceso de limpieza del rotor y extracción de la harina	37
Figura 5. Jaulas de los cuyes en el galpón.....	38
Figura 6. Distribución de agua previa limpieza del bebedero tipo campana	38
Figura 7. Reactivos para la determinación de creatinina sérica	40
Figura 8. Equipos y materiales	40
Figura 9. Distribución de reactivo de trabajo para la determinación de NUS.....	41
Figura 10. Viraje de coloración de las muestras para el NUS.....	41
Figura 11. Analizador bioquímico semiautomático Stat Fax 3300	42
Figura 12. Lectura de muestras en el analizador bioquímico semiautomático	42

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha incrementado la producción de cuyes por efecto de consumo de carnes bajas en grasas, esto significa el incremento en la necesidad de forrajes convencionales y no convencionales utilizados por los criadores de cuyes a nivel familiar, familiar-comercial y comercial (1), como ocurre con el 16% de productores del sector de Kerapata que aprovechan el pisonay (*Erythrina sp*) para la dieta de los cuyes básicamente en épocas de secano donde el forraje verde escasea (2). En un trabajo realizado en el sector de Kerapata distrito de Tamburco, se evaluó la composición nutricional de las hojas del pisonay como forraje fresco (base húmeda), las muestras tuvieron una materia seca de 25.39%, la proteína cruda 7.65%, fibra cruda 7.35%, grasa bruta 0.31% y ceniza 1.29% (3), en otros estudios, realizados en las hojas y peciolos, recolectadas de árboles utilizados para la alimentación animal, por los productores agropecuarios de Tamburco denotaron una variación de 24.8 a 31.7% para la materia seca, la proteína cruda tuvo un rango desde 20.1 a 23.5%, el extracto etéreo de 0.4 a 2.5%, la ceniza 8.6 a 11.6% la fibra detergente neutro fue más estable en promedio 58.0% y la fibra detergente ácido desde 32.6 a 34.7% (4) (5) (6).

El género *Erythrina* contiene en sus hojas compuestos secundarios conocidos también como factores antinutricionales, presentan alcaloides, flavonoides, terpenoides (7), taninos y polifenoles totales (8) (9), metabolitos que pueden causar efectos citotóxicos (10) con probable presencia de toxicidad en monogástricos a nivel renal. El extracto acuoso de corteza de tallo de *Erythrina senegalensis* por vía oral durante 28 días consecutivos provocó la disminución de creatinina y urea en ratas (11). Extractos metanólicos de raíces de *Moringa oleifera* distorsionan la histoarquitectura de los riñones de cuyes (12) y los extractos de hojas no afectaron los niveles séricos de nitrógeno ureico en sangre -NUS- ($P>0.05$) de ratas Wistar (13). En cuyes con nefritis inducida por suero nefrotóxico (NTS) después de una a dos horas se observó el aumento transitorio de creatinina sérica y NUS, y el deterioro funcional renal se manifestó por una duplicación de la concentración de creatinina sérica y un aumento comparable en el NUS fue aparente a las 24 horas después de la inyección de NTS son consistentes con una disminución inmediata en el flujo de plasma renal y la tasa de filtración (14). Las especies exóticas como los roedores domésticos que presentan enfermedades del tracto urinario, presentaron concentraciones elevadas de nitrógeno ureico en sangre y creatinina en suero, clínicamente, los animales mostraron signos de insuficiencia renal o murieron de forma aguda (15).

Las enfermedades del sistema urinario en roedores comúnmente criados a menudo están infradiagnosticadas, muchas de las enfermedades degenerativas y metabólicas que afectan el



sistema urinario aún no se analizan hasta el momento en el contexto de los roedores de laboratorio (16). Los indicadores de la función renal más confiable son la creatinina sérica, seguida por el NUS (17) (18), en tal sentido, se desconoce los efectos tóxicos de la harina de pisonay que puedan provocar a nivel renal.



RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el perfil bioquímico de la función renal: creatinina sérica y nitrógeno ureico en sangre (NUS) de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote en el sector de Mosoccpampa, Apurímac. Se utilizaron 80 cuyes machos mejorados, los cuales fueron distribuidos al azar en grupos de 10 cuyes para cada tratamiento dietético que contenía 10, 20 y 30% de inclusión considerando 4, 8 y 12 meses de edad de rebrote y un grupo control con 20% de harina de alfalfa en condiciones isoproteicas (17-18%) e isoenergéticas (3.0 Mcal de Energía Digestible/kg de MS). Se tomaron muestras de sangre con finalidad de determinar la actividad sérica mediante kits comerciales (Valtek Diagnostics). Los niveles séricos de creatinina fueron diferentes entre los tratamientos ($P<0.05$), la inclusión de 20 y 30% de 4 meses de edad de rebrote (0.61 y 0.68 mg/dL), además del 20% de 12 meses de edad de rebrote (0.66 mg/dL) fueron diferentes al grupo control (0.48 mg/dL) ($P<0.05$). La creatinina fue afectada por la edad de rebrote ($P<0.05$), a los 4 meses de edad de rebrote fue mayor en 0.07 mg/dL con respecto a 8 y 12 meses de edad de rebrote que fueron similares entre sí (0.55 mg/dL); y en los niveles de inclusión solo fueron significativamente diferentes entre el 20 y 30% de harina de pisonay ($P<0.05$). Los niveles de NUS fueron diferentes entre los tratamientos ($P<0.05$), la inclusión del 10% de 4 meses de edad de rebrote (21.26 mg/dL) y de 12 meses de edad de rebrote (14.05 mg/dL) fueron diferentes al grupo control (17.56 mg/dL) ($P<0.05$). La edad de rebrote afectó los niveles séricos de NUS ($P<0.05$), a los 4 meses de edad de rebrote fue mayor en 2.32 y 2.45 mg/dL con respecto a 8 y 12 meses ($P<0.05$) que fueron similares entre sí y el NUS no fue afectado por el porcentaje de inclusión de harina de pisonay ($P>0.05$). Los valores de creatinina sérica y NUS estuvieron dentro de los rangos normales para los cuyes, esto nos demostraría que la harina de pisonay en la alimentación para cuyes no provoca nefrotoxicidad.

Palabras clave: creatinina, nitrógeno ureico, harina, hojas, peciolas.



ABSTRACT

The objective of the study was to determine the biochemical profile of kidney function: serum creatinine and blood urea nitrogen (BUN) of guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed with pisonay meal (*Erythrina sp*) of different regrowth age in the Mosoccpampa sector, Apurímac. Eighty improved male guinea pigs were used, which were randomly distributed in groups of 10 guinea pigs for each dietary treatment that contained 10, 20 and 30% inclusion by 4, 8 and 12 months of regrowth age and a control group with 20% of alfalfa meal under isoprotein (17-18%) and isoenergetic conditions (3.0 Mcal Digestible Energy/kg DM). Blood samples were taken to determine serum activity using commercial kits (Valtek Diagnostics). Serum creatinine levels were different between treatments ($P < 0.05$), including 20 and 30% of 4-month-old regrowth (0.61 and 0.68 mg/dL), in addition to 20% of 12-month-old regrowth (0.66 mg/dL) were different from the control group (0.48 mg/dL) ($P < 0.05$). Creatinine was affected by the regrowth age ($P < 0.05$), at 4 months of regrowth age it was higher by 0.07 mg/dL compared to 8 and 12 months of regrowth age, which were similar to each other (0.55 mg/dL); and the inclusion levels were only significantly different between 20 and 30% of pisonay meal ($P < 0.05$). The levels of NUS were different between the treatments ($P < 0.05$), the inclusion of 10% of 4-month-old regrowth (21.26 mg/dL) and 12-month-old regrowth (14.05 mg/dL) were different at control group (17.56 mg/dL) ($P < 0.05$). The regrowth age affected the serum levels of BUN ($P < 0.05$), at 4 months of regrowth age it was higher in 2.32 and 2.45 mg/dL with respect to 8 and 12 months ($P < 0.05$) which were similar to each other and the NUS was not affected by the inclusion percentage of pisonay meal ($P > 0.05$). Serum creatinine and BUN values were within normal ranges for guinea pigs, this would show us that pisonay meal in guinea pig feed does not cause nephrotoxicity.

Keywords: creatinine, leaves, meal, petiole, urea nitrogen.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La inclusión de forrajes y alimentos no convencionales como harinas en la dieta de cuyes no modifican el comportamiento productivo ni la calidad de la canal (19), estos forrajes de especies arbóreas leguminosas son utilizados por los ganaderos que las reconocen como fuente importante de alimento para los animales (20). El género *Erythrina* contiene en sus hojas compuestos secundarios conocidos también como factores antinutricionales, presentan alcaloides, flavonoides, terpenoides (7), taninos y polifenoles totales (8) (9), metabolitos que pueden causar efectos citotóxicos (10) con probable presencia de toxicidad en monogástricos a nivel digestivo, hepático y renal. El extracto acuoso de corteza de tallo de *Erythrina senegalensis* por vía oral durante 28 días consecutivos provocó la disminución de creatinina y urea en ratas (11).

Extractos metanólicos de raíces de *Moringa oleifera* distorsionan la histoarquitectura de los riñones de cuyes (12) y extractos de hojas no afectó los niveles séricos de nitrógeno ureico en sangre -NUS- ($P>0.05$) de ratas Wistar (13). En cuyes con nefritis inducida por suero nefrotóxico (NTS) después de una a dos horas se observó el aumento transitorio de creatinina sérica y NUS, y el deterioro funcional renal se manifestó por una duplicación de la concentración de creatinina sérica y un aumento comparable en el NUS fue aparente a las 24 horas después de la inyección de NTS son consistentes con una disminución inmediata en el flujo de plasma renal y la tasa de filtración (14). Las especies exóticas como los roedores domésticos que presentan enfermedades del tracto urinario, presentaron concentraciones elevadas de nitrógeno ureico en sangre y creatinina en suero, clínicamente, los animales mostraron signos de insuficiencia renal o murieron de forma aguda (15).

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿El perfil bioquímico de la función renal en cuyes (*Cavia porcellus*) es alterado al utilizar en su alimentación la inclusión de harina de pisonay (*Erythrina* sp) de diferente edad de rebrote?



1.2.2 Problemas específicos

- ¿Los niveles séricos de creatinina y nitrógeno ureico en cuyes son afectados por la inclusión de 10, 20 y 30% de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de 4, 8 y 12 meses de edad de rebrote en la dieta?

1.2.3 Justificación de la investigación

El cuy es un animal cecotrófico y se usa ampliamente como animal de laboratorio y mascota, y también se cría para producir carne en América del Sur y ciertos países africanos (21). El cuy es un animal que se viene criando con éxito en la costa y las zonas altoandinas del Perú, representa una alternativa al consumo de otro tipo de carnes, así como una fuente de ingreso para los productores, su alimentación puede variar desde el uso de concentrados en la costa al empleo de forraje verde, principalmente alfalfa, en la sierra o una combinación de ambas (22). En la región Apurímac se estima en 7.97% de la población nacional que equivale a 1 012 181 y el consumo per cápita nacional estimado de cuy por año es de 0.35 kg (23), en el 2017 la población de cuyes en el Perú fue 17 380 000 animales, a nivel nacional el 45.6% de los pequeños y medianos productores realizan la crianza de cuyes y el 25.1% es realizado por grandes productores (24). La composición proximal de la carne de cuy con respecto a la proteína es 18.6%, el contenido medio de lípidos fue 8.05% y las cenizas tienen un rango de 1.8 a 1.26%, resultan ser los atributos de la calidad de la carne con respecto a otras especies (25).

El uso de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales como suplemento ha demostrado sus bondades nutritivas y productivas en la alimentación de cuyes (26) (27). En un trabajo realizado en el sector de Kerapata distrito de Tamburco, se evaluó la composición nutricional de las hojas del pisonay como forraje fresco (base húmeda), las muestras tuvieron una materia seca de 25.39%, la proteína cruda 7.65%, fibra cruda 7.35%, grasa bruta 0.31% y ceniza 1.29% (3), en otros estudios, realizados en las hojas y peciolo, recolectadas de árboles utilizados para la alimentación animal, por los productores agropecuarios de Tamburco denotaron una variación de 24.8 a 31.7% para la materia seca, la proteína cruda tuvo un rango desde 20.1 a 23.5%, el extracto etéreo de 0.4 a 2.5%, la ceniza 8.6 a 11.6%. la fibra detergente neutro fue más estable en promedio fue 58.0% y la fibra detergente ácido desde 32.6 a 34.7% (4) (5) (6).



El 16% de los productores de Kerapata aprovechan el pisonay (*Erythrina sp*) para la dieta de los cuyes básicamente en épocas de secano donde el forraje verde escasea (2). Las enfermedades del sistema urinario en roedores comúnmente criados a menudo están infradiagnosticadas, muchas de las enfermedades degenerativas y metabólicas que afectan el sistema urinario se analizan, hasta el momento, en el contexto de los roedores de laboratorio (16). Los indicadores de la función renal más confiable son la creatinina sérica, seguida por el NUS (17) (18), en tal sentido, se desconoce los efectos tóxicos de la harina de pisonay que puedan provocar a nivel renal y tener la certeza de su uso como alimento en cuyes.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Determinar el perfil bioquímico de la función renal en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con la inclusión de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote.

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles séricos de creatinina y nitrógeno ureico en cuyes alimentados con harina de pisonay (*Erythrina sp*) de 4, 8 y 12 meses de edad de rebrote considerando un 10, 20 y 30% de inclusión en la dieta.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.3 Hipótesis general

El alimento con harina de pisonay (*Erythrina sp*) influye en el perfil bioquímico de la función renal en cuyes (*Cavia porcellus*).

.

2.2.4 Hipótesis específicas

- Los niveles séricos de creatinina y NUS en cuyes (*Cavia porcellus*) son afectados al incluir en su dieta el 10, 20 y 30% de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de 4, 8 y 12 meses edad de rebrote.

2.3 Operacionalización de variables

Variables	Indicadores
Independiente:	
Edad de rebrote	4, 8 y 12 meses
Inclusión de harina	10, 20 y 30%
Dependiente:	
Creatinina sérica	mg/dL
Nitrógeno ureico en sangre	mg/dL

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) En un estudio realizado en Tamburco se evaluó el efecto del consumo de forraje fresco de pisonay en el perfil bioquímico de la función renal, se utilizaron 18 cuyes machos mejorados (tipo 1) con una edad aproximada de tres meses y un peso vivo de 833 ± 61 g aparentemente sanos, cada cuy fue identificado con arete de metal y fueron distribuidos al azar en tres tratamientos, cada uno de 6 animales, estos cuyes fueron criados en pozas con bebederos, tuvieron un periodo de acostumbramiento de siete días, trajo como consecuencia que la concentración de creatinina se incrementó en 0.8 y 3.5 mg/dL en los cuyes alimentados con A50P50 (50% de alfalfa y 50% de pisonay) y P100 (100% de pisonay) con respecto a los animales que consumieron A100 (100% alfalfa) ($P \leq 0.05$) y los niveles de nitrógeno ureico solo fueron significativamente diferentes entre A100 y P100 ($P < 0.05$), la inclusión de hojas de pisonay como forraje fresco en la dieta de cuyes en proporciones por encima del 50% incrementan los niveles séricos de creatinina y se mantiene los niveles normales de NUS, esto podría provocar trastornos en la función renal (28).
- b) Con la finalidad de evaluar el perfil bioquímico sanguíneo en cuyes en la etapa de crecimiento, se realizaron tres dietas: tratamiento 1 (100% alfalfa), tratamiento 2 (60% alfalfa - 40% concentrado) y tratamiento 3 (40% alfalfa - 60% concentrado), 48 cuyes se dividieron en 3 grupos, cada grupo conformado por 16 cuyes de los cuales se separó 8 hembras y 8 machos en cada grupo y el trabajo experimental fue 30 días, en la cual se administró cada una de las dietas, el efecto de la dieta sobre los niveles séricos de creatinina no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, pero sí entre sexos ($P < 0.05$), donde el mayor valor correspondió a las hembras con 0.26 mg/dL y el menor a los machos con 0.16 mg/dL y los niveles estuvieron por debajo de los valores de referencia y ausencia de daño renal en los tratamientos evaluados (29).
- c) Un conejillo de indias o cuy (*Cavia porcellus*) macho de 1 año de edad presentó un historial de inapetencia y letargo de 3 días, probablemente por la dieta que estuvo compuesta principalmente de hierba, lechuga y perejil, además, al examen físico, el cuy mostró tranquilidad y apatía, registró un peso de 855.5 g que anteriormente fue 1227 g; como se observa en la Tabla 1, presentó niveles elevados de creatinina y



nitrógeno ureico en sangre, además, se observó la disminución del apetito, letargo y pérdida de peso, después de 38 días, el cuy estaba completamente inapetente, producía heces sueltas y disminuyó su peso vivo hasta 633 g, esto indica que la ingestión de plantas que contienen oxalato sugiere fuertemente la causa de la insuficiencia renal (30).

Tabla 1. Resultados del perfil bioquímico del suero desde los días 2 al 38

	Día 2	Día 18	Día 38	Rango normal	Unidad
Creatinina	248	315	379	53 - 194	umol/L
	2.8	3.5	4.2	0.6 - 2.2	mg/dL
NUS	25.7	26.6	20.6	3.2 - 11.2	mmol/L
	71.9	74.4	57.6	8.9 - 31.3	mg/dL

- d) La *Alstonie boonei* es un árbol de hojas perennes, en África es utilizada ampliamente como planta medicinal para tratar enfermedades febriles, ictericia, micción dolorosa, afecciones reumáticas, para lo cual, se estudió el efecto renal del extracto de 50 y 200 mg/kg vía oral de la corteza del tallo de *A. boonei* en sesenta cuyes de diferentes sexos, con un peso entre 0.55 a 1.30 kg durante 2 y 4 semanas, respectivamente, se mantuvieron con agua y dieta comercial *ad libitum* que contenían carbohidratos (54%), proteínas (10%), grasas (25%), fibra (20%), suplementos (2%) y vitaminas (1%), los animales se dividieron en seis grupos de 10 animales cada uno, los grupos 1 y 4 sirvieron como controles para las 2 y 4 semanas de los protocolos respectivamente y los grupos 2 y 5 recibieron 50 mg/kg del extracto durante 2 y 4 semanas respectivamente, mientras que los grupos 3 y 6 recibieron 200 mg/kg del medicamento; en la cuarta semana, los animales en los grupos de prueba perdieron peso significativamente ($P < 0.05$). En la cuarta semana la creatinina (1.1 ± 0.1 mg/dl) aumentaron significativamente ($P < 0.05$) especialmente a dosis de 200 mg/kg. y no hubo diferencias significativas en el peso de los riñones ($P > 0.05$) al final de las dos semanas, por lo tanto, se concluyó que el extracto etanólico acuoso de *A. boonei* puede ser nefrotóxico, especialmente a dosis más altas y en aplicación crónica (31).
- e) Se realizó un experimento con 36 conejos cruzados (7-9 semanas) para evaluar su respuesta bioquímica sérica cuando se les alimentó con un nivel graduado de 0%, 5%, 10%, 15% de harina de hojas de *Moringa oleifera* (MOLM) para reemplazar la harina de soja en dietas experimentales en nueve conejos por tratamiento y para una prueba



de alimentación de nueve semanas, la concentración sérica de creatinina disminuyó de 1.05 a 0.91 mg/dL al incrementarse el porcentaje de inclusión, esto nos indica que los valores obtenidos estuvieron dentro del rango normal de conejos sanos (32).

- f) Se evaluó la toxicidad de *Lantana camara* que se caracteriza por causar toxicidad, el cuy es una especie susceptible que durante la épocas de escasez la consume mientras pastan o se mezclan con forrajes regulares, los niveles de creatinina (1.21 ± 0.22 mg/dL) de los animales del grupo I que recibieron 24 mg/kg PV vía oral, en cápsulas de gelatina, una vez al día durante 90 días fueron significativamente elevados ($P < 0.05$) en comparación con el grupo control (0.54 ± 0.07 mg/dL), probablemente esta dosis resultó en una nefrotoxicidad pronunciada durante la exposición subcrónica (33).

3.2 Marco teórico

3.2.1 Características generales del género *Erythrina*

Las especies del género *Erythrina* constan de 70 neotropicales, 31 africanas y 12 asiáticas, el género es probablemente de origen sudamericano, varias especies están limitadas a zonas ecológicas específicas como la *Erythrina edulis* que se encuentra solo en elevaciones altas de los Andes, la *Erythrina fusca* se encuentra en todas las regiones costeras de los trópicos, la *Erythrina berteroana* se usa ampliamente como una cerca viva desde el nivel del mar hasta elevaciones de 2.000 m en América Central y del Sur (34). Otra de las especies, es la *Erythrina ulei* que se encuentra desde los bosques submontanos a 800 m hasta la línea de bosque a 3625 m en la Reserva de Biosfera del Manu, especialmente a 1500 m (35) y la *Erythrina poeppigiana* que se distribuye en el área subandina y hasta en la amazonia Peruana (36).

En el valle interandino de Abancay existe la especie *Erythrina edulis*, se reporta desde Panamá hasta Bolivia y se le conoce como chachafruto (37), comúnmente conocida en Perú como basúl, pajuro, antiporoto, pashuro, pashigua, poroto y pisonay, prospera en un piso altitudinal que está entre los 1200 y los 2600 metros y requiere entre 1500 a 2000 milímetros de lluvia al año, la utilidad de este árbol radica principalmente como alimento humano (semillas), y las hojas y ramas tiernas pueden darse como alimento forrajero a las cabras, caballos, cerdos y conejos (38), como también a los cuyes en época de secano.

El pajuro, oriundo de Latinoamérica, fue cultivado y aprovechado por los Incas y las culturas regionales asentadas en distintas áreas de los Andes, fue cultivado en la

ceja de selva, los valles interandinos y en algunos valles costeros de la región norte del país, los árboles que no son destinados para la alimentación animal son frondoso de altura variable, tiene en promedio entre 10 a 15 metros (39), sus hojas son trifoliadas de un verde oscuro intenso, los folíolos son de 12 a 17 cm de largo x 6 a 12 cm de ancho, ovados a ampliamente ovados, pubérulos, tricomas simples; base cuneada a truncada-redondeada; ápice agudo; los pecíolos de 12 a 27 cm, algunas veces con la base semiengrosada a manera de pulvínulo (40).

3.2.2 Fisiología digestiva del cuy

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo, que comprende la ingestión, digestión y absorción de nutrientes y el desplazamiento de los mismos a lo largo del tracto digestivo (41). El estómago unilocular (se asocia con el tipo de nutrición herbívora) del cuy se encuentra en la parte izquierda de la cavidad abdominal craneal y tiene una posición transversal a través de la cavidad abdominal y la superficie interna del estómago tiene un aspecto liso con presencia de pliegues longitudinales en la región pilórica (42). El intestino delgado del cuy representa el 55%, seguido del colon (37%), el ciego cerca al 6% que llega a tener un área de 100 cm² y por último el estómago con 2% con respecto al tracto gastrointestinal total (43), lo que explica la lentitud de la digestión, el vaciado del estómago comienza de 4 a 6 horas después de la alimentación y el tránsito gastrointestinal dura 13 a 30 horas esto predispone al cobayo a la cetosis, al meteorismo y a la estasis alimentaria, otra peculiaridad es que después del inicio de la ingestión el bolo alimentario comienza a llegar al ciego al cabo de 48 horas (44). Los herbívoros se han adaptado a conservar el nitrógeno ureico para reciclarlo en el intestino, lo que puede explicar las tasas más bajas de depuración de nitrógeno (16). La digestión del N en los cuyes se logra a través de la cecografía, a nivel del ciego, la proliferación bacteriana aumenta la cantidad NUS en sangre que fluye otra vez hacia el ciego debido al uso del NUS para la síntesis de proteínas bacterianas, como resultado, disminuye la excreción urinaria de N, asociada con una mejora en la utilización del N de la dieta en cuyes, significa no solo una mejora de la calidad de las proteínas de la dieta, sino también una reducción de la eutrofización ambiental (21).



3.2.2.1 Necesidades nutricionales del cuy

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción (Tabla 2), al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas y estos requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (41).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales de los cuyes

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteína	%	18	18-22	13-17
ED	kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8-17	8-17	10
Vitamina C	mg	200	200	200

3.2.3 Fisiología renal del cuy

La posición anatómica de los riñones del cuy son retroperitoneales situados a una distancia asimétrica de la columna vertebral, en relación al plano transversal del cuerpo, el riñón derecho está situado más cranealmente, entre las extremidades articulares caudales de la 12^a vértebra torácica y la extremidad articular craneal de la segunda vértebra lumbar y el riñón izquierdo está situado entre la segunda vértebra lumbar craneal y la extremidad articular craneal de la cuarta vértebra lumbar, el polo craneal del riñón derecho toca la apófisis caudal del hígado y crea la huella renal; el color de los riñones es marrón y tienen una cápsula lisa bien adherida al parénquima, el tejido adiposo rodea ambos riñones, excepto el polo craneal, donde las glándulas suprarrenales se visualizaban fácilmente (45).

El riñón es un órgano que realiza una amplia variedad de funciones para mantener la homeostasis, siendo su unidad funcional la nefrona, anatómicamente, los riñones presentan caras ventrales y dorsales; bordes mediales y laterales; y polos cefálico y caudal, ambos riñones por su cara dorsal, a través de la cápsula adiposa, se relacionan con la pared dorsal del abdomen, en la parte media de su borde medial,

se encuentra el hilio renal con sus elementos: pelvis, vena y arteria renal y en la parte cefálica del borde medial se observa la impresión de la glándula suprarrenal, y desde el borde medial y hacia dorsal los riñones se relacionan con el músculo psoas mayor; el peso promedio del riñón derecho tiene 3.1 ± 0.7 g e izquierdo de 3.2 ± 0.9 g, el volumen renal promedio tiene 3.1 ± 0.7 ml y la relación peso riñón/peso corporal fue 4.5 ± 0.74 g/kg; histológicamente, se observa la zona externa (corteza renal), donde se visualizan los glomérulos (cantidad aproximada $140\,298 \pm 34\,351.6$) con sus ovillos vasculares, y entre ellos, túbulos contorneados proximales, distales, vasos sanguíneos, algunos rayos medulares y escaso intersticio de sostén y la zona interna (médula renal), se observan grandes túbulos colectores y las asas de Henle más pequeñas y el intersticio de esta zona es más abundante al igual que los vasos sanguíneos (46).

La tasa de filtración glomerular (TFG) de los mamíferos no es afectada por el número de nefronas funcionales, para presiones arteriales sistémicas dentro de todos los rangos fisiológicos, la TFG se mantiene a un valor constante (aproximadamente 120 ml/min), puede regularse, principalmente mediante el control neuroendocrino de la presión hidrostática glomerular para mantener la TFG ante una presión arterial sistémica alterada o para responder a cambios sistémicos en el equilibrio de líquidos o electrolitos, como hemorragia o deshidratación; la osmorregulación y el equilibrio hídrico en los vertebrados se logran mediante la variación del flujo de agua hacia el interior o exterior del cuerpo y la regulación de la composición iónica del plasma, en particular el Na^+ , aunque la regulación del K^+ está acoplada al Na^+ en varios niveles, la necesidad de una mayor ingesta de agua se percibe como sed, mediada por el hipotálamo en respuesta a la entrada neural de los receptores orofaríngeos (mucosa seca), aumento de la presión oncótica plasmática y aumento de las concentraciones de angiotensina II como consecuencia de la disminución de la presión arterial, la pérdida de líquido a través del riñón de mamíferos puede minimizarse concentrando el filtrado renal en la medida en que se concentra el líquido intersticial medular (47).

3.2.4 Perfil bioquímico renal

Existen diversas pruebas de laboratorio para evaluar la función renal, pero no todas se utilizan habitualmente, bien por falta de sensibilidad, excesiva variabilidad biológica, costos muy elevados, o porque los requerimientos técnicos necesarios para su realización son muy complejos y se evalúa a través de la determinación de



la concentración creatinina y urea en suero o plasma (48). La enfermedad renal es una condición crónica común en cuyes adultos, mientras que la enfermedad renal aguda puede ocurrir en animales más jóvenes y el NUS se usa a menudo para evaluar la función renal en animales (18).

Tabla 3. Niveles séricos de creatinina y nitrógeno ureico en sangre de diferentes roedores (49)

Especie	Cuy	Conejo	Rata
Creatinina (mg/dL)	0.6–2.2	0.5–2.6	0.2–0.8
NUS (mg/dL)	9–31	13–29	10–54

La nefrotoxicidad está supeditado a la especie, raza, sexo y edad del animal; los individuos viejos, jóvenes, inmunodeprimidos o fisiológicamente estresados son más susceptibles, también los casos avanzados de nefroesclerosis pueden resultar en compromiso renal, con niveles elevados de creatinina sérica y NUS, isostenuria y anemia no regenerativa (17), también para verificar el grado de compromiso renal, si se puede obtener sangre con un estrés mínimo, concentraciones elevadas de NUS (> 32 mg/dL) y niveles de creatinina (> 2.2 mg/dL) en la enfermedad posrenal obstructiva y en casos de insuficiencia renal (15).

3.2.4.1 Creatinina

Es una molécula pequeña (113 daltons) que procede de la ciclación de la fosfocreatina y la creatina a nivel citoplasmático del músculo esquelético, que es donde se encuentra el 95% de la creatina del organismo, la función renal se puede evaluar a partir de las concentraciones de analitos en plasma u orina, que dependen principalmente de su eliminación como la creatinina, es la prueba más utilizada para diagnosticar y monitorear la enfermedad renal en patología clínica animal, y generalmente permanece inalterada hasta que se pierde el 75% de la función renal y sus concentraciones pueden ser modificadas por factores extrarrenales (50). La creatinina se filtra libremente a través del glomérulo sin que existan fenómenos de reabsorción ni secreción tubular; puede existir un efecto del sexo no significativa, incluso en animales con enfermedad renal crónica (ERC) y la deshidratación ($> 5\%$) puede incrementar la concentración de creatinina, pero no es proporcional a la severidad de la deshidratación (51).



3.2.4.2 Nitrógeno ureico en sangre

Es la cantidad de nitrógeno circulante en forma de urea en el torrente sanguíneo, es un producto de desecho que los riñones la eliminan y sus valores se convierten en el parámetro más útil para identificar el mal funcionamiento renal (52). El NUS está influenciado significativamente por factores no relacionados con la filtración glomerular, como la ingesta de proteínas, el aumento de la incorporación de nitrógeno durante el crecimiento, las alteraciones en la función hepática y la absorción gastrointestinal de nitrógeno, así como la perfusión renal y el flujo de orina, alterarán los niveles sanguíneos de urea, solo cuando estas variables están controladas, el NUS proporciona una indicación precisa de la tasa de filtración (53). El incremento de 15 a 40 veces en los valores de NUS en cuyes son indicadores de enfermedad renal (54), pero está sujeta a más factores extrarrenales de variación ya que se elimina casi en su totalidad por filtración glomerular, por lo que en caso de insuficiencia renal aumenta su concentración plasmática (50). Además, la concentración de NUS puede ser útil como indicador del estado de las proteínas dentro de un grupo de animales y podría ayudar a ajustar las dietas o identificar problemas en la alimentación (16).

Tabla 4. Perfil bioquímico de la función renal en cuyes machos de diferentes razas

Parámetros	13/N (55)	Weiser (52)	Hairless (56)	Haired (56)	Albino (57)
Creatinina, mg/dL	0.1-0.9	0.33-0.51	0.66 ± 0.08	0.50 ± 0.05	0.75-2.55
NUS, mg/dL	17-29	26.68-37.35			12.5-41.8

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El estudio que se realizó fue de tipo experimental, prospectivo, longitudinal y analítico.

4.2 Diseño de la investigación

La investigación se llevó a cabo considerando los siguientes pasos, identificación de árboles de pisonay en el sector Mosoccpampa (Tamburco), cosecha de hojas y peciolo de 4, 8 y 12 meses de rebrote, transformación en harina y análisis para determinar sus componentes nutricionales, elaboración de dietas o alimento integral en harina, identificación de cuyes, alimentación de los cuyes, extracción de sangre para la obtención de suero sanguíneo, determinación de metabolitos, análisis estadístico e interpretación.

4.3 Población y muestra

La cantidad de cuyes para el estudio se determinó por muestreo no probabilístico por conveniencia, que corresponde a 80 cuyes machos mejorados destetados de 15 días de edad aproximadamente con pesos vivos uniformes, para cada tratamiento 8 cuyes. Los cuyes previamente se identificaron con aretes metálicos en la oreja derecha y posteriormente distribuidos al azar en los diferentes grupos experimentales.

Tabla 5. Distribución de tratamientos y repeticiones del trabajo

Unidades	4 meses de rebrote			8 meses de rebrote			12 meses de rebrote			Control
Experimentales	10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%	20%	30%	20%
Cuy	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

4.4 Procedimiento

Debido a la disponibilidad existente en zonas de valles interandinos y por la accesibilidad a estos lugares de recolección, se utilizó el follaje de árboles de *Erythrina sp* (pisonay) del sector de Mosoccpampa (Tamburco) ubicado a una altitud de 2880 m. Se tomaron por conveniencia árboles de pisonay, normalmente utilizados y cosechados por los productores, para la alimentación de los animales (cuyes), de 4, 8 y 12 meses de rebrote previamente identificados y cosechados.



Para la elaboración de harina se utilizó el follaje tanto hojas y peciolo de árboles de *Erythrina sp* (pisonay), después se sometió al secado natural bajo sombra aproximadamente 30 días, y se procedió a moler el forraje seco a través de un molino de martillo con zaranda de 2-3 mm.

Se prepararon diez dietas balanceadas, para la formulación se consideró los requerimientos nutricionales en condiciones isoproteicas (17-18%) e isoenergéticas (3000 kcal de Energía Digestible/kg de MS) (Tabla 6), la mezcla de los insumos alimenticios se realizó en una mezcladora horizontal de doble hélice aproximadamente por 7 minutos, posteriormente se envasaron en sacos con capacidad de 40 kg y rotulados según los tratamientos, las dietas se prepararon en cantidad suficiente en una sola oportunidad para todo el experimento y la presentación del alimento terminado fue en harina.

Tabla 6. Insumos alimenticios en las dietas experimentales y control para cuyes, %

INSUMO	Edad de rebrote de pisonay, meses									Dieta Control
	4			8			12			
	Dietas experimentales: concentración de pisonay, %									
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	
Harina de pisonay	10.0	20.0	30.0	10.0	20.0	30.0	10.0	20.0	30.0	
Harina de alfalfa										20.0
Afrecho de trigo	58.1	39.9	22.0	58.2	40.3	22.6	59.2	42.2	25.4	45.9
Torta de soya	17.3	16.2	14.5	17.3	16.2	14.3	17.4	16.1	14.6	18.3
Maíz	11.9	21.3	31.4	11.9	21.0	31.0	10.9	19.2	27.9	11.9
Fosfato dicálcico		1.2	1.0		1.2	1.0		1.2	1.0	0.9
Carbonato de calcio	1.6	0.4		1.6	0.4		1.6	0.4		1.4
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
Vitamina C	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
Micosecuestrente	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Premix	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
DL- Metionina	0.02	0.1	0.17	0.02	0.1	0.17	0.02	0.1	0.17	0.1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Los cuyes fueron alojados en jaulas de alambre tipo aéreo, de 0.9 x 0.9 x 0.40 m, que brindaron el confort adecuado a los animales. Las jaulas estaban acondicionadas con comederos tipo tolva y bebederos tipo campana para el consumo de agua fresca a voluntad. El estudio experimental tuvo una duración de 56 días, previamente se



sometieron a una fase de acostumbramiento por 7 días, estos animales fueron alimentados una vez al día.

Al finalizar la etapa experimental los animales fueron beneficiados. La eutanasia se hizo mediante insensibilización por dislocación de las vértebras cervicales (58). Se tomaron muestras de sangre directamente de la vena yugular (59) en tubos sin anticoagulante para la obtención del suero por centrifugación a 1398 x g durante 10 minutos (Hettich Rotofix 32A), previo reposo de 30 minutos. El sobrenadante obtenido (suero) se decantó en viales de plástico, los cuales fueron conservados bajo congelación 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.

4.5 Técnica e instrumentos

El análisis bioquímico de las muestras de suero sanguíneo se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA, se utilizó los protocolos estandarizados de la firma comercial (Valtek Diagnostics, Chile).

Para la medición de la creatinina se utilizó la reacción de Jaffe, que consiste en que la creatinina reacciona con el picrato alcalino y producirá un color anaranjado en cantidad proporcional a su concentración en la muestra (suero sanguíneo). El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por duplicado. Previamente se preparó el reactivo de Trabajo, que consistió en mezclar partes iguales de buffer alcalino (NaOH) y ácido pícrico, después, en tres tubos de ensayo marcadas B (Blanco), E (Estándar) y M (Muestra) se colocó:

	Blanco	Estándar	Muestra
Muestra (mL)	---	---	0.10
Estándar (mL)	---	0.10	---
Reactivo de Trabajo (mL)	1.00	1.00	1.00

Se homogenizó inmediatamente y se incubó por 20 segundos a temperatura de reacción (30° a 37° C), finalizado el tiempo de incubación se procedió a leer la absorbancia a 505 nm de longitud de onda en un analizador bioquímico semiautomático (Stat Fax 3300).

Para la determinación de urea en sangre, se realizó la reacción enzimática (ureasa) según la proporción de Faucet y Scott, el amoníaco producido reaccionará con salicilato e hipoclorito en ambiente alcalino, formándose un complejo de color verde. El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por duplicado. Previamente se preparó el reactivo de



Trabajo, que consistió en mezclar el Reactivo 1 (ácido salicílico y nitroprusiato) con el Reactivo 3 (ureasa) en cantidad necesaria (volumen requerido en una proporción de 30 mL más 1.5 mL), después, en tres tubos de ensayo marcadas B (Blanco), E (Estándar) y M (Muestra) se colocó:

	Blanco	Estándar	Muestra
Muestra (mL)	---	---	0.01
Estándar (mL)	---	0.01	---
Reactivo de Trabajo (mL)	1.00	1.00	1.00

Se homogenizó inmediatamente y se incubó por 5 minutos a temperatura ambiente (20° a 25° C). Finalizado el tiempo de incubación se adicionó a cada tubo de ensayo 1 mL de Reactivo 2 (hipoclorito y NaOH), se homogenizó inmediatamente y se incubó por 10 minutos a temperatura ambiente. Finalizado el tiempo de incubación se procedió a leer la absorbancia a 600 nm de longitud de onda en un analizador bioquímico semiautomático (Stat Fax 3300) y para determinar el nitrógeno ureico en sangre se utilizó el estándar para NUS (30 mg/dL).

4.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los caracteres cuantificables: Creatinina sérica y nitrógeno ureico en sangre, se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con diez tratamientos (dietas experimentales); y para determinar la diferencia entre los grupos de prueba individuales y el control se aplicó la prueba de Dunnett con un nivel de significancia del 0.05; cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta

μ : Media general de la variable en estudio

F_i : Efecto de los tratamientos individuales

ϵ_{ij} : Error experimental

Además, se utilizó un arreglo factorial 3x3 (tres niveles de edad de rebrote x tres niveles de inclusión), sin considerar el tratamiento control; y para la comparación de medias de cada factor se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0.05; el modelo matemático corresponde al aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$



Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta

μ : Media general de la variable en estudio

A_i : Efecto de la edad de rebrote (4, 8 y 12 meses)

B_j : Efecto del nivel de inclusión (10, 20 y 30%)

$(AB)_{ij}$: Efecto de la interacción edad x inclusión

ϵ_{ijk} : Error experimental

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Creatinina sérica en cuyes

Los niveles séricos de creatinina (Figura 1) fueron diferentes entre los tratamientos ($P < 0.05$), la inclusión de 20 y 30% de 4 meses de edad de rebrote (0.61 ± 0.14 y 0.68 ± 0.05 mg/dL), además del 20% de 12 meses de edad de rebrote (0.66 ± 0.06 mg/dL) fueron diferentes al grupo control (0.48 ± 0.04 mg/dL) ($P < 0.05$).

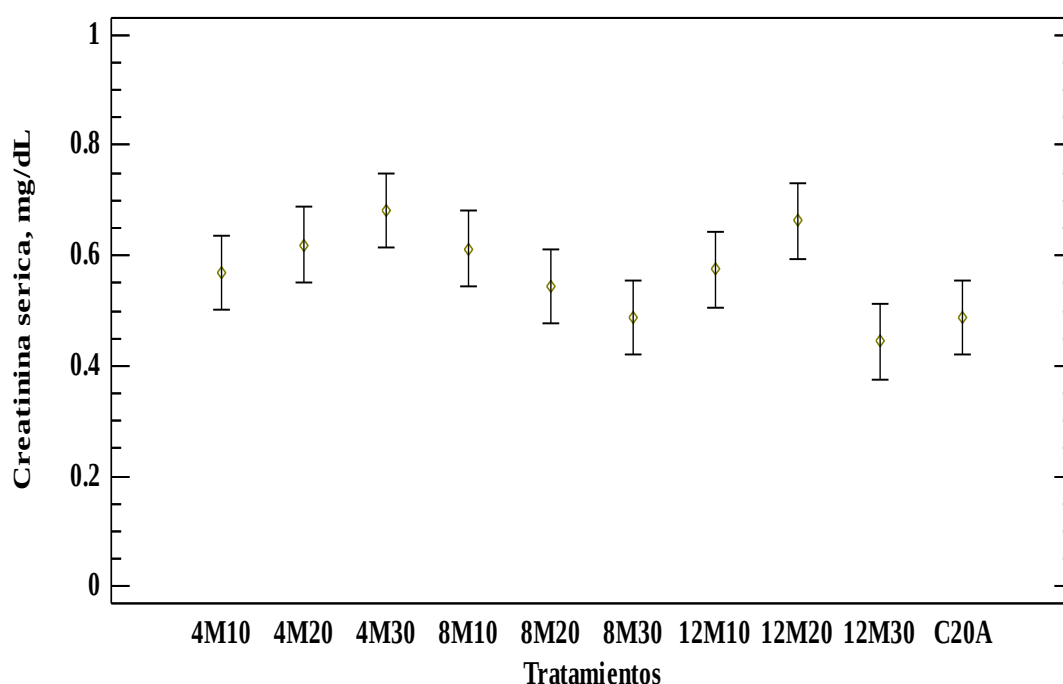


Figura 1. Niveles séricos de creatinina sérica en cuyes por tratamiento

La creatinina fue afectada por la edad de rebrote ($P < 0.05$), a los 4 meses de edad de rebrote fue mayor en 0.07 mg/dL con respecto a 8 y 12 meses de edad de rebrote que fueron similares entre sí (0.55 mg/dL); y en los niveles de inclusión solo fueron significativamente diferentes entre el 20 y 30% de harina de pisonay ($P < 0.05$), además, se observó que la interacción entre la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión afectaron los niveles séricos ($P < 0.05$) (Tabla 7).

Tabla 7. Creatinina sérica en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de pisonay por ocho semanas

Factor edad de rebrote	Creatinina (mg/dL)
4 meses	0.62 ± 0.11 a
8 meses	0.55 ± 0.09 b
12 meses	0.56 ± 0.10 b
Factor inclusión de harina	
10%	0.59 ± 0.09 ab
20%	0.60 ± 0.11 a
30%	0.53 ± 0.11 b
Probabilidad	
Edad de rebrote (E)	0.0085
Inclusión de harina (I)	0.0201
E x I	0.0001
Letras denotan diferencia estadística de medias	

5.1.2 Nitrógeno ureico en cuyes

Los niveles de nitrógeno ureico (Figura 2) fueron diferentes entre los tratamientos ($P < 0.05$), la inclusión del 10% de 4 meses de edad de rebrote (21.26 ± 1.33 mg/dL) y de 12 meses de edad de rebrote (14.05 ± 2.78 mg/dL) fueron diferentes al grupo control (17.56 ± 2.15 mg/dL) ($P < 0.05$).

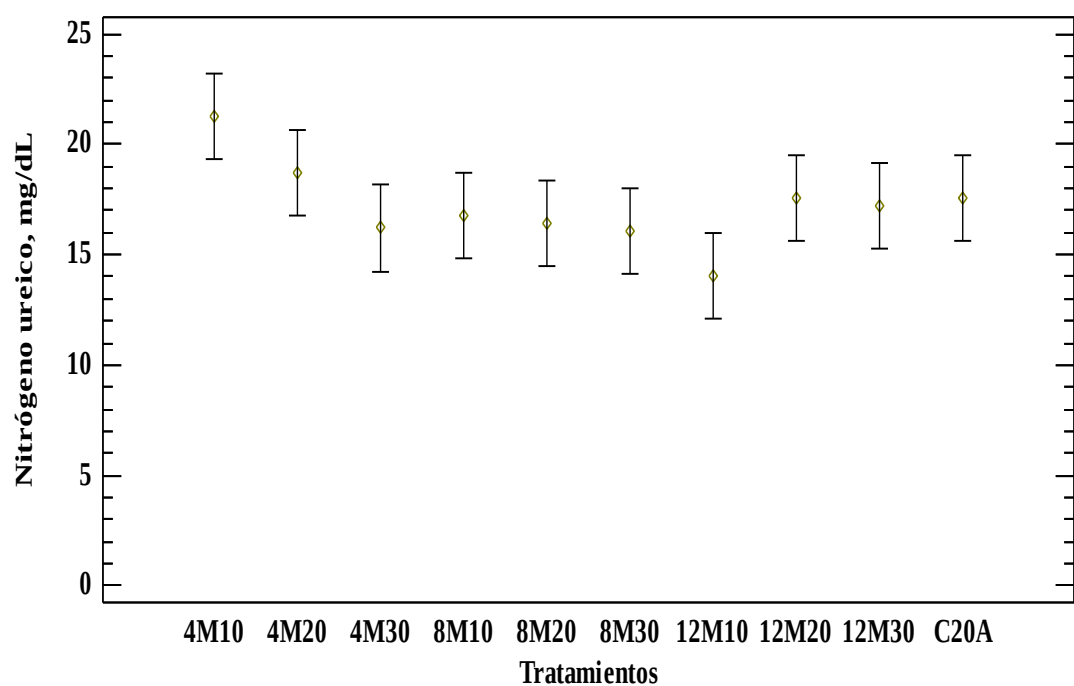


Figura 2. Niveles séricos de nitrógeno ureico en cuyes por tratamiento

La edad de rebrote afectó los niveles séricos de nitrógeno ureico ($P < 0.05$), a los 4 meses de edad de rebrote fue mayor en 2.32 y 2.45 mg/dL con respecto a 8 y 12 meses ($P < 0.05$) que fueron similares entre sí y el NUS no fue afectado por el porcentaje de inclusión de harina de pisonay ($P > 0.05$), además, se observó que la interacción entre la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión afectaron los niveles séricos ($P < 0.05$) (Tabla 8).

Tabla 8. Nitrógeno ureico en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de pisonay por ocho semanas

Factor edad de rebrote	Nitrógeno ureico (mg/dL)
4 meses	18.74 $\pm$ 2.94 a
8 meses	16.42 $\pm$ 2.06 b
12 meses	16.29 $\pm$ 3.17 b
Factor inclusión de harina	
10%	17.37 $\pm$ 3.79
20%	17.59 $\pm$ 2.63
30%	16.49 $\pm$ 2.20
Probabilidad	
Edad de rebrote (E)	0.0009
Inclusión de harina (I)	0.2542
E x I	0.0002

Letras denotan diferencia estadística de medias

5.2 Discusión

Los niveles séricos de creatinina hallados disminuyeron al incrementarse la edad de rebrote y porcentaje de inclusión y están por encima del grupo control que fue 0.40 a 0.55 mg/dL, los datos hallados estuvieron cerca del límite inferior de 0.6 mg/dL (49), están por encima del rango (0.33 a 0.51 mg/dL) hallado en cuyes machos Weiser (52) y por debajo del rango (0.75 a 2.55 mg/dL) referencial para cuyes albinos (57) y son similares al rango entre 0.1 a 0.9 mg/dL) para cuyes híbridos 13/N (55), esta variación probablemente se debe a la especie en estudio, al tener un rango amplio para la creatinina, nos indicaría que la harina de pisonay no provocaría cambios significativos ni implicancias toxicológicas como ocurrió con la inclusión de 5 al 15% de harina de hojas de *Moringa oleifera* en la

alimentación de conejos (32), también la inclusión de alfalfa con concentrado en cuyes machos no mostraron evidencia de daño renal (29), también el uso de diferentes forrajes no convencionales como la *Lantana cámara* que se consume en épocas de escasez, en dosis de 24 mg/kg PV vía oral incrementó los niveles de creatinina (1.21 ± 0.22 mg/dL) con respecto al grupo control (0.54 ± 0.07 mg/dL), probablemente esta dosis resultó en una nefrotoxicidad pronunciada durante la exposición subcrónica (33), también dietas compuestas por verduras provocó un nivel elevado de creatinina hasta 4.2 mg/dL probablemente por la presencia de oxalatos (30) y el pisonay como forraje fresco por encima del 50% en la dieta de los cuyes incrementó los niveles séricos de creatinina por encima de 3.1 ± 0.3 mg/dL (28) y el extracto etanólico acuoso de *Alstonie boonei* puede ser nefrotóxico por el incremento de la creatinina (1.1 ± 0.1 mg/dl) (31), la probable enfermedad renal ocurre al perder el 75% de la función renal y sus concentraciones pueden ser modificadas por factores extrarrenales (50).

El nitrógeno ureico sanguíneo reportado disminuyó por efecto de la edad de rebrote y están dentro del rango hallado en el grupo control que fue 13.9 a 20.1 mg/dL, los datos hallados están por encima del rango (26.6 a 37.3 mg/dL) hallado en cuyes machos Weiser (52) y son similares al rango de 17 a 29 mg/dL para cuyes híbridos 13/N (55), al intervalo de 9 a 31 mg/dL (49) y al rango (12.5 a 41.8 mg/dL) referencial para cuyes albinos (57); el porcentaje de inclusión de harina de pisonay con rangos de 13.9 a 20.1 mg/dL fue similar a los valores normales referenciales propuestos, como ocurrió con la inclusión de hojas y peciolo de pisonay como forraje fresco en la dieta de cuyes se obtuvo desde 12.8 hasta 16.8 mg/dL (28) y el uso de vegetales en la alimentación de cuyes provocó el doble del rango normal probablemente por la ingestión de plantas que contienen oxalato (30), este incremento fue insuficiente para aseverar la presencia de enfermedad renal (54), además, en caso de insuficiencia renal aumenta su concentración plasmática (50) y cuando el NUS se eleva de 15 a 40 veces en cuyes, sería indicador de enfermedad renal (54)

En los cuyes alimentados con harina de pisonay además del grupo control, la creatinina y NUS en promedio fue 0.56 ± 0.10 y 17.19 ± 2.87 mg/dL respectivamente, la adición de este insumo hasta el 30% no provocaría nefrotoxicidad, esta anomalía esta supeditado a cuyes viejos, jóvenes, inmunodeprimidos o fisiológicamente estresados (17) y los cuyes no tendrían compromiso renal alguno ya que no se observó niveles elevados de creatinina (> 2.2 mg/dL) y NUS (> 32 mg/dL), como ocurre en la enfermedad post-renal obstructiva y en casos de insuficiencia renal (15), además que la cantidad de proteína (17-18%) que se proporcionó en las dietas en estudio fue adecuada, la concentración de NUS es un



indicador del estado de las proteínas para los animales que la consumen y podría ayudar a ajustar las dietas o identificar problemas en la alimentación (16), además se lograría una mayor digestión del N, debido al uso del NUS para la síntesis de proteínas bacterianas, como resultado, disminuye la excreción urinaria de N, asociada con una mejora en la utilización del N de la dieta en cuyes, significa no solo una mejora de la calidad de las proteínas de la dieta, sino también una reducción de la eutrofización ambiental (21).



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La creatinina sérica denota diferencia estadística por efecto de la edad de rebrote y por la inclusión de la harina de pisonay y el nitrógeno ureico en sangre fue afectada por la edad de rebrote, indicadores que estuvieron dentro de los rangos normales para los cuyes, esto nos demuestra que la harina de pisonay en la alimentación para cuyes no provoca nefrotoxicidad.

6.2 Recomendaciones

Por los resultados positivos en la nutrición de los cuyes, se debe implementar bosques de árboles de pisonay para ofrecer una fuente de proteína para los productores del sector de Mosoccpampa y otros lugares, e incrementar la producción de harina de diferentes partes de la planta.

Realizar trabajos similares en cuyes de distintas clases, como en crías pre y posdestete, en hembras de reemplazo y reproductoras considerando el efecto de la época del año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cárdenas-Villanueva LÁ, Sarmiento-Casavilca VH, Ramos-Zuniga R. Productive and technological characteristics into guinea pig meat (*Cavia porcellus*) using pisonay based-diets (*Erythrina* sp). *J High Andean Res.* 2018;20(4):451–60.
2. Quispe US, Pineda ME, Zea D. Caracterización de sistemas de producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en Tamburco-Apurímac. In: XIX Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. Puno; 2007.
3. Huarcaya Miraya MG. Las hojas y frutos del antiporoto (*Erythrina edulis*) en la alimentación animal en Kerapata Tamburco Abancay 2018 [Internet]. Universidad Tecnológica de los Andes; 2020. Available from: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/260>
4. Choque H, Huaita A, Cárdenas LA, Ramos R. Effect of regrowth age the ruminal degradation of pisonay (*Erythrina* sp) in Andean valley of Abancay. *J High Andean Res.* 2018;20(2):189–202.
5. Cárdenas-Villanueva LA, Bautista-Pampa JL, Zegarra-Paredes JL, Ramos-Zuniga R, Gómez-Quispe OE, Barreto-Carbajal JS. Degradabilidad in situ de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del pisonay (*Erythrina falcata*). *Rev Investig Vet del Perú.* 2016;27(1):39.
6. Cárdenas-Villanueva LA, Bautista Pampa JL, Zegarra Paredes JL, Ramos Zuñiga R. Degradabilidad ruminal de la fibra del follage pisonay (*Erythrina* sp). *Rev Complut Ciencias Vet.* 2013;7(1):42–9.
7. Pino-Rodriguez S, Prieto-González S, Pérez-Rodriguez ME, Molina-Torres J. Género *Erythrina*: Fuente de metabolitos secundarios con actividad biológica. *Acta Farm Bonaer* [Internet]. 2004;23(2):252–8. Available from: http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/2/LAJOP_23_2_5_3_5CCQ1E589W.pdf.
8. Ramirez-Borda Y, Cárdenas-Villanueva LA, Ramos De la Riva VA, Gómez-Quispe OE. Serum concentration of aminotranferases in guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed diets based on pisonay (*Erythrina* sp). *Rev Investig Vet del Perú.* 2019;30(3):1099–108.
9. Alvear CM, Melo W, Apráez JE, Gálvez A, Insuasty EG. Tree and shrub species with potential silvopastoral in the tropical dry forest of northern Cauca and southern Nariño. *Agroforestería Neotrop.* 2013;3:37–46.
10. Araújo-Júnior JX, Oliveira MSG, Aquino PGV, Alexandre-Moreira MS, Sant’Ana AEG. A Phytochemical and ethnopharmacological review of the genus *Erythrina*. In: Rao V, editor. *Phytochemicals – A global perspective of their role in nutrition and health.* Londres: Intechopen; 2012. p. 327–52.



11. Atsamo AD, Nguelefack TB, Datté JY, Kamanyi A. Acute and subchronic oral toxicity assessment of the aqueous extract from the stem bark of *Erythrina senegalensis* DC (Fabaceae) in rodents. *J Ethnopharmacol* [Internet]. 2011;134(3):697–702. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2011.01.023>
12. Paul CW, Didia BC. The effect of methanolic extract of *Moringa oleifera* lam roots on the histology of kidney and liver of guinea pigs. *Asian J Med Sci* [Internet]. 2012;4(1):55–60. Available from: https://www.researchgate.net/publication/268406828_The_Effect_of_Methanolic_Extract_of_Moringa_oleifera_Lam_Roots_on_the_Histology_of_Kidney_and_Liver_of_Guinea_Pigs#:~:text=For guinea pigs in group,tubular damage with interstitial inflammations.&text=Met
13. Olayemi AT, Olanrewaju MJ, Oloruntoba AC. Toxicological evaluation of *Moringa oleifera* Lam seeds and leaves in Wistar rats. *Pharmacogn Commun*. 2016;6(2):100–11.
14. Couser WG, Stilmant MM, Jermanovich NB. Complement independent nephrotoxic nephritis in the guinea pig. *Kidney Int*. 1977;11(3):170–80.
15. Johnson-Delaney CA. Disease of the urinary system of commonly kept rodents: Diagnosis and treatment. *Semin Avian Exot Pet Med*. 1998;7(2):81–8.
16. Kohn RA, Dinneen MM, Russek-Cohen E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *J Anim Sci*. 2005;83(4):879–89.
17. Fisher PG. Exotic mammal renal disease: Causes and clinical presentation. *Vet Clin North Am - Exot Anim Pract*. 2006;9(1):33–67.
18. Washington IM, Van Hoosier G. Clinical biochemistry and hematology. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP, editors. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. Elsevier; 2012. p. 57–116.
19. Apraez-Guerrero JE, Fernandez-Pármo L, Hernandez-Gonzaáes A. Effect of the usage of grasses and non conventional feed on the productive behavior, carcass performance and meat quality of guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Rev Vet y Zootec* [Internet]. 2008;2(2):29.34. Available from: <http://190.15.17.25/vetzootec/downloads/v2n2a03.pdf>
20. Olivares-Pérez J, Avilés-Nova F, Albarrán-Portillo B, Rojas-Hernández S, Castelán-Ortega OA. Identification, uses and measurement of fodders legumes trees in south farmers of the state of Mexico. *Trop Subtrop Agroecosystems* [Internet]. 2011;14(2):739–48. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a32.pdf>



21. Kawasaki K, Min X, Li X, Hasegawa E, Sakaguchi E. Transfer of blood urea nitrogen to cecal microbial nitrogen is increased by fructo-oligosaccharide feeding in guinea pigs. *Anim Sci J*. 2015;86(1):77–82.
22. Huamaní Ñ. G, Zea M. O, Gutiérrez R. G, Vílchez P. C. Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Investig Vet del Perú*. 2016;27(3):486.
23. Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario [Internet]. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario. 2012. 62 p. Available from: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGR O.pdf>
24. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. Principales Resultados, Pequeñas, Medianas y Grandes Unidades Agropecuarias [Internet]. 2018. 123 p. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1593/
25. Dalle Zotte A, Cullere M. Carcass traits and meat quality of rabbit, hare, guinea pig and capybara. In: Lorenzo JM, Munekata PES, Barba FJ, Toldrá F, editors. *More than Beef, Pork and Chicken – The Production, Processing, and Quality Traits of Other Sources of Meat for Human Diet*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2019. p. 167–210.
26. Guevara J, Díaz P, Bravo N, Vera M, Crisóstomo O, Barbachán H, et al. Use flour pajuro (*Erythrina edulis*) as food supplement in guinea pig – Lima. *Rev Peru Química e Ing Química* [Internet]. 2013;16(2):21–8. Available from: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/6590/5859/>.
27. Meza GA, Loor NJ, Sánchez AR, Avellaneda JH, Meza CJ, Vera DF, et al. Leaf meals and tropical shrubby foliage (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia* and *Hibiscus rosa-sinensis*) in feeding guinea pigs (*Cavia porcellus* Linnaeus). *Rev Fac Med Vet Zoot*. 2014;61(3):258–69.
28. Rodrigo-Condori NT, Flores-Merma H, Ramos-Zuñiga R, Cárdenas-Villanueva LA. Perfil bioquímico renal en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con pisonay (*Erythrina* sp). *Rev Inv Vet Perú*. 2020;31(4):1–9.
29. Vega Ugarte AO. Evaluación del perfil bioquímico sanguíneo de tres dietas en cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de crecimiento en una granja Comercial. Paucarpata-Arequipa 2016 [Internet]. Universidad Católica de Santa María; 2016. Available from: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6088>



30. Holowaychuk MK. Renal failure in a guinea pig (*Cavia porcellus*) following ingestion of oxalate containing plants. *Can Vet J* [Internet]. 2006;47(8):787–9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1524846/>
31. Oze G, Nwanjo H, Onyeze G. Nephrotoxicity caused by the extract of *Alstonia boonei* (de Wild) stem bark in guinea pigs. *Internet J Nutr Wellness* [Internet]. 2006;3(2):1–10. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Nephrotoxicity-Caused-By-The-Extract-Of-Alstonia-In-Oze-Nwanjo/60a99aba226f76362d69f0b6e94037449096d7ff>
32. Ewuola EO, Jimoh OA, Atuma O V, Soipe OD. Haematological and serum bBiochemical response of growing rabbits fed graded levels of *Moringa oleifera* leaf meal. In: World Rabbit Science Association [Internet]. Sharm El- Sheikh: World Rabbit Science Association; 2012. p. 679–83. Available from: <http://www.world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2012-Egypt/Papers/03-Nutrition/N-Ewuola.pdf>
33. Kumar R, Sharma R, Patil RD, Mal G, Kumar A, Patial V, et al. Sub-chronic toxicopathological study of lantadenes of *Lantana camara* weed in Guinea pigs. *BMC Vet Res*. 2018;14(1):1–13.
34. Kass DL. *Erythrina* species - Pantropical multipurpose tree legumes. In: Gutteridge RC, Shelton HM, editors. *Forage tree legumes in tropical agriculture* [Internet]. Queensland, Australia: Tropical Grassland Society of Australia Inc.; 1994. p. 84–96. Available from: <https://www.betuco.be/coverfodder/Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture FAO.pdf>
35. Farfan-Rios W, Garcia-Cabrera K, Salinas N, Raurau-quisiyupanqui MN, Silman MR. Lista anotada de árboles y afines en los bosques montanos del sureste peruano: la importancia de seguir recolectando. *Rev Peru Biol*. 2015;22(2):145–74.
36. Lozano CE, Zapater MA. El género *Erythrina* (Leguminosae) en Argentina. *Darwiniana* [Internet]. 2010;48(2):179–200. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?idp=1&id=66919229005&cid=23475>
37. Avendaño N, Castillo A. El género *Erythrina* L. (Leguminosae-Faboideae) en Venezuela. *Acta Bot Venez* [Internet]. 2014;37(2):123–64. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?idp=1&id=66919229005&cid=23475>
38. Inciarte I, Perez A, Hernández E, Sandoval C, Otárola-Luna F, Márquez M, et al. Presencia del chachafruto (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) en el estado Mérida, Venezuela. *Rev Electrónica Conoc Libr y Licenciamiento* [Internet]. 2015;9:140–53. Available from: <https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Otalora->



- Luna/publication/280922003_Presencia_del_chachafruto_Erythrina_edulis_Triana_ex_Micheli_en_el_estado_Merida_Venezuela/links/55cb4f1808aeca747d6be43a/Presencia-del-chachafruto-Erythrina-edulis-Triana-ex
39. Escamilo S. El Pajuro (*Erythrina edulis*) alimento andino en extinción. *Investig Soc.* 2012;16(28):16–20.
 40. Velásquez LF, Montoya DF, Jiménez ÁA, Murillo W, Méndez JJ. Género *Erythrina*: Actualidad en la investigación y perspectivas de desarrollo científico [Internet]. Ibagué-Tolima: Sello Editorial Universidad del Tolima; 2019. 132 p. Available from: https://www.researchgate.net/publication/335704326_Genero_Erythrina_Actualidad_e_n_la_investigacion_y_perspectivas_de_desarrollo_cientifico
 41. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. 1997. Available from: <http://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
 42. Stan FG. Comparative macroscopic anatomy of the stomach morphology in laboratory rat and guinea pig. *Lucr ȘTIINȚIFICE Med Vet* [Internet]. 2018;51(1):120–4. Available from: [https://www.usab-tm.ro/utilizatori/medicinaveterinara/Volum_LI_\(1\)_2018\(1\).pdf](https://www.usab-tm.ro/utilizatori/medicinaveterinara/Volum_LI_(1)_2018(1).pdf)
 43. Merchant HA, McConnell EL, Liu F, Ramaswamy C, Kulkarni R, Basit AW, et al. Assessment of gastrointestinal pH, fluid and lymphoid tissue in the guinea pig, rabbit and pig, and implications for their use in drug development. *Eur J Pharm Sci.* 2011;42(1–2):3–10.
 44. Fuss S. Physiologie et pathologie digestives du cobaye domestique *Cavia porcellus* [Internet]. Université de Toulouse; 2002. Available from: https://oatao.univ-toulouse.fr/980/1/debouch_980.pdf
 45. Stan FG. Topographical anatomy of guinea pigs kidneys. *Lucr Științifice Med Vet* [Internet]. 2014;47(1):114–23. Available from: https://usab-tm.ro/utilizatori/medicinaveterinara/file/2014/simpozion/VOL_XLVII-1_2014_complet.pdf#page=110
 46. Zapata Barrera JL, del Sol M, Vásquez B. Estereología Renal en el Cobayo (*Cavia porcellus*). *Int J Morphol.* 2009;27(2):419–24.
 47. Raidal SR, Raidal SL. Comparative renal physiology of exotic species. *Vet Clin North Am - Exot Anim Pract.* 2006;9(1):13–31.
 48. Cortadellas O, Fernández del Palacio M. Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad renal crónica (ERC) en el perro y el gato. *Clínica Vet pequeños Anim* [Internet]. 2012;32(4):215–23. Available from: <https://ddd.uab.cat/pub/artpub/2012/130278/clivetpeqaniv32n4p215.pdf>



49. Gross DR. General principles of animal selection and normal physiological values. In: Gross DR, editor. Animal models in cardiovascular research. Third Edit. New York: Springer Dordrecht Heidelberg; 2009. p. 1–16.
50. Braun JP, Lefebvre HP. Kidney function and damage. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, editors. Clinical biochemistry of domestic animals. 6th ed. Elsevier Academic Press; 2008. p. 485–528.
51. Braun JP, Lefebvre HP, Watson ADJ. Creatinine in the Dog: A Review. Vet Clin Pathol. 2003;32(4):162–79.
52. Kitagaki M, Yamaguchi M, Nakamura M, Sakurada K, Suwa T, Sasa H. Age-related changes in haematology and serum chemistry of Weiser-Maples guineapigs (*Cavia porcellus*). Lab Anim. 2005;39(3):321–30.
53. Greenhill A, Grushkin AB. Laboratory evaluation of renal function. Pediatr Clin North Am. 1976;23(4):661–79.
54. Bauck L, Stefkovic G. Searching the records for clues about kidney disease in guinea pigs. Vet Med. 1986;81:1127–1130.
55. Genzer SC, Huynh T, Coleman-McCray JAD, Harmon JR, Welch SR, Spengler JR. Hematology and clinical chemistry reference intervals for inbred strain 13/N Guinea pigs (*Cavia porcellus*). J Am Assoc Lab Anim Sci. 2019;58(3):293–303.
56. Waner T, Avidar Y, Peh HC, Zass R, Bogin E. Hematology and clinical chemistry values of normal and Euthymic Hairless adult male Dunkin-Hartley guinea pigs (*Cavia porcellus*). Vet Clin Pathol. 1996;25(2):61–4.
57. Burns KF, De Lannoy CW. Compendium of normal blood values of laboratory animals, with indication of variations. Toxicol Appl Pharmacol [Internet]. 1966;8(3):429–37. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0041008X66900524>
58. Jurado-Gómez H, Cabrera-Lara EJ, Salazar JA. Comparison of two types of sacrifice and different ripening times on physico-chemical and microbiological variables of guinea pig (*Cavia porcellus*) meat. Rev la Fac Med Vet y Zootec. 2016;63(3):201–17.
59. Pilny AA. Clinical hematology of rodent species. Vet Clin North Am - Exot Anim Pract. 2008;11(3):523–33.



ANEXOS

Tabla 9. Resumen estadístico para creatinina sérica

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	0.575	0.0707107	12.2975	0.5	0.7
12M20	8	0.6625	0.064087	9.67351	0.6	0.75
12M30	8	0.44375	0.0495516	11.1665	0.4	0.55
4M10	8	0.56875	0.106695	18.7596	0.4	0.7
4M20	8	0.61875	0.141263	22.8305	0.45	0.85
4M30	8	0.68125	0.0593867	8.71732	0.6	0.75
8M10	8	0.6125	0.0876275	14.3065	0.5	0.75
8M20	8	0.54375	0.111604	20.5248	0.4	0.7
8M30	8	0.4875	0.0353553	7.25238	0.45	0.55
C20A	8	0.4875	0.0443203	9.0913	0.4	0.55
Total	80	0.568125	0.108571	19.1103	0.4	0.85

M = Meses; 10 = 10%; 20 = 20%; 30 = 30%

Tabla 10. ANOVA para creatinina sérica por tratamiento

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.442781	9	0.0491979	7.05	0.0001
Intra grupos	0.488437	70	0.00697768		
Total (Corr.)	0.931219	79			

Tabla 11. Análisis de varianza para creatinina sérica

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:Edad de rebrote	0.0775	2	0.03875	5.14	0.0085
B:Nivel de inclusión	0.0627083	2	0.0313542	4.16	0.0201
Interacciones					
AB	0.244792	4	0.0611979	8.12	0.0001
Residuos	0.474688	63	0.00753472		
Total (Corregido)	0.859688	71			

Tabla 12. Pruebas de múltiples rangos para creatinina sérica, método: 95.0% Duncan

Edad de rebrote	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
12	24	0.547917	0.0177185	X
8	24	0.560417	0.0177185	X
4	24	0.622917	0.0177185	X

Nivel de inclusión	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
30	24	0.5375	0.0177185	X
10	24	0.585417	0.0177185	XX
20	24	0.608333	0.0177185	X



Tabla 13. Resumen estadístico para nitrógeno ureico en sangre

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)	Mínimo	Máximo
1210	8	14.0563	2.78458	19.8103	10.0	17.45
1220	8	17.5688	3.14233	17.8859	13.0	21.65
1230	8	17.2375	2.60778	15.1285	13.9	20.45
410	8	21.2625	1.33035	6.25677	18.65	22.8
420	8	18.7438	2.7256	14.5414	15.15	22.6
430	8	16.2	2.16432	13.36	13.3	18.85
810	8	16.7937	2.76695	16.4761	13.75	23.15
8M20	8	16.4438	1.5954	9.70219	14.35	19.45
8m30	8	16.0313	1.87692	11.7079	13.3	18.55
C20A	8	17.5688	2.15853	12.2862	13.95	20.1
Total	80	17.1906	2.8773	16.7376	10.0	23.15

M = Meses; 10 = 10%; 20 = 20%; 30 = 30%

Tabla 14. ANOVA para nitrógeno ureico en sangre por tratamiento

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	257.165	9	28.5739	5.04	0.0001
Intra grupos	396.865	70	5.6695		
Total (Corr.)	654.03	79			

Tabla 15. Análisis de varianza para nitrógeno ureico en sangre

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Edad de rebrote	90.8663	2	45.4332	7.86	0.0009
B:Nivel de inclusión	16.188	2	8.09399	1.40	0.2542
Interacciones					
AB	148.84	4	37.21	6.44	0.0002
Residuos	364.251	63	5.78176		
Total (Corregido)	620.145	71			

Tabla 16. Pruebas de múltiples rangos para nitrógeno ureico en sangre, método: 95.0% Duncan

Edad de rebrote	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
12 meses	24	16.2875	0.490822	X
8meses	24	16.4229	0.490822	X
4meses	24	18.7354	0.490822	X





Figura 3. Elaboración de harina de pisonay en molino de martillo



Figura 4. Proceso de limpieza del rotor y extracción de la harina



Figura 5. Jaulas de los cuyes en el galpón



Figura 6. Distribución de agua previa limpieza del bebedero tipo campana

	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03								
R ₁	230	17	240	36	230	6	920	15	220	7	220	0	230	0	240	0
T ₁	230	18	240	43	230	23	210	19	210	15	210	5	220	5	230	2
R ₂	230	29	240	28	230	15	220	25	210	18	210	3	220	9	220	6
R ₃	210	6	240	17	230	16	220	70	210	14	210	3	220	11	220	3
T ₂	270	9	240	13	230	15	220	4	220	13	210	7	240	4	240	4
R ₄	270	21	230	48	220	24	220	17	220	13	220	10	230	12	230	5
R ₅	270	5	240	14	230	13	225	9	270	20	220	4	230	1	240	1
T ₃	270	10	240	24	230	14	225	10	270	16	220	3	230	1	240	1
R ₆	270	16	240	19	230	18	225	6	270	33	210	0	230	2	240	5
R ₇	270	19	240	43	220	19	210	15	210	7	220	0	230	3	240	6
T ₄	270	7	240	43	220	25	210	6	210	7	210	0	230	10	230	4
R ₈	280	19	230	37	220	17	210	7	210	32	210	7	230	0	230	6
R ₉	200	8	210	22	220	20	210	15	210	87	200	13	210	3	220	12
T ₅	200	3	220	7	220	5	210	1	210	2	210	1	210	7	210	3
R ₁₀	200	8	220	20	210	11	210	6	220	15	210	10	210	6	210	9
R ₁₁	180	3	200	14	200	9	200	4	200	19	210	6	200	16	210	6
T ₆	180	13	200	37	190	20	180	14	190	35	190	5	210	20	200	12
R ₁₂	180	2	200	5	210	3	210	2	210	3	210	0	210	0	210	6
R ₁₃	180	7	200	21	200	19	200	11	210	33	200	14	210	0	200	4
T ₇	220	19	210	22	210	19	210	5	210	16	210	4	220	4	220	10
R ₁₄	220	10	210	12	210	12	210	3	210	7	210	2	210	8	210	4
R ₁	200	2	210	21	210	10	210	7	210	21	210	7	215	10	215	20
T ₈	220	9	230	44	210	08	210	2	210	11	210	11	210	10	210	40
R ₂	190	49	200	66	170	15	170	8	180	19	180	5	200	4	210	4
R ₃	200	4	210	21	210	13	210	6	220	12	220	3	230	9	230	6
T ₉	230	12	200	33	190	14	210	13	210	19	210	10	210	10	215	6
R ₄	210	3	200	26	210	5	210	3	210	6	230	19	230	9	235	7
R ₅	210	0	220	12	220	5	220	4	220	5	230	5	235	3	235	0
T ₁₀	200	0	220	31	210	26	200	14	190	8	200	6	200	12	200	0
R ₆	210	14	230	29	220	25	200	16	190	12	200	7	210	2	210	8

Figura 7. Cuaderno de control sobre el consumo del alimento integral por día

TRATAMIENTO	REP	ARETE	SEM-0	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-5	SEM-6	SEM-7	SEM-8
			05/03	12/03	19/03	26/03	02/4	09/04	16/04		
T-8 12M 30%	R1	101	358	416	502	594	688	760	836		
		103	366	397	523	625	671	772	873		
		110	377	479	582	669	749	849	939		
		111	365	353	445	517	599	664	721		
		X									
	R2	102	288	373	473	565	624	698	785		
		104	305	367	465	534	625	721	770		
		107	363	439	538	650	722	804	894		
		108	340	349	440	553	589	670	758		
		X									
	R3	99	385	476	602	706	780	880	975		
		112	379	453	531	548	574	643	825		
		114	374	466	534	680	774	862	921		
		115	392	466	514	579	619	699	780		
		X									

Figura 8. Planilla de control de la ganancia de peso de los cuyes



Figura 9. Reactivos para la determinación de creatinina sérica



Figura10. Equipos y materiales



Figura 11. Distribución de reactivo de trabajo para la determinación de NUS



Figura 12. Viraje de coloración de las muestras para el NUS



Figura 13. Analizador bioquímico semiautomático Stat Fax 3300



Figura 14. Lectura de muestras en el analizador bioquímico semiautomático