



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL



TESIS

**PERFIL BIOQUÍMICO HEPÁTICO SANGUÍNEO EN CUYES (*Cavia porcellus*
L.) POR EFECTO DEL CONSUMO DE PISONAY (*Erythrina edulis*)**

PRESENTADA POR:

RUTH RAMOS ZUÑIGA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL

MENCIÓN EN PRODUCCION ANIMAL

PUNO, PERU

2021



DEDICATORIA

A mi esposo y compañero.

Ludwing, con mucha gratitud y cariño, por su apoyo constante y ser el impulsor permanente de este estudio, mi eterno reconocimiento a ti Angelito.

A mis padres Felimón y Mercedes

Por darme la vida y la oportunidad de disfrutar las cosas bellas que nos ha deparado el destino en compañía de mis dos amores Adriano y Luciana. A ti padre por el legado que dejaste y disfrutamos tus hijos y seguro tus nietos.

A mis hermanas.

Mercedes, Nadine, Edicita y Rocio

Con mucho cariño y respeto a ellas, quienes me apoyaron en diferentes etapas de mi vida que motivaron siempre mi superación.

A mis padres políticos

Ángel y Yeni

Con respeto y mucho agradecimiento. Por darme al compañero, amigo, esposo y padre de mis hijos, también agradecerles por estar siempre pendientes de mi familia gracias papá Angelito y mamá Yeni.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, especialmente a la Maestría en Ciencia Animal y su plana docente, por la oportunidad de la realización del estudio de maestría y graduación.

Al Ph.D. José Luis Bautista Pampa, por aceptar la dirección de esta tesis y haberme orientado en la tarea investigadora, mostrando un constante e inestimable apoyo, paciencia y entusiasmo en el proyecto.

Al Jefe del Laboratorio de Farmacología, Toxicología y Bioquímica Veterinaria de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, especialmente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la oportunidad de la realización del presente estudio.

A aquellas personas que, directa o indirectamente, han estado a mi lado durante todo este tiempo, en el que me han ofrecido su amistad sin pedir nada a cambio.

A los distinguidos miembros del Jurado, por acceder amablemente a formar parte del mismo.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	3
1.1.1 Características generales del género Erythrina	3
1.1.2 Factores antinutricionales	4
1.1.3 Perfil bioquímico hepático	11
1.2 Antecedentes	16

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	21
2.2 Enunciados del problema	22
2.3 Justificación	22
2.4 Objetivos	23
2.4.1 Objetivo general	23
2.4.2 Objetivos específicos	23
2.5 Hipótesis	24
2.5.1 Hipótesis general	24
2.5.3 Hipótesis específicas	24



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio	25
3.2 Población	25
3.3 Muestra	26
3.4 Método de investigación	26
3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	27
3.5.1 Variables	27
3.5.2 Determinación del perfil bioquímico hepático	28
3.5.3 Aplicación de prueba estadística inferencial	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Perfil bioquímico hepático en el cuy (<i>Cavia porcellus</i> L.)	35
4.1.1 Niveles séricos de proteína total	35
4.1.2 Niveles séricos de albumina	36
4.1.3 Niveles séricos de bilirrubina total	38
4.1.4 Niveles séricos de alanina aminotransferasa	39
4.1.5 Niveles séricos de aspartato aminotransferasa	40
4.1.6 Niveles séricos de fosfatasa alcalina	41
4.1.7 Niveles séricos de gamma-glutamil transpeptidasa	42
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	62

Puno, 02 de junio de 2021

ÁREA: Producción animal

TEMA: Bioquímica sanguínea del cuy

LÍNEA: Alimentación de animales menores



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Química sanguínea, proteína (PT), albumina (ALB), alanino aminotransferasa (ALT o GPT), aspartato aminotransferasa (AST o GOT) y fosfatasa alcalina (ALP)	13
2. Perfil bioquímico hepático en diferentes razas de cuyes	16
3. Distribución de cuyes por tratamientos	26
4. Insumos alimenticios en las dietas experimentales y control para cuyes, %	27
5. Distribución de reactivos y muestra para la determinación de proteína total	28
6. Distribución de reactivos y muestra para la determinación de albumina	29
7. Distribución de reactivos y muestra para la determinación de bilirrubina total	30
8. Distribución de reactivos y muestra para la determinación de alanina aminotransferasa	31
9. Distribución de reactivos y muestra para la determinación de aspartado aminotransferasa	32
10. Distribución de reactivos y muestra para la determinación de fosfatasa alcalina	32
11. Distribución de reactivos y muestra para la determinación de gamma-glutamil transpeptidasa	33
12. Niveles séricos de proteína total (mg/dL) de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) según edad de rebrote y nivel de inclusión	36
13. Niveles séricos de albumina (mg/dL) de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) según edad de rebrote y nivel de inclusión	37
14. Niveles séricos de bilirrubina total (mg/dL) de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) según edad de rebrote y nivel de inclusión	38
15. Niveles séricos de alanina aminotransferasa (U/L) de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) según edad de rebrote y nivel de inclusión	39
16. Niveles séricos de aspartato aminotransferasa (U/L) de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) según edad de rebrote y nivel de inclusión	40
17. Niveles séricos de fosfatasa alcalina (U/L) de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) según edad de rebrote y nivel de inclusión	41



18. Niveles séricos de gamma-glutamil transpeptidasa (U/L) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión	42
19. Niveles séricos de Proteína total	63
20. Resumen Estadístico para Proteína total	65
21. ANOVA para Proteína por Tratamiento	65
22. Análisis de Varianza para Proteína	66
23. Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por Edad, Método: 95.0 porcentaje Duncan	66
24. Niveles séricos de Albumina	67
25. Resumen Estadístico para Albumina	69
26. ANOVA para Albumina por Tratamiento	69
27. Análisis de Varianza para Albumina	70
28. Pruebas de Múltiple Rangos para Albumina por Edad, Método: 95.0 porcentaje Duncan	70
29. Niveles séricos de Bilirrubina total	71
30. Resumen Estadístico para Bilirrubina	73
31. ANOVA para Bilirrubina por Tratamiento	73
32. Análisis de Varianza para Bilirrubina	74
33. Pruebas de Múltiple Rangos para Bilirrubina, Método: 95.0 porcentaje Duncan	74
34. Niveles séricos de alanino aminotransferasa (ALT)	75
35. Resumen Estadístico para ALT/GPT	77
36. ANOVA para ALT/GPT por Tratamiento	77
37. Análisis de Varianza para ALT/GPT	78
38. Pruebas de Múltiple Rangos para ALT/GPT, Método: 95.0 porcentaje Duncan	78
39. Niveles séricos de aspartato aminotransferasa (AST)	79
40. Resumen Estadístico para AST/GOT	81
41. ANOVA para AST/GOT por Tratamiento	81
42. Análisis de Varianza para AST/GOT	82



43. Pruebas de Múltiple Rangos para AST/GOT por Edad, Método: 95.0 porcentaje Duncan	82
44. Niveles séricos de fosfatasa alcalina (ALP)	83
45. Resumen Estadístico para ALP	85
46. ANOVA para Fosfatasa alcalina por Tratamiento	85
47. Análisis de Varianza para Fosfatasa alcalina	86
48. Niveles séricos de gamma glutamil transpeptidasa (GGT)	86
49. Resumen Estadístico para GGT	88
50. ANOVA para GGT por Tratamiento	89
51. Análisis de Varianza para GGT	89
52. Pruebas de Múltiple Rangos para GGT por Edad, Método: 95.0 porcentaje Duncan	89



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Hojas de la <i>Erythrina edulis</i>	4
2. Datos meteorológicos adaptados según SENAMHI	25
3. Sector de Mosoccpampa, Tamburco	90
4. Infraestructura para la crianza de cuyes	90
5. Árboles de pisonay destinados a forraje	91
6. Cosecha de árboles de pisonay	91
7. Secado de hojas y peciolos de pisonay bajo sombra	92
8. Distribución de jaulas tipo aéreo, según tratamiento	92
9. Proceso de elaboración de harina	93
10. Proceso de elaboración de alimento integral para cuyes	93
11. Alimento integral etiquetado y almacenado	94
12. Pesaje del alimento integral según tratamiento	94
13. Distribución de alimento integral según tratamiento	95
14. Consumo de alimento integral en comederos tipo tolva	95
15. Distribución de agua previa limpieza del bebedero tipo campana	96
16. Micropipetas de volumen variado	96
17. Puntas descartables de volumen variado	97
18. Cubetas fotométricas	97
19. Espectrofotómetro Uv/Vis Jenway 6405	98
20. Gradillas y tubos de ensayo	98
21. Analizador bioquímico semiautomático Stat Fax 3300	99



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Análisis estadístico del perfil bioquímico hepático en cuyes	63
2. Panel fotográfico	90

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la respuesta de los metabolitos hepáticos: proteína, albumina, bilirrubina y enzimas hepáticas a diferentes edades de rebrote y niveles de inclusión de harina de hojas de *Erythrina edulis*. Se utilizaron 100 cuyes machos mejorados que se asignaron al azar 10 cuyes para cada tratamiento dietético que contenía 10, 20 y 30% de inclusión por 4, 8 y 12 meses de edad de rebrote y un grupo control con 20% de harina de alfalfa en condiciones isoproteicas e isoenergéticas. Se tomaron muestras de sangre con finalidad de determinar la actividad sérica mediante kits comerciales (Valtek Diagnostics) de los metabolitos hepáticos. En relación con los niveles séricos de proteína se observó un comportamiento similar en todos los tratamientos; la albumina, bilirrubina y enzimas hepáticas fueron diferentes ($P \leq 0.05$), mientras que la proteína (6.01 mg/dl) y la albumina (3.06 mg/dl) fue mayor a los 12 meses con respecto a ocho (5.81 y 2.86 mg/dl) y cuatro (5.60 y 2.84 mg/dl) meses; y la bilirrubina (0.28 mg/dl) disminuyó al incrementarse la edad de rebrote hasta 0.15 mg/dl. La bilirrubina disminuyó (0.25 a 0.19 mg/dl) al incrementarse el porcentaje de inclusión. La alanina aminotransferasa (ALT) y aspartato aminotransferasa (AST) disminuyeron por efecto de la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión. La proteína, albumina, fosfatasa alcalina (ALP) y gamma-glutamyl transpeptidasa (GGT) no fueron afectadas por el porcentaje de inclusión. Se concluye que los indicadores bioquímicos estuvieron dentro de los rangos normales para la especie, esto nos indica que la harina de *Erythrina edulis* puede complementarse en la dieta para cuyes sin provocar toxicidad.

Palabras clave: Aminotransferasas, bilirrubina, fosfatasa alcalina, gammaglutamil transpeptidasa, harina.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the response of liver metabolites: protein, albumin, bilirubin and liver enzymes at different regrowth ages and inclusion levels of *Erythrina edulis*. 100 improved male guinea pigs were used, 10 guinea pigs were randomly assigned to each dietary treatment what contained 10, 20 and 30% inclusion for 4, 8 and 12 months of regrowth age and a control group with 20% meal of alfalfa under iso-protein and iso-energetic conditions. Blood samples were taken in order to determine the serum activity of the hepatic metabolites using commercial kits (Valtek Diagnostics). In relation to serum protein levels, a similar behavior was observed in all treatments; albumin, bilirubin, and liver enzymes were significantly different ($P \leq 0.05$); protein (6.01 mg/dl) and albumin (3.06 mg/dl) were higher at 12 months compared to 8 (5.81 y 2.86 mg/dl) and 4 (5.60 y 2.84 mg/dl) months; and bilirubin (0.28 mg/dl) decreased with increasing regrowth age to 0.15 mg/dl. Bilirubin decreased (0.25 to 0.19 mg/dl) as the inclusion percentage increased. Alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) decreased due to the age of regrowth and the percentage of inclusion. The protein, albumin, alkaline phosphatase (ALP) and gamma-glutamyl transpeptidase GGT were not affected by the inclusion percentage. It is concluded that the biochemical indicators were within the normal ranges for the species, this indicates that *Erythrina edulis* meal can be supplemented in the diet for guinea pigs without causing toxicity.

Keywords: Alkaline phosphatase, aminotransferases, bilirubin, gamma-glutamyl transpeptidase, meal

INTRODUCCIÓN

La alimentación es un reto constante para los productores de las diferentes cadenas productivas, por ello estamos en una constante búsqueda de nuevas fuentes nutricionales, una alternativa son los árboles y arbustivas forrajeras que se caracterizan por su alto contenido de proteína y energía, y moderado contenido de metabolitos secundarios que posibilitan su uso en alimentación animal (Riascos *et al.*, 2020), en el valle interandino de Abancay se utiliza la *Erythrina* sp (pisonay) para la alimentación animal por sus bondades nutricionales, donde se demostró que la proteína cruda en hojas y peciolo está en rangos desde 20.1 ± 0.8 a $26.1 \pm 1.5\%$ y la fibra detergente neutra de 58.0 % (Choque *et al.*, 2018), también las hojas y peciolo del forraje de pisonay que fueron cosechados a los 12 meses de edad de rebrote, tuvieron una energía digestible estimada de 2.6 Mcal /kg MS (Cárdenas *et al.*, 2018), otra de las alternativas alimenticias es la molienda de las hojas, peciolo y tallos tiernos de la planta, como la adición de 1 y 2% de harina de *Erythrina edulis* (pajuro) en el concentrado para cuyes de 21 días de edad que recibieron dietas isoproteicas (PC: 20%) e isoenergéticas (ED: 3.15 Mcal/kg MS) se logró mejorar la conversión alimenticia y rendimiento de carcasa (Guevara *et al.*, 2013), además la mayor aceptación de la carne de cuy, con respecto al análisis sensorial, fueron los suplementados con 2.0% de harina de pajuro (Guevara *et al.*, 2014).

El cuy es un modelo atractivo y adecuado para estudiar los efectos de enfermedades asociadas a la dieta, como la enfermedad del hígado graso no alcohólico, las enfermedades cardiovasculares y otros (Birck *et al.*, 2014). Los biomarcadores séricos de enfermedades hepato biliares se pueden clasificar en marcadores de daño hepatocelular (alanina y aspartato aminotransferasas), marcadores de colestasis (fosfatasa alcalina y gamma-glutamil transpeptidasa) y pruebas de diversas funciones hepáticas (proteína total, albumina, bilirrubina total, y también glucosa y colesterol) que pueden ayudar a determinar si la enfermedad hepato biliar está presente y si la enfermedad hepática es primaria o secundaria (Lawrence & Steiner, 2017), estos indicadores se utilizan para evaluar la toxicidad aguda y subcrónica de extractos hidroalcohólicos de varias especies de *Erythrina* en roedores (Conceição *et al.*, 2008) y evaluar los efectos de diferentes niveles de inclusión de harina de hojas y otras partes de la planta de forrajes no convencionales para ser incluidas en la dieta y lograr un crecimiento saludable en los animales (Ebegbulem *et al.*, 2014).



Las probables causas que pueden afectar la función hepática en los animales, es la presencia de alcaloides en el extracto metanólico de hojas, ramas y flores de *Erythrina fusca* en dosis mayores a 100 $\mu\text{g/mL}$ no exciben actividades citotóxicas en células cancerígenas y normales (Azmi *et al.*, 2020), también la presencia moderada de alcaloides, saponinas y flavonoides, y además de taninos y terpenoides levemente presentes en el extracto etanólico de hojas de *Erythrina senegalensis* en dosis de 5000 mg/kg de peso vivo, vía oral, en ratas Albino Wistar no causaría toxicidad aguda (Nnama *et al.*, 2016), es así que se evaluó la toxicidad subcronica del extracto metanólico de hojas de *Erythrina variegata*, en dosis de 250, 500 y 1000 mg/kg de peso vivo, administradas vía oral a ratas Wistar machos, los análisis de la proteína total, albumina, bilirrubina total y aspartato aminotransferasa mostraron cambios leves, pero aún dentro del rango normal, excepto para los valores de alanina aminotransferasa, sin embargo, el daño es reversible y no causó toxicidad (Herlina *et al.*, 2017). Las especies del género *Erythrina* son utilizados como forraje fresco en la alimentación de cuyes (Meza *et al.*, 2018; Rodrigo *et al.*, 2020) en corte y acarreo (Pasupathi *et al.*, 2015), y la harina como insumo en la elaboración de alimento integral (Apraez *et al.*, 2008; Meza *et al.*, 2014) que pueden ocasionar efectos tóxicos y que se evalúan mediante biomarcadores bioquímicos hepáticos sanguíneos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 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 (Kass, 1994). 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 (Farfan *et al.*, 2015) y la *Erythrina poeppigiana* que se distribuye en el área subandina y hasta en la amazonia Peruana (Lozano & Zapater, 2010).

En el valle interandino de Abancay existe la especie *Erythrina edulis*, se reporta desde Panamá hasta Bolivia y se le conoce como chachafruto (Avendaño & Castillo, 2014), 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 (Inciarte *et al.*, 2015), como también a los cuyes.

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 (Escamilo, 2012), sus hojas son trifoliadas de un verde oscuro intenso (Figura 1), los foliolos (F) 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 peciols (P) de 12 a 27 cm, algunas veces con la base semiengrosada a manera de pulvínulo; raquis de 3 a 9 cm; los peciolulos (Pe) menores de 1 cm; estipelas diminutas, menores de 0.1 cm; y con estipulas caducas (Velásquez *et al.*, 2019).

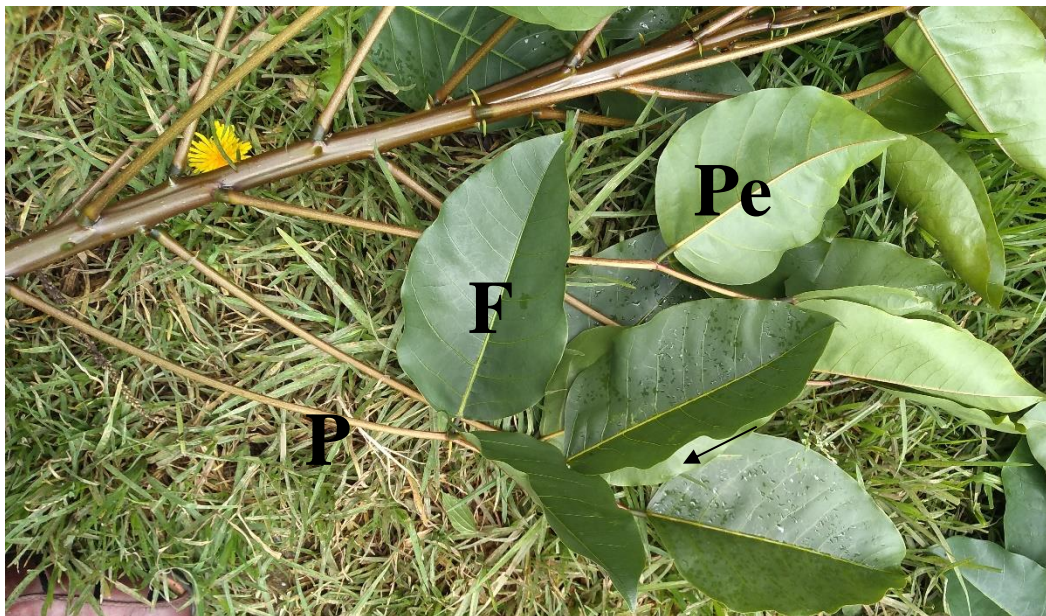


Figura 1. Hojas de la *Erythrina edulis*

1.1.2 Factores antinutricionales

Las especies de leguminosas contienen metabolitos secundarios, se denominan factores antinutricionales, compuestos que se originan en el metabolismo primario y secundario de las plantas (D'Mello, 2006) que pueden causar un efecto negativo en el valor nutricional del alimento, así como en la salud animal (Ospina *et al.*, 2017). La presencia de metabolitos secundarios como taninos y saponinas en plantas sugiere la posibilidad de efectos negativos cuando se utilizan como materia prima en la alimentación animal (Nepomuceno *et al.*, 2013).

Los alcaloides de pirrolizidina se presentan como mezclas complejas de compuestos estructuralmente diferentes, 660 metabolitos secundarios que se encuentran en más de 6000 especies de plantas, la relación estructura-actividad toxicológicamente

relevante de estos actualmente se consideran un grupo de evaluación acumulativa y se evalúan juntos bajo el supuesto de un potencial de toxicidad ya que provocan intoxicación aguda que induce daño hepático severo (Luckert *et al.*, 2018). La gran cantidad de taninos presentes en muchos alimentos dificulta su utilización como alimento no solo para rumiantes, los taninos crean problemas nutricionales como la reducción de la ingesta voluntaria de alimento y la digestibilidad de los nutrientes y la absorción de minerales, y la ingesta excesiva y continua de taninos provoca toxicidad y reducción de la productividad animal (Kumar & Vaithyanathan, 1990).

La mimosina es un aminoácido no esencial presente en mayor cantidad en las hojas de árboles forrajeros leguminosos, se metaboliza en el rumen y produce derivados que son tóxicos, que provocan pérdida de pelo, bocio, trastornos reproductivos, daño epitelial, disminución de la ingesta de alimento y muerte, también, las saponinas esteroideas afectan las funciones entero-hepáticas de los rumiantes, principalmente ovejas y cabras, en ovejas los hígados están agrandados y firmes, ictericos con vesículas biliares dilatadas, es posible que otras toxinas vegetales o fúngicas también afecten la función hepática, lo que conduce a un metabolismo anormal de la saponina vegetal ingerida, que provocaría la formación de cristales de bilis (Salam & Rajion, 1997).

En extractos alcohólicos de hojas de *Erythrina velutina* se detectaron alcaloides, catequinas, esteroides, flavonoides, fenoles, saponinas, taninos, triterpenoides y xantonas (Carvalho *et al.*, 2009) a medida que aumenta la edad de rebrote los metabolitos secundarios también tienden a incrementar, los taninos condensados presentes en la *Erythrina variegata* tendría efectos adverso sobre la fermentación ruminal (Verdecia *et al.*, 2019) y en la *Erythrina americana* se detectó polifenoles totales, taninos totales, condensados e hidrolizables (Hernández *et al.*, 2020) componentes que en la actualidad se desconocen sus principios activos y efectos en los animales que la consumen; procesos previos a la obtención de harina de hojas pueden disminuir los factores antinutricionales y sus efectos (Adekojo *et al.*, 2014).

1.1.3 Uso del forraje del género *Erythrina* en la alimentación de cuyes

Se utilizó cobayas (*Cavia porcellus*) para este ensayo sobre la base de su rusticidad aparentemente mayor y su popularidad como alimento humano en gran parte de Colombia, los animales utilizados (n = 32; edad media 12 semanas) fueron cruces

derivados de cepas autóctonas (criollas) y peruanas, el experimento se llevó a cabo en el Instituto Mayor Campesino (IMCA), Buga, Valle, se compararon fuentes contrastantes de carbohidratos y proteínas en una prueba de crecimiento que duró 56 días, los tratamientos fueron: King grass, follaje de consuelda (*Sphytum peregrinum*) y 50 g/día de un concentrado rico en cereales (Control); tallo de caña de azúcar picado (sin cascara), hojas frescas de consuelda y 15 g/día de un suplemento proteico (40% de proteína) formulado para cerdos en crecimiento; tallo de caña descortezado picado, hojas de consuelda y hojas de la leguminosa *Erythrina poeppigiana*; Jugo de caña de azúcar, hojas de consuelda y 15 g/día del concentrado proteico utilizado en el segundo tratamiento, en todos los casos los follajes, tallo de caña descascarado y jugo de caña se entregaron a libre elección, el engorde de cuyes criollos con hojas de *Erythrina poeppigiana* en proporción del 50% de la proteína, lograron consumir mayor cantidad de materia seca pero disminuyó su conversión alimenticia con respecto a concentrados ricos en granos (Solarte, 1989), el uso de alimentos alternativos no convencionales con porcentaje de proteína cruda superior al 20% logran mejor desempeño en ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal en cuyes (Macancela-Urdiales *et al.*, 2019).

Se usaron 75 cuyes machos de 13 días de edad, se formaron 5 grupos experimentales, cada grupo de tratamiento estuvo conformado de 15 cuyes colocados en 3 jaulas separadas de 5 cuyes cada una (repetición), se les administró como ración diaria 100 g/día de King grass como forraje y alimento balanceado que contenía 0, 7, 14, 21 y 28% de harina de *Erythrina* como fuente de proteína, el peso vivo (PV) fue influenciado ($p < 0,05$) por la inclusión de 7, 14, 21 y 28% de harina de hoja y peciolos de *Erythrina*, arbustos de 2.5 meses de edad de corte, el consumo fue *ad libitum* por 63 días, se observó que al incrementar el nivel de harina de hojas de *Erythrina* en la ración concentrada resultó en una gradual disminución del peso vivo en 772, 762, 750 y 711 g respectivamente, del peso de carcasa de 591 a 484 g y del rendimiento de carcasa que fue de 72 a 68% (Paredes *et al.*, 2017).

La arbustiva tropical *Erythrina poeppigiana* se utiliza con mayor frecuencia en el engorde de cuyes de 25 a 30 días de edad por un periodo de 56 días, la inclusión en dietas como forraje fresco *ad libitum* sobre el consumo de alimento ($33 \text{ g MS animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$), ganancia de peso ($8 \text{ g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y la conversión alimenticia (4.25) fue más eficiente que las gramíneas (6.7) (Meza *et al.*, 2014), este mismo forraje sometido a

un periodo de marchites (24 horas) más suplemento alimenticio a base de balanceado comercial (pellet) 15 g animal⁻¹día⁻¹ incrementaron la ganancia de peso (438 ± 32 g), el rendimiento a la canal (68.7%) y el índice de conversión alimenticia (3.6) (Sánchez *et al.*, 2017). El rendimiento a la canal (66%) de cuyes alimentados con caraca tiene directa relación entre el consumo de alimento (37 g animal⁻¹día⁻¹), ganancia de peso (8,3 g animal⁻¹día⁻¹) y conversión alimenticia (6.2), también en el beneficio/costo (1.32) lo cual demuestra que es una buena alternativa para la crianza de cuyes (Meza *et al.*, 2018).

Se ejecutó una investigación en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, una altitud de 2760 msnm, para lo cual se usaron 36 cuyes destetados mejorados de la línea Perú, con pesos homogéneos, distribuidos en 4 tratamientos con 3 repeticiones y 3 cuyes como unidad experimental, que fueron ubicados en pozas con dimensiones de 0.6 x 0.6 y 0.6 de altura, con comederos y bebederos de arcilla, se incluyó harina de cacuy (*Erythrina berteroana*), árbol de leguminosa del VRAEM, con ello se preparó 4 tipos de alimento balanceado (tratamientos) con niveles de 0, 10, 20 y 30% de inclusión en la ración, el periodo de evaluación fue 60 días, se demostró que la inclusión del 10 % de la harina de cacuy en el alimento balanceado, estimula una mayor ganancia de peso (665.33 g) y mejora la conversión alimenticia (3.5); además en sus diferentes niveles de inclusión presentaron mejores retribuciones económicas pero el tratamiento 4 es el que obtuvo menor costo de alimentación y mayor rentabilidad (115.05%), con ello se recomienda su uso del cacuy como ingrediente alimenticio para el engorde de cuyes (Quijano & Pozo, 2018).

Se realizó una investigación en el área de cuyes de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, con el objetivo de determinar el nivel óptimo de inclusión de la harina de hojas de eritrina (*Erythrina fusca*) en dietas de cuyes, en fases de inicio, crecimiento, acabado y periodo total, para ello, se utilizaron 35 cuyes machos de la línea genética Perú de 13 días de edad, distribuidos en cinco tratamientos, siete repeticiones y un cuy por unidad experimental; los tratamientos fueron: T1: Dieta concentrada sin inclusión de harina de hojas de eritrina (HHE), T2: Dieta concentrada con 7% de inclusión de HHE, T3: Dieta concentrada con 14% de inclusión de HHE, T4: Dieta concentrada con 21% de inclusión de HHE y T5: Dieta concentrada con 28% de inclusión de HHE; la

alimentación de los cuyes fue mixta, forraje verde (king grass verde) y alimento concentrado, ambos ofrecidos en forma *ad libitum*, asimismo, los datos fueron sometidos a un análisis de regresión, la inclusión creciente de harina de hojas de eritrina (*Erythrina fusca*) en dietas de cuyes machos de 13 a 75 días de edad mostraron una tendencia lineal negativa con respecto a la ganancia diaria de peso (10.27 a 8.68 g/día), también se observó menor rendimiento de carcasa (72 a 68%) y la conversión alimentaria de la materia seca (4.99 a 5.68) cada vez que se incrementó la harina de hojas con peciolo de eritrina (*Erythrina fusca*) en dietas concentradas y el mejor beneficio neto (S/. 7.67) y mérito económico (43.65%) fue para los cuyes alimentados con dieta concentrada sin inclusión de harina de hojas de eritrina (Cordova, 2016).

Se utilizó 36 cuyes destetados criollos mejorados, destetados con una edad promedio de 22 días de edad, con un peso inicial promedio de 361.18 ± 22.31 g; con condiciones corporales adecuadas de una granja familiar del distrito de Mazamari, se utilizó una jaula para los tratamientos, cada tratamiento con tres repeticiones y la unidad experimental estaba representada por 3 cuyes, la fase experimental tuvo una duración de 70 días; para la alimentación de los cuyes del tratamiento I: se utilizó en un 100% la forrajera arbustiva *Erythrina sp.* (600 g de forraje verde/día por cada unidad experimental), el tratamiento II: alimentación mixta con *Erythrina sp.* (300 g de forraje verde/día) más concentrado (120 g por unidad experimental) y el tratamiento III: alimento balanceado (testigo) más agua, en todos los casos la frecuencia de suministro de forraje fue dos veces al día (8:00 am y 4:00 pm) y el concentrado se suministró en las mañanas (8:30 am); los cuyes alimentados con *Erythrina sp.* más concentrado, y con alimento balanceado (testigo), superaron estadísticamente a los cuyes alimentados exclusivamente con *Erythrina sp.*, los resultados para los tratamientos con *Erythrina sp.*; *Erythrina sp.* más concentrado y alimento balanceado (testigo), fueron: 325.00; 426.83 y 393.17 g. para la ganancia de peso; 5.42; 7.11 y 6.55 g. para la ganancia de peso por día; 3711.56; 3481.06 y 2776.13 g. para el consumo de materia seca; 11.45; 8.18 y 7.07 para la conversión alimenticia; y 62.65; 71.79 y 69.86 % para el rendimiento de carcasa, respectivamente; se concluye que el sistema de alimentación mixta y el alimento balanceado, tendrán una performance productiva similar, pero ambas serán superiores a la alimentación a base de forraje (García, 2014).

La investigación fue realizada en las instalaciones de la granja de zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú, se utilizaron 25 cuyes machos de 28 días de edad de la línea genética mejorada Perú, los animales fueron alimentados con 5 niveles de harina de hojas de *Erythrina fusca* (0, 6, 12, 18 y 24%) se realizó el corte a los 45 días, los cuyes fueron alojados en un solo ambiente previamente habilitado en condiciones adecuadas para la crianza, luego fueron distribuidos en cinco tratamientos, cada tratamiento con cinco repeticiones y cada repetición con una unidad experimental, las raciones fueron formuladas de acuerdo a las necesidades nutricionales manteniendo la relación energía (2800-2900 kcal/kg)-proteína (17-18%), el mezclado de los insumos se realizó haciendo uso de una mezcladora horizontal de tornillo sin fin, con una capacidad de 50 kg, durante el experimento los cuyes recibieron una alimentación mixta, que consistió en forraje verde (King grass) y alimento concentrado fue suministrado en la cantidad de 100 gramos/cuy/día en dos horarios (8.00 am y 5.00 pm) según el consumo voluntario de los cuyes y el agua de bebida se suministró a discreción, la fase de crecimiento fue desde los 29 hasta los 59 días de edad y para la fase de acabado desde los 60 a 89 días de edad, esto nos demuestra, que la ganancia diaria de peso fue de 10.15 a 11.00 g/día, el consumo de materia seca 46.16 a 47.10 g/día y la conversión alimenticia estuvo entre 4.31 a 4.82 no fueron afectados por la inclusión de 6, 12, 18 y 24% de harina de eritrina en la ración concentrada para cuyes y se puede adicionar hasta un 24% de harina de eritrina (*Erythrina fusca*) en la ración de cuyes machos en fases de crecimiento y acabado (Paucar, 2012).

1.1.4 Anatomía hepática del cuy

Topográficamente, el hígado es el órgano post-diafragmático más craneal, está moldeado en la cúpula diafragmática y sobresale del círculo del hipocondrio, ocupa la mayor parte de la región subcostal derecha; es un órgano asimétrico debido a los lóbulos agrandados de la izquierda, voluminoso y aplanado de adelante hacia atrás (Fuss, 2002).

El hígado del cuy es de color marrón rojizo, es multilobulado, dos tercios del hígado se ubicaban en la parte intratorácica de la cavidad abdominal, tiene superficies diafragmáticas cóncavas y viscerales convexas, en la superficie diafragmática se visualizaron cuatro lóbulos mientras que en la superficie visceral se identificaron seis

lóbulos; la superficie visceral estaba en relación con estómago, duodeno, ángulo cólico derecho, páncreas y riñón derecho; el margen ventral de la vesícula biliar excede el borde ventral del hígado, además, en la superficie visceral, la vesícula biliar está unida a su fosa, entre el lóbulo medial derecho y el lóbulo cuadrado; y el hígado presenta seis lóbulos: lóbulo lateral derecho, lóbulo medial derecho, lóbulo cuadrado, lóbulo medial izquierdo, lóbulo lateral izquierdo (lóbulo más desarrollado) y lóbulo caudado (Stan, 2018a).

El hígado, ocupa un importante papel en la homeostasis del organismo a través de una innumerable cantidad de funciones, el conocimiento de esta estructura, en especial sus aspectos celulares cuantitativos, resulta fundamental para comprender si el órgano está normal o alterado, la estereología juega un rol importante, ya que permite realizar una reconstrucción tridimensional y una estimación cuantitativa de estructuras a nivel microscópico, en tal sentido, en el hígado del cuy se demostró que la cantidad de hepatocitos fue 2.8×10^7 y de sinusoides hepáticos 0.61×10^5 , valores que pueden ser afectados por la edad y condiciones medioambientales de los animales (Rosas *et al.*, 2007).

Histológicamente, el hígado de cobayo presentó una arquitectura lobulillar y espacios porta constituidos por estructuras vasculares y canaliculares biliares, los lobulillos hepáticos no presentaron una forma poligonal característica y sus límites no estaban bien definidos, en estas estructuras se observaron cordones de una sola célula hepática, que formaban columnas rodeadas por sinusoides vasculares de orientación radial, las cuales se dirigen a la vena centro lobulillar, las venas tienen revestimiento endotelial y los cordones parenquimatosos están constituidos por hepatocitos de aspecto cuboide a poligonal con un núcleo redondeado de cromatina laxa; las células hepáticas presentan un núcleo basófilo y citoplasma eosinófilo, en algunos casos, células binucleadas, el diámetro medio del hepatocito fue de $17.25 \pm 2.58 \mu\text{m}$ y el diámetro medio del hepatocito osciló entre $10.8 \mu\text{m}$ como mínimo y $27.0 \mu\text{m}$ como máximo (Rosas *et al.*, 2010).

La vesícula biliar es grande, está unido al parénquima hepático en el medio de la superficie posterior del hígado y el conducto cístico está unido por varios conductos biliares para formar un conducto común, el conducto biliar común, que desemboca en el duodeno, muy cerca del píloro (Fuss, 2002). La vesícula biliar tiene forma

redondeada que excede el borde ventral del hígado, es visible tanto en la superficie diafragmática como visceral del hígado, tiene un diámetro de 9.0 ± 0.3 mm y una longitud total de 11.0 ± 0.1 mm, está unida a una fosa (*Fossa vesicae felleae*) situada en la delimitación del lóbulo medial derecho y el lóbulo cuadrado, se observa una zona de transición obvia en el cuello y una pequeña hinchazón en el comienzo del conducto cístico; el diámetro del conducto cístico tiene de 2 ± 0.2 mm y forma un ángulo agudo con el colédoco, el conducto cístico se une al conducto hepático izquierdo para formar el colédoco, el conducto hepático derecho drena a corta distancia después de la unión indicada anteriormente, en el lado derecho del colédoco, el conducto hepático derecho se forma por la unión del conducto hepático que drena el proceso caudado del lóbulo caudado con el canal que drena los lóbulos lateral derecho y medial derecho y los lóbulos medial y lateral izquierdos y el lóbulo cuadrado drenan por los canales biliares que se fusionan para formar el conducto hepático izquierdo; distalmente, por encima y adherido a la pared duodenal, el colédoco muestra una dilatación ampular única desde la cual un pequeño conducto drena hacia el primer segmento del duodeno, cerca de la dilatación, el colédoco muestra una pequeña contracción, la apertura del colédoco en la luz duodenal tiene una ligera elevación de la mucosa duodenal y la papila duodenal mayor se localiza aproximadamente a 1.5 cm distalmente al píloro, que interiormente se ubica en el primer segmento del duodeno (Stan, 2018b).

1.1.5 Perfil bioquímico hepático

Las funciones principales del hígado pueden alterarse negativamente por la exposición aguda o crónica a sustancias tóxicas, estos inhiben o impiden el transporte hepático y los procesos sintéticos, la disfunción puede ocurrir sin daño celular apreciable, la pérdida de función también ocurre cuando los tóxicos matan un número apreciable de células y cuando la agresión crónica conduce a la sustitución de la masa celular por tejido cicatricial no funcional, entonces, la respuesta del hígado a la exposición química depende de la intensidad de las agresiones, la población celular afectada y la duración de la exposición química (aguda o crónica), también, las tensiones más leves pueden causar una disfunción celular reversible (Jaeschke, 2015).

Los análisis que constituyen las pruebas de la función hepática son una de las formas más frecuentes de estudiar el hígado y las eventuales enfermedades que lo afectan, se

evalúan las sustancias que liberan en exceso por procesos patológicos (Moreno *et al.*, 2007), como se observa en los valores normales (Tabla 1) de diferentes roedores. La lesión hepática se puede diagnosticar mediante ciertos marcadores bioquímicos como la alanina aminotransferasa (ALT), la aspartato aminotransferasa (AST), la fosfatasa alcalina (ALP) y la bilirrubina, el incremento de las enzimas séricas se toman como indicadores relevantes de toxicidad hepática, mientras que la bilirrubina total es medida de la función hepática general (Singh *et al.*, 2011) y la presentación de lesión hepática con un patrón colestásico prevalente se evalúa a través de los niveles de fosfatasa alcalina, bilirrubina y la GGT como ayuda adicional (Giannini *et al.*, 2005). Los cambios en las proteínas séricas pueden ser indicativos de muchos problemas de salud y pueden servir como posibles marcadores de diagnóstico para algunas afecciones patológicas (Tóthova *et al.*, 2017).

En la lesión hepática se observa el aumento en los niveles séricos de ALT o bilirrubina conjugada en más del doble del límite superior del rango normal, o un aumento combinado en los niveles de AST, ALP y bilirrubina total, con la condición que una de ellas sea más del doble del límite superior del rango normal, además, en la lesión hepatocelular, se presenta una elevación inicial predominante del nivel de ALT y en la lesión colestásica, el nivel sérico de ALP se eleva primero, pero las pruebas que solo reflejan una lesión hepática no necesariamente predicen o indican una hepatotoxicidad grave; en las presentaciones clínicas de hepatotoxicidad, se observa que el nivel de ALT está notablemente elevado, con elevaciones mínimas en el nivel de ALP (Navarro & Senior, 2006).

Tabla 1

Química sanguínea, proteína (PT), albumina (ALB), alanino aminotransferasa (ALT o GPT), aspartato aminotransferasa (AST o GOT) y fosfatasa alcalina (ALP)

Indicador	Cuy	Conejo	Rata
PT (g/dL)	4.9–5.5	4.7–7.3	7.0–7.7
ALB (g/dL)	3.0–4.1		2.2–3.9
ALT (UI/L)	25–40	1–50	28–60
AST (UI/L)	45–68	1.5–30	76–197
ALP (UI/L)	62–252	102–179	99–381

Fuente: Gross (2009)

1.1.5.1 Proteína total

Los hepatocitos son los principales encargados de sintetizar y secretar las proteínas sanguíneas. La estimación de las proteínas totales en el suero (Tabla 2) es útil para diferenciar entre una función hepática normal y dañada, ya que la mayoría de las proteínas plasmáticas, como las albúminas y las globulinas, se producen en el hígado (Singh *et al.*, 2011). Los cambios en los niveles de proteína total se deben principalmente a cambios en la concentración de albúmina, en enfermedad hepática se puede observar disminución en su producción (Hersey-Benner & Mayer, 2012).

1.1.5.2 Albúmina

El hígado es el sitio exclusivo de síntesis de albúmina, la más abundante de las proteínas plasmáticas, su concentración (Tabla 2) está determinada por la tasa de síntesis hepática que normalmente está en equilibrio con la degradación. La hipoalbuminemia puede ser causada por una síntesis defectuosa de albúmina asociada con una enfermedad hepatocelular grave (Tennant & Center, 2008).

1.1.3.3 Bilirrubina total (BT)

La bilirrubina total (Tabla 2) es una combinación de bilirrubina indirecta (no hepática) y directa (hepática). Este producto de la degradación de la hemoglobina, es un marcador de lesión hepatobiliar, especialmente colestasis y efectos biliares (Ozer *et al.*, 2008). La obstrucción biliar puede causar varios grados de hiperbilirrubinemia directa o conjugada, la gravedad de la alteración depende del grado y duración de la obstrucción y de la reserva funcional del hígado (Giannini *et al.*, 2005).

La colestasis se caracteriza bioquímicamente por niveles séricos elevados de compuestos normalmente concentrados en la bilis, particularmente sales biliares y bilirrubina, la colestasis inducida por sustancias tóxicas puede ser transitoria o crónica; cuando es sustancial, se asocia con hinchazón celular, muerte celular e inflamación, la lesión celular generalmente es causada por la acumulación de sustancias químicas en el hígado, como los ácidos biliares potencialmente citotóxicos, la bilirrubina y otros componentes biliares (Jaeschke, 2015).

1.1.3.4 Aminotransferasas (ALT y AST)

Los niveles séricos de ALT y AST (Tabla 2) han sido particularmente útiles en el diagnóstico y evaluación de trastornos hepáticos y musculares, respectivamente, la ALT se encuentra en el citoplasma y mitocondria de los hepatocitos y las concentraciones se relacionan según la especie y el tejido, el aumento de la actividad de la ALT en suero es algo específico para la lesión hepática en perros y gatos, pero no ofrece ninguna especificidad para la detección de lesión hepática en caballos y ganado, también la AST se encuentra en el citosol pero en concentraciones más altas en las mitocondrias, el aumento de la actividad de la AST sérica en lesiones tanto reversible como irreversible de los hepatocitos se puede observar después de la lesión hepatocelular y la colestasis (Hoffmann & Solter, 2008).

La lesión hepatocelular o citolítica implica elevaciones marcadas de las concentraciones séricas de aminotransferasas, que por lo general preceden a aumentos en los niveles de bilirrubina total y aumentos moderados en los niveles de fosfatasa alcalina, pero los aumentos de mucho más de tres veces el límite

superior de la normalidad pueden no conducir a una lesión hepática clínicamente significativa, esto se debe a la gran capacidad del hígado para curar lesiones, con el posterior desarrollo de tolerancia adaptativa (Navarro & Senior, 2006).

1.1.3.5 Fosfatasa alcalina (ALP)

En el hígado, la fosfatasa alcalina (Tabla 2) es encontrada histoquímicamente en el microvilli del canalículo biliar y sobre la superficie sinusoidal de los hepatocitos, está involucrada en el transporte de metabolitos a través de las membranas celulares, se encuentra en orden decreciente de abundancia en la placenta, mucosa ileal, riñón, hueso e hígado, su vida media de la isoenzima hepática es tres días y su clearance del suero es independiente de la capacidad funcional del hígado o la permeabilidad de los ductos biliares (Giannini *et al.*, 2005).

1.1.3.6 Gamma-glutamil transpeptidasa (GGT)

La gamma-glutamil transpeptidasa (Tabla 2) se encuentra principalmente en los riñones, el páncreas y el intestino; es una enzima microsomal que está presente en los hepatocitos y células epiteliales biliares (Giannini *et al.*, 2005), su actividad hepática es relativamente alta en vacas, caballos, ovejas y cabras y muy baja en perros, gatos y aves, la GGT en el conejo se encuentra en la zona perinuclear de los hepatocitos y conductos biliares y sus variaciones nos puede ayudar a interpretar enfermedades hepatobiliares de bovinos, ovinos, caprinos y trastornos colestáticos de perros (Braun *et al.*, 1983) y el aumento de la actividad de GGT en los hepatocitos de cuyes podría interpretarse como uno de los mecanismos de protección celular frente a la toxicidad (Lanca & Israel, 1991).

Tabla 2

Perfil bioquímico hepático en diferentes razas de cuyes

Indicadores	13/N ¹	Weiser Maples ²	Hairless ³	Haired ³	Hartley strain albino ⁴
PT (g/dL)	4.8–5.6	4.9–5.4	5.27±0.28		3.31–6.13
ALB (g/dL)	2.2–3.2		3.56±0.14		2.24–6.56
BT (mg/dL)	0.3–0.4	0.001-0.035	0.07±0.01	0.08±0.03	
ALT (UI/L)	24–67	26–40	90±23	37±11	
AST (UI/L)	27–162	48–68	83±35	183±5	
ALP (UI/L)	16–83	72–216	342±45	455±67	
GGT (UI/L)	2.5–21.0		11.28±4.68	13.5±3.4	

Fuente: ¹Genzer *et al.* (2019), ²Kitagaki *et al.* (2005), ³Waner *et al.* (1996),
⁴Burns & De Lannoy (1966)

1.2 Antecedentes

La suplementación con *C. argentea* con y sin probiótico en la alimentación de bovinos machos fistulados en rumen (Criollo x Cebú) incrementó la concentración de proteína total sanguínea con respecto a los animales que estuvieron en pastoreo continuo de *B. decumbens*, además esta suplementación traería un mejor beneficio de los forrajes (Roa *et al.*, 2017).

Se evaluó la toxicidad de *Lantana camara* que se caracteriza por colestasis intrahepática y daño hepático, el cuy es una especie susceptible que durante la época de escasez la consume mientras pastan o se mezclan con forrajes regulares, los niveles de ALT y AST 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 ($P < 0.05$) y los valores de proteína disminuyeron significativamente ($P < 0.05$); además los valores de ALP y bilirrubina se mantuvieron sin cambios en comparación con el grupo control (Kumar *et al.*, 2018).

Los extractos metanólicos de diferentes partes de la *Moringa oleifera* distorsionan la histoarquitectura del hígado, estos efectos dependen del tiempo y de la dosis (Paul & Didia, 2012).

También se observó que los extractos alcohólicos de hojas de las leguminosas arbustivas *Caesalpinia bonduc* y *Adenodolichos paniculatus* sobre el estado funcional del hígado, incrementan los niveles de AST y provocan daño celular inducido en el hígado de animales a dosis elevadas de extracto (Ogunlana *et al.*, 2013).

El extracto hidroalcohólico de las flores de la *Calendula officinalis*, con actividad antiinflamatoria y cicatrizante, en concentraciones de 0.25, 0.5 y 1.0 g/kg que se administró por vía oral en ratas Wistar durante 30 días, provocó el incremento de la ALT y la alteración histológica en el hígado, esto nos sugiere la posibilidad de sobrecarga hepática y un posible efecto hepatotóxico (Silva *et al.*, 2007).

El consumo ocasional de las hojas de *Mascagnia rigida* en condiciones naturales, una planta tóxica que genera un importante problema económico al ganado, que provoca muerte súbita en bovinos, ovino, caprinos, burros y experimentalmente la planta resultó ser tóxica para los conejos, ratas y ratones; en conejos machos de la raza Nueva Zelanda se evaluó la toxicidad de extractos acuosos solubles e insoluble, que fueron administrados vía nasofaríngea por ocho días, en dosis equivalente a 30g/kg de MS, no afectó los niveles séricos de ALT, ALT y ALP, se puede inferir que no pudieron causar daño hepático (Borboleta *et al.*, 2011).

La respuesta del hígado a la exposición química depende de la intensidad de las agresiones, la población celular afectada y la duración de la exposición química (aguda o crónica), la necrosis es generalmente el resultado de una exposición a una sustancia química tóxica que puede identificarse mediante la liberación de enzimas específicas del hígado como la alanina o aspartato aminotransferasa en el plasma (Jaeschke, 2015).

Se ha demostrado que la inclusión de harina de hojas de *Erythrina* de 7, 14, 21 y 28% en la ración concentrada, arbustos de 2.5 meses de edad de corte, *ad libitum* por 63 días, incrementaron los perfiles de proteína total y albumina en sangre y además no causó cambios en la morfología histológica del hígado en cuyes (López *et al.*, 2017).

El extracto acuoso de *Erythrina velutina* que a dosis más altas (200 mg/kg) provocan acciones sedantes y bloqueantes neuromusculares como efectos principales Dantas *et al.* (2004), después de la administración vía oral de extractos hidroalcohólicos en dosis de 800 mg/kg se observó la disminución de la actividad locomotora Vasconcelos *et al.* (2004), probablemente estos efectos se deban a los componentes como alcaloides,

esteroides, fenoles, taninos, saponinas y otros, que además tienen actividades farmacológicas que producen respuesta contráctil en el íleon de cuy (Carvalho *et al.*, 2009).

La suplementación con *Moringa oleifera* al 20% en la alimentación de cabras Nubian mostraron mejor estado sanitario, ya que los valores bioquímicos como la proteína y albumina estuvieron dentro del rango normal, este árbol no leguminoso multipropósito es fuente potencial de energía y proteína fácilmente disponible que contribuirían a llenar los vacíos de escasez de alimento sin ningún efecto adverso (Babeker & Bdalbagi, 2015).

El hígado juega un papel central en el metabolismo de las proteínas esta función puede verse comprometidas en pacientes con enfermedad hepática; la albúmina es una proteína plasmática sintetizada exclusivamente por el hígado, la hipoalbuminemia grave se presenta con mayor frecuencia con insuficiencia hepática, la hipoalbuminemia grave es un marcador relativamente insensible de enfermedad hepatobiliar y es probable que se observe predominantemente en casos con insuficiencia hepática avanzada o derivaciones portosistémicas (Lawrence & Steiner, 2017).

Se menciona que el uso de la DL Metionina como aditivo en la elaboración de alimentos concentrados en dosis de 20 ppm causó daño hepático leve indicado por niveles más altos de ALT y AST y la menor actividad de las enzimas hepáticas en dosis de 40 ppm indica el efecto hepatoprotector en la dieta de los cuyes (Dildeep *et al.*, 2013).

El helecho *Ampelopteris proliferata*, secado a la sombra, en mezcla de raciones concentradas para 18 cuyes por un período de 30 días, provocó leve a moderada toxicidad en los cuyes que recibieron una tasa de dosis del 15% y 30% por el incremento de la proteína, ALT y AST, estos últimos podrían haberse desarrollado después de una hepatopatía persistente y progresiva muy probablemente inducida por el principio tóxico del helecho (Jolhe *et al.*, 2006).

La harina de hojas de *Moringa oleifera* en proporciones de 2.5%, 5.0% y 7.5% para dietas de engorde pollos de la raza Anak, estas dietas experimentales se ofrecieron *ad libitum* desde el séptimo día hasta el día 35 que trajo como consecuencia el incremento de los valores de proteína total sérica en la dieta con 5%, reflejan los niveles de calidad proteica de la dieta (Onu & Aniebo, 2011).

Las concentraciones de proteína total aumentaron con niveles incrementales de harina de hojas de *Acacia tortilis* hasta 63.2 g/kg de MS, antes que comenzara a disminuir, esta reducción en las proteínas totales séricas podría deberse a la ingesta insuficiente de proteína digestible de las dietas ricas en taninos (> a 4.64 g/kg de MS) que se absorben en el intestino delgado que inducen las enzimas hepáticas para desintoxicarlos, este incremento en la actividad de ALT, AST y ALP se debe al efecto de los niveles incrementales de las harinas de hojas que podrían haber tenido efectos negativos en la función hepática de los cerdos (Ndou *et al.*, 2015).

La inclusión de harina de cascara de naranja dulce como reemplazo en 25%, 50% y 75% de los despojos de maíz, después de 203 días de alimentación de toros Bunaji no mostraron ninguna variación significativa en la proteína total, albúmina, AST, ALT, ALP y bilirrubina total (Shittu *et al.*, 2020).

El mango (*Mangifera indica* L.) destaca por ser fuente de compuestos fenólicos que tienen un gran potencial antioxidante, en ratas Wistar se evaluó el efecto de la ingesta por 25 días en los marcadores de injuria hepática, estos animales que recibieron dietas suplementadas con 10% de pulpa de mango mostraron una tendencia a presentar valores más altos de ALT y AST que los otros grupos que recibieron la dieta control y pulpa de mango 3%, además de incrementar la peroxidación lipídica, esto nos demuestra un posible efecto pro-oxidativo (Toledo *et al.*, 2013).

El aceite de semilla de uva prensado en frío, tiene un alto contenido de ácidos grasos esenciales (ácido linoleico) y también un contenido significativo de vitamina E, se evaluó el efecto del consumo en ratas Wistar sanas y destetadas, recibieron dos concentraciones (3 y 6 ml/kg de peso corporal) de semilla de uva y aceite de soja durante 65 días, no provocó cambios entre los grupos tratados y de control en términos de concentración plasmática de enzimas AST y ALT, además se observó la incorporación de ácidos grasos en el tejido adiposo y el nivel de peroxidación lipídica sérica (Shinagawa *et al.*, 2015).

La inclusión de maíz, sorgo y mijo como fuentes energéticas para la alimentación en conejos, se observó que la fosfatasa alcalina de todos los conejos experimentales estaba por encima del rango normal ALP probablemente a la presencia de cálculos biliares en conejos (Salihu, 2020).



La presencia de fitatos que se encuentran en residuos de sésamo utilizado en la dieta de los corderos incrementó los valores de ALP ($P < 0.05$) (Garba & Adeola, 2020). La sustitución del pienso concentrado por follaje fresco de *Moringa oleífera* no afectaron los niveles séricos de aspartato aminotransferasa (AST) y gamma-glutamil transpeptidasa (GGT), la fosfatasa alcalina (ALP) fue decreciendo con el incremento del 50, 75 y 100% del forraje; y la alanina aminotransferasa (ALT) fue significativamente mayor con 25 y 100%, la inclusión del 25% no tiene efectos nocivos en cabras en crecimiento (Zaher *et al.*, 2020).

También se ha observado que se debe limitar el porcentaje de inclusión para evitar problemas de salud por toxicidad, la inclusión de harina de tallos de *Moringa oleífera* en la dieta de no más de 60 g/kg de la dieta no tuvieron efectos sobre el crecimiento y el rendimiento al beneficio, mientras que las dietas con 100 g/kg aumentaron la actividad de ALT en gansos de 22 a 70 días de edad (Zhai *et al.*, 2020).

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

En arreglos agroforestales o silvopastoriles el uso de árboles y arbustos predominan como sombra en potreros y cercas vivas (Gallego *et al.*, 2012), que se convierten en una opción alimenticia alternativa no convencional como el follaje verde de la *Erythrina poeppigiana* para el engorde de conejos Nueva Zelanda (Sánchez-Laiño *et al.*, 2017), también la inclusión de *Erythrina sp* (pisonay) en 25, 50, 75 y 100% como forraje fresco en la alimentación de 32 cuyes machos de 3 meses de edad, que recibieron hojas y peciolos de un año de rebrote *ad libitum* durante 35 días, produjeron variaciones en el peso corporal (6, 8, 5 y -2 g animal/día), rendimiento de la canal (64 a 53%), pH (6.3 a 5.6), así mismo, se observó variaciones en la características organolépticas como en la capacidad de retención de agua (23.1 a 15.2) y coloración de la carne (55.1 a 40.4) al incrementarse el porcentaje de inclusión (Cárdenas *et al.*, 2018).

La *Erythrina mysorensis* presentó moderada presencia de taninos, compuestos fenólicos y alcaloides en hojas con peciolo de árboles ubicados en cercas vivas (Pino *et al.*, 2004), en las hojas de *Erythrina velutina* recolectadas en época de lluvias se observó presencia notable de fenoles y leve de alcaloides (Baldizán *et al.*, 2006) y la *Erythrina variegata* con potencial para ser utilizada en sistemas silvopastoriles mostró una presencia baja de taninos y alta de alcaloides (Alvear *et al.*, 2013). Cuando los animales consumen grandes cantidades de estos compuestos se presentan efectos negativos en la salud y producción de los animales, sin embargo, los taninos consumidos en cantidades bajas pueden tener efectos positivos sobre la producción animal (Torres *et al.*, 2008), se observó que la concentración de taninos totales en el pisonay con 4 meses de rebrote fue 14.0 ± 1.8 g/kg de MS, además el incremento proporcional de 50 a 100% de pisonay como forraje fresco en la dieta de cuyes, elevó los niveles séricos de animottransferasas, con la presencia de lesiones anatomopatológicas en el hígado como degeneración grasa, dilatación vesicular,

focos necróticos y congestión, además de provocar menor peso de hígado (Ramirez *et al.*, 2019).

La cantidad de proteína y la fracción fibrosa de las harinas de follajes tropicales están determinados por la especie utilizada, una de las alternativas es la confección de harina de árboles y arbustivas destinadas para consumo de los animales, que puede ser una actividad tecnológicamente factible, tanto a mediana como a gran escala (Savón *et al.*, 2005) por los productores que tienen el pisonay como cercas vivas, procesos previos a la obtención de harina de hojas pueden disminuir los factores antinutricionales y sus efectos (Adekojo *et al.*, 2014). En este contexto, se viene realizando numerosas investigaciones en varias especies del género *Erythrina* con el fin de introducir en la alimentación animal, ya sea como suplemento o complemento alimenticio (Meza *et al.*, 2018).

2.2 Enunciados del problema

¿La inclusión de harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de diferente edad de rebrote al ser utilizada en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) afectará el perfil bioquímico hepático?

2.3 Justificación

En el Perú, actualmente se pueden observar los tres sistemas de crianza de cuyes, acorde a su magnitud: familiar, familiar-comercial y comercial. Los dos primeros, diseminados en mayor grado en la sierra, animales que tienen una variedad de forrajes en su alimentación como maíz chala, avena, cebada y también se incluye alimentos alternativos no convencionales, como la *Erythrina edulis* que es utilizada para la alimentación de vacas, conejos y cuyes especialmente en época de seca donde hay escasez de forraje, cabe indicar que la población de cuyes en Apurímac equivale al 7.9% de la población nacional (CENAGRO, 2012), actualmente se menciona que la población de cuyes en el Perú es 17'380,000 animales.

La *Erythrina* es un género de plantas ampliamente distribuido, bien conocido por sus componentes bioactivos como alcaloides y flavonoides, estos últimos tienen efectos biológicos significativos que incluyen actividades citotóxicas, antidiabéticas, estrogénicas, antibacterianas, antiplasmódicas, antioxidantes y antiinflamatorias (Fahmy *et al.*, 2018), también se menciona que pueden tener efectos positivos en las características productivas, como el consumo de *Erythrina poeppigiana* (caraca) por

cuyes mejorados de 21 días de edad después de 56 días de alimentación, lograron una ganancia de peso (6.8 g animal/día), rendimiento a la canal (72.4%) y fue más eficiente en conversión alimenticia (7.6) con respecto a la *P. phaseoloides* (Sánchez *et al.*, 2012), además el follaje de especies arbustivas en 30%, cosechadas a 60 días de edad de rebrote, como suplemento alimenticio en cuyes mestizos de 30 días de edad no afectaron el comportamiento productivo en comparación a cuyes alimentados con concentrado comercial a voluntad más King grass CT-115 (Sánchez *et al.*, 2018).

La función hepática se evalúa con la interpretación del perfil bioquímico hepático que incluyen varios parámetros bioquímicos como proteínas totales, albúmina, bilirrubina, alanina aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (FA) y gamma-glutamil transpeptidasa (GGT) estos últimos potenciales indicadores de daño hepático (Moreno *et al.*, 2007). La expresión clínica de la hepatotoxicidad es variable, comprende desde alteraciones/elevaciones asintomáticas y reversibles de las aminotransferasas hasta la enfermedad o falla hepática fulminante, ocasionalmente, la hepatotoxicidad puede presentarse en el contexto de un síndrome de hipersensibilidad generalizada, con falta de signos clínicos de hipersensibilidad y un periodo de aparición de los primeros signos de daño hepático (Navarro & Senior, 2006).

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Evaluar el perfil bioquímico hepático en el cuy (*Cavia porcellus* L.) por efecto del consumo del pisonay (*Erythrina edulis*).

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles séricos de proteína total, albumina, bilirrubina total, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, fosfatasa alcalina y gamma-glutamil transpeptidasa en cuyes (*Cavia porcellus* L.) alimentados con harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4, 8 y 12 meses de edad de rebrote con inclusión de 10, 20 y 30% en las dietas experimentales.



2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- Los niveles de inclusión de diferente edad de rebrote de pisonay (*Erythrina edulis*) incluida como harina en dietas de cuyes (*Cavia porcellus* L.) influye en el perfil bioquímico hepático.

2.5.3 Hipótesis específicas

- Los niveles séricos de proteína total, albumina, bilirrubina total, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, fosfatasa alcalina y gamma-glutamil transpeptidasa en cuyes (*Cavia porcellus* L.) son alterados al incluir el 10, 20 y 30% de harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4, 8 y 12 meses edad de rebrote en la alimentación de cuyes.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El trabajo experimental se realizó en un galpón de cuyes ubicada en el sector de Moccospampa a una altitud de 2880 m en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, Perú.

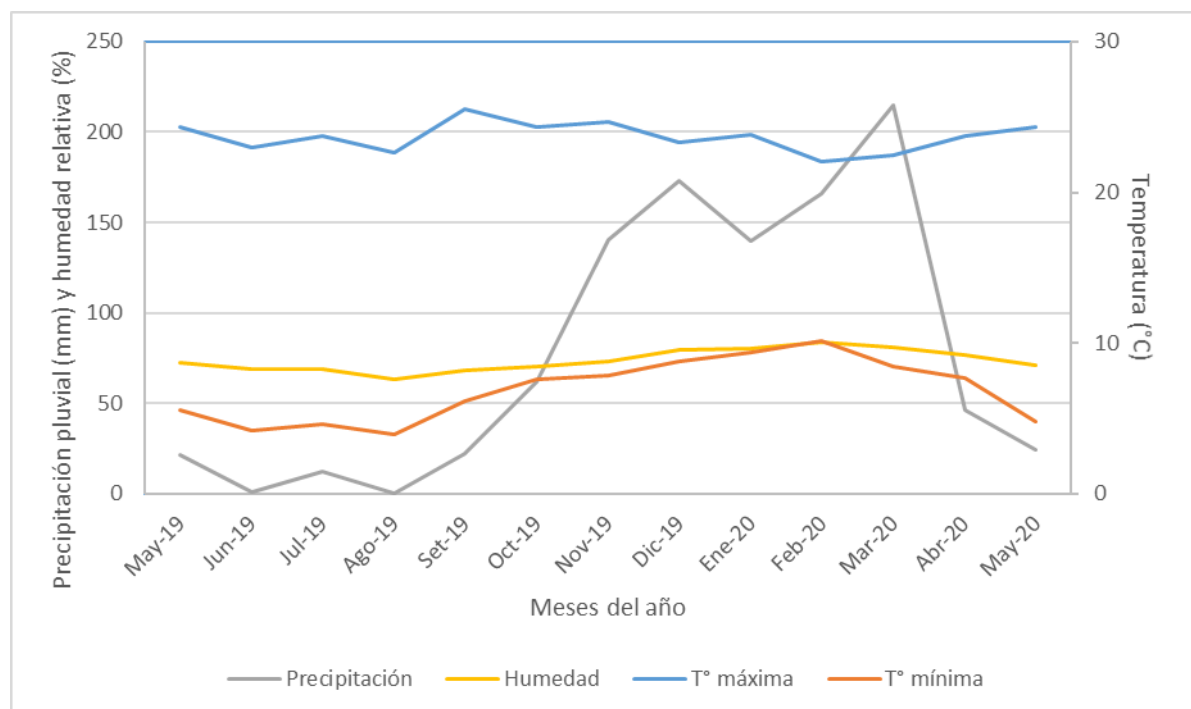


Figura 2. Datos meteorológicos adaptados según SENAMHI

3.2 Población

La población de cuyes estuvo conformada por cuyes machos mejorados destetados de 15 días de edad aproximadamente con pesos vivos uniformes provenientes de un solo galpón o granja de cuyes ubicado en el distrito de Curahuasi, provincia de Abancay

3.3 Muestra

El número de cuyes para el estudio se determinó por muestreo no probabilístico por conveniencia, que corresponde a 100 cuyes, para cada tratamiento 10 cuyes.

Tabla 3

Distribución de cuyes por tratamientos

Unidades experimentales	Edad de rebrote de pisonay, meses									Dieta
	4			8			12			
	Dietas experimentales: concentración de pisonay, %									Control
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	
Cuyes	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

3.4 Método de investigación

Para la elaboración de harina se utilizó el follaje tanto hojas y peciolo de árboles de *Erythrina edulis* (pisonay), normalmente utilizados y cosechados para la alimentación de los animales de 4, 8 y 12 meses de rebrote, se sometió al secado natural bajo sombra, después se procedió a moler el forraje seco a través de un molino de martillo (Maquitaxi, picadora y molino de chala) con zaranda de 2-3 mm.

Se prepararon diez tipos de dietas balanceadas, en la formulación se consideró los requerimientos nutricionales en condiciones isoproteicas (17-18%) e isoenergéticas (3000 kcal de Energía Digestible/kg de MS). Los cuyes se criaron en julas tipo aéreo, sus medidas fueron de 0.9 m de largo, 0.9 de ancho y 0.40 m de altura, que brindaron el confort a los animales, donde recibieron el alimento integral por 56 días en comederos tipo tolva y bebederos tipo campana para un consumo de agua fresca a voluntad.

Después de concluida la etapa experimental los animales fueron beneficiados. La eutanasia se hizo mediante insensibilización por dislocación de las vértebras cervicales (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 (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.

Tabla 4

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

Componentes	Edad de rebrote de pisonay, meses									Dieta Control
	4			8			12			
	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
Micosecuestante	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
Composición nutricional calculada										
Materia seca, %	93.7	93.6	93.5	93.6	93.6	93.5	93.6	93.6	93.8	93.4
Proteína, % MS	17.9	17.7	17.5	17.8	17.7	17.6	17.9	17.8	17.8	17.4
Energía digestible, Mcal/kg	2.96	3.01	3.01	2.97	3.01	3.01	2.98	2.98	3.01	3.06

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Variables

Independientes

X1 = Edad de rebrote del pisonay (4, 8 y 12 meses)

X2 = % de inclusión de la harina de pisonay (10, 20 y 30%)

Dependientes

Y1 = Proteína total, albumina y bilirrubina total, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, fosfatasa alcalina y gamma-glutamil transpeptidasa

3.5.2 Determinación del perfil bioquímico hepático

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).

a. Determinación de proteína total

Fundamento:

Se basa en la reacción de Biuret, en la cual los enlaces peptídicos reaccionan en medio alcalino con sulfato de cobre para formar un complejo coloreado azul-violeta. El color formado se mide colorimétricamente, siendo proporcional a la cantidad de proteína presente en la muestra.

Procedimiento:

El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por triplicado. En tres cubetas espectrofotométricas con capacidad de 1.5 mL marcadas B (Blanco), E (Estándar) y M (Muestra), como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5

Distribución de reactivos y muestra para la determinación de proteína total

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

Posteriormente se homogenizó inmediatamente y se incubó por 20 minutos a temperatura ambiente (20° a 25°C), finalizado el tiempo de incubación se procedió a leer la absorbancia a 540 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro uv/vis (Jeyway 6405), previa calibración del instrumento con el blanco reactivo.

b. Determinación de albumina

Fundamento:

Se basa en la reacción de Dourmas en la cual la albúmina se une al indicador bromo cresol para formar un complejo coloreado verde-amarillo. El color formado se mide colorimétricamente, siendo proporcional a la cantidad de albumina presente en la muestra.

Procedimiento:

El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por triplicado. En tres cubetas espectrofotométricas con capacidad de 1.5 mL marcadas B (Blanco), E (Estándar) y M (Muestra), como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6

Distribución de reactivos y muestra para la determinación de albumina

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

Para la albumina se homogenizó inmediatamente y se incubó por 3 minutos a temperatura ambiente (20° a 25°C), finalizado el tiempo de incubación se procedió a leer la absorbancia a 620 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro uv/vis (Jeyway 6405), previa calibración del instrumento con el blanco reactivo.

c. Determinación de bilirrubina total

Fundamento:

Se basa en la modificación propuesta por Walters y Gerarde, en la cual se utiliza como acelerador DMSO. La azobilirrubina formada es medida fotométricamente entre 540 y 600 nm, siendo la intensidad del color formado directamente proporcional a la cantidad de bilirrubina directa o total presente en la muestra.

Procedimiento:

El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por duplicado. En tres tubos de ensayo con capacidad mayor a 5 mL marcadas B (Blanco), E (Estándar) y M (Muestra), como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7

Distribución de reactivos y muestra para la determinación de bilirrubina total

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

A continuación, se homogenizó inmediatamente y se incubó por 10 minutos a temperatura ambiente (20° a 25° C), finalizado el tiempo de incubación se procedió a leer la absorbancia a 560 nm de longitud de onda en un analizador bioquímico semiautomático (Stat Fax 3300).

d. Determinación de alanina aminotransferasa**Fundamento:**

Se basa en el método de Wroblewski y La Due, la L-alanina en presencia de ALAT cataliza la reacción y se forma Piruvato y Glutamato. El Piruvato producido es reducido por la enzima LDH con la consiguiente oxidación del NADH a NAD.

Procedimiento:

El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por duplicado. Los reactivos se trabajaron a temperatura de reacción (30°C o 37°C), para lo cual se utilizó baño maría (JP Selecta Precisdig) programada a 37°C. En dos cubetas espectrofotométricas con capacidad de 1.5 mL marcadas B (Blanco) y M (Muestra), como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8

Distribución de reactivos y muestra para la determinación de alanina aminotransferasa

	Blanco	Muestra
Muestra (mL)	---	0.10
Reactivo de trabajo (mL)	1.00	1.00

Para la alanina aminotransferasa se homogenizó inmediatamente y se incubó por 60 segundos a la temperatura de reacción, se hizo la lectura de la absorbancia inicial a 340 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro uv/vis (Jeyway 6405) y se volvió a repetir la lectura a intervalos de 60 segundos exactos, hasta por tres minutos. Para calcular los niveles séricos se multiplico la variación de la absorbancia por el factor 1768.

e. Determinación de aspartato aminotransferasa

Fundamento:

Se basa en el método de Henry, el L-aspartato en presencia de ASAT cataliza la reacción y se forma Oxaloacetato y Glutamato. El Oxaloacetato producido es reducido por la enzima MDH con la consiguiente oxidación del NADH a NAD.

Procedimiento:

El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por duplicado. Los reactivos se trabajaron a temperatura de reacción (30°C o 37°C), para lo cual se utilizó baño maría (JP Selecta Precisdig) programada a 37°C. En dos cubetas espectrofotométricas con capacidad de 1.5 mL marcadas B (Blanco) y M (Muestra), como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9

Distribución de reactivos y muestra para la determinación de aspartato aminotransferasa

	Blanco	Muestra
Muestra (mL)	---	0.10
Reactivo de trabajo (mL)	1.00	1.00

Para la aspartato aminotransferasa se homogenizó inmediatamente y se incubó por 60 segundos a la temperatura de reacción, se hizo la lectura de la absorbancia inicial a 340 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro uv/vis (Jeyway 6405) y se volvió a repetir la lectura a intervalos de 60 segundos exactos, hasta por tres minutos. Para calcular los niveles séricos se multiplico la variación de la absorbancia por el factor 1768.

f. Determinación de fosfatasa alcalina

Fundamento:

Test cinético y fotométrico de acuerdo a IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine). La fosfatasa alcalina cataliza la hidrólisis del p-Nitrofenilfosfato a pNitrofenol y fosfato, produciéndose un aumento de absorbancia que es proporcional a la concentración de enzima en la muestra.

Procedimiento:

El análisis de las muestras de cada cuy se realizó por duplicado. Los reactivos se trabajaron a temperatura de reacción (37°C), para lo cual se utilizó baño maría (JP Selecta Precisdig) programada a 37°C. En una cubeta espectrofotométrica con capacidad de 1.5 mL marcada con M (Muestra), como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10

Distribución de reactivos y muestra para la determinación de fosfatasa alcalina

	Muestra
Muestra (mL)	0.02
Reactivo de trabajo (mL)	1.00

A continuación, se homogenizó inmediatamente y se incubó por 60 segundos a la temperatura de reacción, se hizo la lectura de la absorbancia inicial a 405 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro uv/vis (Jeyway 6405) y se volvió a repetir la lectura a 60 segundos exactos. Para calcular los niveles séricos se multiplico la variación de la absorbancia por el factor 2751.

g. Determinación de gamma-glutamyl transpeptidasa

Fundamento:

Se basa en la proposición de Szasz y la modificación efectuada por Rosalki, se utiliza un sustrato sintético, γ -glutamyl-p-nitroanilida (GGPNA) y glicilglicina como activador. La γ -GT cataliza la transferencia del grupo γ -glutamyl desde el sustrato GGPNA a la glicilglicina. La velocidad de liberación de la p-nitroanilida es directamente proporcional a la actividad de la γ -GT en la muestra, y se cuantifica midiendo el aumento de la absorbancia.

Procedimiento:

Se realizó una muestra de cada cuy. Los reactivos se trabajaron a temperatura de reacción (30°C o 37°C), para lo cual se utilizó baño maría (JP Selecta Precisdig) programada a 37°C. En una cubeta espectrofotométrica con capacidad de 1.5 mL marcada con M (Muestra), como se observa en la Tabla 11.

Tabla 11

Distribución de reactivos y muestra para la determinación de gamma-glutamyl transpeptidasa

	Muestra
Muestra (mL)	0.05
Reactivo de trabajo (mL)	1.00

A continuación, se homogenizó inmediatamente y se incubó por 60 segundos a la temperatura de reacción, se hizo la lectura de la absorbancia inicial a 405 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro uv/vis (Jeyway 6405) y se volvió a repetir la lectura a 60 segundos exactos, hasta por tres minutos. Para calcular los niveles séricos se multiplico la variación de la absorbancia por el factor 2121.

3.5.3 Aplicación de prueba estadística inferencial

Para el análisis estadístico de los caracteres cuantificables: Proteína total, albumina y bilirrubina total, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, fosfatasa alcalina y gamma-glutamil transpeptidasa, 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: edad de rebrote y nivel de inclusión, se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 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 IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Perfil bioquímico hepático en el cuy (*Cavia porcellus* L.)

4.1.1 Niveles séricos de proteína total

La proteína sérica en todos los tratamientos fue similar con respecto al grupo control; la edad de rebrote tiene un efecto significativo ($P \leq 0.05$) y fue mayor a los 12 meses con respecto a 8 y 4 meses; y la proteína fue similar con respecto al porcentaje de inclusión (Tabla 12).

Tabla 12

Niveles séricos de proteína total (mg/dL) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión

Edad de rebrote (meses)	Nivel de inclusión (%)	N	X ± Sx
4	10	10	5.52 ± 0.52 ^Y
	20	10	5.52 ± 0.72 ^Y
	30	10	5.77 ± 0.40 ^Y
	Total	30	5.60 ± 0.56 ^b
8	10	10	5.74 ± 0.77 ^Y
	20	10	5.76 ± 0.42 ^Y
	30	10	5.91 ± 0.65 ^Y
	Total	30	5.81 ± 0.61 ^{ab}
12	10	10	5.87 ± 0.80 ^Y
	20	10	5.94 ± 0.24 ^Y
	30	10	6.21 ± 0.73 ^Y
	Total	30	6.01 ± 0.64 ^a
Total	10	30	5.71 ± 0.69 ^A
	20	30	5.74 ± 0.52 ^A
	30	30	5.96 ± 0.62 ^A
Control		10	5.42 ± 0.43 ^Y

X, promedio Sx, desviación estándar.

^{a, b, c}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según edad de rebrote.

^{A, B, C}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según nivel de inclusión.

^{Y, Z}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), entre tratamientos.

4.1.2 Niveles séricos de albumina

La albumina sérica entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 10 y 20% de 4 meses y el 10% de 8 meses de edad de rebrote fueron significativamente menores con respecto al grupo control; la edad de rebrote tiene un efecto significativo ($P \leq 0.05$) y fue mayor a los 12 meses con respecto a 8 y 4 meses

que fueron similares entre sí; y la albumina fue similar con respecto al porcentaje de inclusión (Tabla 13).

Tabla 13

Niveles séricos de albumina (mg/dL) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión

Edad de rebrote (meses)	Nivel de inclusión (%)	n	X ± Sx
4	10	10	2.80 ± 0.24 ^Y
	20	10	2.83 ± 0.21 ^Y
	30	10	2.88 ± 0.26 ^Z
	Total	30	2.84 ± 0.23 ^b
8	10	10	2.82 ± 0.17 ^Y
	20	10	2.84 ± 0.12 ^Z
	30	10	2.91 ± 0.08 ^Z
	Total	30	2.86 ± 0.13 ^b
12	10	10	3.06 ± 0.12 ^Z
	20	10	3.06 ± 0.08 ^Z
	30	10	3.06 ± 0.12 ^Z
	Total	30	3.06 ± 0.10 ^a
Total	10	30	2.89 ± 0.21 ^A
	20	30	2.91 ± 0.17 ^A
	30	30	2.95 ± 0.18 ^A
Control		10	3.03 ± 0.13 ^Z

X, promedio Sx, desviación estándar.

^{a, b, c}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según edad de rebrote.

^{A, B, C}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según nivel de inclusión.

^{Y, Z}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), entre tratamientos.

4.1.3 Niveles séricos de bilirrubina total

La bilirrubina entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), los niveles de inclusión de 10.20 y 30% de 4 meses y el 10% de 8 meses de edad de rebrote fueron significativamente mayores y el 30% de 12 meses de edad de rebrote fue significativamente menor con respecto al grupo control; la bilirrubina disminuyó al incrementarse la edad de rebrote ($P \leq 0.05$) y también se observó el mismo comportamiento al incrementarse el porcentaje de inclusión ($P \leq 0.05$) (Tabla 14).

Tabla 14

Niveles séricos de bilirrubina total (mg/dL) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión

Edad de rebrote (meses)	Nivel de inclusión (%)	n	$\bar{X} \pm Sx$
4	10	10	0.33 ± 0.03^Z
	20	10	0.27 ± 0.06^Z
	30	10	0.26 ± 0.06^Z
	Total	30	0.28 ± 0.06^a
8	10	10	0.23 ± 0.04^Z
	20	10	0.21 ± 0.03^Y
	30	10	0.19 ± 0.03^Y
	Total	30	0.21 ± 0.03^b
12	10	10	0.19 ± 0.03^Y
	20	10	0.15 ± 0.03^Y
	30	10	0.11 ± 0.02^Z
	Total	30	0.15 ± 0.04^c
Total	10	30	0.25 ± 0.06^A
	20	30	0.21 ± 0.06^B
	30	30	0.19 ± 0.07^C
Control		10	0.17 ± 0.02^Y

X, promedio Sx, desviación estándar.

a, b, c, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según edad de rebrote.

A, B, C, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según nivel de inclusión.

Y, Z, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), entre tratamientos.

4.1.4 Niveles séricos de alanina aminotransferasa

La ALT en todos los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 10 y 20% de 4 meses de edad de rebrote fueron significativamente mayores con respecto al grupo control. La ALT disminuyó al incrementarse la edad de rebrote ($P \leq 0.05$) y fue mayor a los 4 meses con respecto a 8 y 12 meses que fueron similares entre sí; y la enzima disminuyó al incrementarse el porcentaje de inclusión ($P \leq 0.05$) (Tabla 15).

Tabla 15

Niveles séricos de alanina aminotransferasa (U/L) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión

Edad de rebrote (meses)	Nivel de inclusión (%)	n	X ± Sx
4	10	10	64.2 ± 15.78 ^Z
	20	10	51.5 ± 11.12 ^Z
	30	10	46.4 ± 8.54 ^Y
	Total	30	54.0 ± 14.55 ^a
8	10	10	38.3 ± 6.44 ^Y
	20	10	36.1 ± 6.28 ^Y
	30	10	31.0 ± 3.78 ^Y
	Total	30	35.1 ± 6.52 ^b
12	10	10	37.8 ± 6.94 ^Y
	20	10	35.9 ± 5.79 ^Y
	30	10	29.8 ± 4.68 ^Y
	Total	30	34.5 ± 6.64 ^b
Total	10	30	46.7 ± 16.52 ^A
	20	30	41.1 ± 10.74 ^B
	30	30	35.8 ± 9.81 ^C
Control		10	35.9 ± 8.54 ^Y

X, promedio Sx, desviación estándar.

^{a, b, c}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según edad de rebrote.

^{A, B, C}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según nivel de inclusión.

^{Y, Z}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), entre tratamientos.

4.1.5 Niveles séricos de aspartato aminotransferasa

El comportamiento de la AST en todos los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 10 y 20% de 4 meses fueron significativamente mayores y el 30% de 8 y 12 meses de edad de rebrote fueron menores, en ambos casos, con respecto al grupo control; también la AST disminuyó al incrementarse la edad de rebrote ($P \leq 0.05$) y fue mayor a los 4 meses con respecto a 8 y 12 meses que fueron similares entre sí; y la enzima disminuyó al incrementarse el porcentaje de inclusión ($P \leq 0.05$) (Tabla 16).

Tabla 16

Niveles séricos de aspartato aminotransferasa (U/L) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión

Edad de rebrote (meses)	Nivel de inclusión (%)	n	$\bar{X} \pm Sx$
4	10	10	85.4 ± 19.27^Z
	20	10	81.8 ± 10.08^Z
	30	10	74.9 ± 14.97^Y
	Total	30	80.7 ± 15.36^a
8	10	10	75.2 ± 10.41^Y
	20	10	59.8 ± 6.58^Y
	30	10	49.3 ± 6.55^Z
	Total	30	61.4 ± 13.33^b
12	10	10	66.0 ± 13.52^Y
	20	10	56.0 ± 7.29^Y
	30	10	48.8 ± 7.05^Z
	Total	30	56.9 ± 11.85^b
Total	10	30	75.5 ± 16.44^A
	20	30	65.8 ± 13.95^B
	30	30	57.7 ± 15.87^C
Control		10	63.9 ± 12.25^Y

\bar{X} , promedio Sx , desviación estándar.

^{a, b, c}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según edad de rebrote.

^{A, B, C}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según nivel de inclusión.

Y, Z, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), entre tratamientos.

4.1.6 Niveles séricos de fosfatasa alcalina

Los niveles séricos de la ALP en todos los tratamientos fueron similares con respecto al grupo control; la enzima fue similar con respecto a la edad de rebrote y porcentaje de inclusión (Tabla 17).

Tabla 17

Niveles séricos de fosfatasa alcalina (U/L) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión

Edad de rebrote (meses)	Nivel de inclusión (%)	n	X ± Sx
4	10	10	137.6 ± 28.92 ^Y
	20	10	132.9 ± 34.50 ^Y
	30	10	130.9 ± 27.79 ^Y
	Total	30	133.8 ± 29.61 ^a
8	10	10	134.2 ± 14.88 ^Y
	20	10	131.7 ± 19.18 ^Y
	30	10	126.9 ± 16.30 ^Y
	Total	30	130.9 ± 16.58 ^a
12	10	10	131.6 ± 22.07 ^Y
	20	10	124.8 ± 19.54 ^Y
	30	10	121.1 ± 18.30 ^Y
	Total	30	125.9 ± 19.82 ^a
Total	10	30	134.4 ± 22.04 ^A
	20	30	129.8 ± 24.80 ^A
	30	30	126.3 ± 21.05 ^A
Control		10	118.1 ± 25.30 ^Y

X, promedio Sx, desviación estándar.

^{a, b, c}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según edad de rebrote.

^{A, B, C}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según nivel de inclusión.

^{Y, Z}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), entre tratamientos.

4.1.7 Niveles séricos de gamma-glutamil transpeptidasa

Se demostró que la GGT fue diferente entre tratamientos, pero al ser comparados con el grupo control no difieren entre sí; la enzima se incrementó por efecto de la edad de rebrote y fue mayor a los 12 meses con respecto a 4 y 8 meses que fueron similares entre sí; y el porcentaje de inclusión no afectó el comportamiento de la enzima (Tabla 18).

Tabla 18

Niveles séricos de gamma-glutamil transpeptidasa (U/L) de cuyes (Cavia porcellus) según edad de rebrote y nivel de inclusión

Edad de rebrote (meses)	Nivel de inclusión (%)	n	X ± Sx
4	10	10	19.6 ± 2.44 ^Y
	20	10	20.3 ± 3.23 ^Y
	30	10	21.4 ± 3.11 ^Y
	Total	30	20.4 ± 2.94 ^a
8	10	10	21.1 ± 2.41 ^Y
	20	10	21.5 ± 3.05 ^Y
	30	10	23.0 ± 3.15 ^Y
	Total	30	21.9 ± 2.91 ^a
12	10	10	24.0 ± 5.07 ^Y
	20	10	24.6 ± 4.75 ^Y
	30	10	24.9 ± 4.51 ^Y
	Total	30	24.5 ± 4.63 ^a
Total	10	30	21.6 ± 3.89 ^A
	20	30	22.1 ± 4.06 ^A
	30	30	23.1 ± 4.63 ^A
Control		10	20.8 ± 1.91 ^Y

X, promedio Sx, desviación estándar.

^{a, b, c}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según edad de rebrote.

^{A, B, C}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), según nivel de inclusión.

^{Y, Z}, letras diferentes dentro de la misma línea indican diferencias ($P \leq 0.05$), entre tratamientos.

Los niveles séricos proteicos hallados fueron elevándose por efecto de la edad de rebrote y porcentaje de inclusión, estuvieron cerca del límite máximo de 5.5 g/dL reportado por Gross (2009) y de 5.6 g/dL mencionado por Genzer *et al.* (2019), también se observó el incremento de hasta 0.4 g/dL por efecto del 20 y 30% de inclusión, así como con 8 y 12 meses de edad de rebrote, con respecto a los valores normales propuestos, sin diferenciarse del grupo control. La albumina presentó un leve incremento, sin diferenciarse de los valores normales reportados por Gross (2009) y Genzer *et al.* (2019) y la bilirrubina total tiende a disminuir por efecto de la edad e inclusión de la harina de pisonay en la dieta de los cuyes, al ser comparados con los valores referenciales de Waner *et al.* (1996), Kitagaki *et al.* (2005) y Genzer *et al.* (2019), la probable variación de los niveles séricos se debe al consumo de algunos forrajes no convencionales como *Lantana cámara* que disminuyeron la proteína y mantuvieron la bilirrubina sin cambios en los cuyes con respecto al grupo control (6.60 ± 0.42 g/dl) (Rakesh Kumar *et al.*, 2018), se observa el mismo comportamiento con la inclusión de harina de hojas de *Erythrina* de 7, 14, 21 y 28% en la ración concentrada para cuyes (Paredes *et al.*, 2017) y la *Moringa oleífera* como suplemento en la alimentación de cabras (Babeker & Bdalbagi, 2015), esto nos indica que el uso de harina de pisonay se comportaría como un alimento que no ocasionaría alteraciones en la histoarquitectura del hígado, estos efectos dependen del tiempo y de la dosis (Paul & Didia, 2012), cabe indicar que los niveles de proteína total se deben principalmente a cambios en la concentración de albúmina y que en la enfermedad hepática se puede observar disminución en su producción (Hersey-Benner & Mayer, 2012) y se confirma por la presencia de hipoalbuminemia grave (Tennant & Center, 2008; Lawrence & Steiner, 2017) y de incrementos significativos en la bilirrubina (Ozer *et al.*, 2008), La harina de hojas de *Moringa oleifera* en 5.0% en la dieta de pollos de la raza Anak, trajo como consecuencia el incremento de los valores de proteína total sérica que reflejan los niveles de calidad proteica de la dieta (Onu & Aniebo, 2011), además la concentración de proteína está directamente relacionada con la proteína digestible que puede disminuir por dietas ricas en taninos (Ndou *et al.*, 2015).

El comportamiento enzimático de la ALT y AST tienden a disminuir al incrementarse la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión, la ALT a los 4 meses de edad y 10% de inclusión son similares al rango propuesto por Genzer *et al.* (2019) quienes reportan valores de 24 a 67 UI/L; con respecto a 8 y 12 meses de edad, además del 20 a 30% de inclusión se mantienen dentro del rango mencionado por Kitagaki *et al.* (2005) y Gross

(2009) ambos mencionan rangos de 25 a 40 UI/L, sin diferenciarse del grupo control; y la AST resultó ser similar al rango mencionado por Genzer *et al.* (2019) quienes reportan valores de 27 a 162 UI/L, sin embargo, Kitagaki *et al.* (2005) y Gross (2009) reportaron valores de 45 a 68 UI/L, ocurre todo lo contrario con extractos alcohólicos de las leguminosas arbustivas *Caesalpinia bonduc* y *Adenodolichos paniculatus* que provocaron el incremento de los niveles de AST con presencia de daño celular inducido en el hígado (Ogunlana *et al.*, 2013), el mismo comportamiento se observó al evaluar toxicidad de *Lantana cámara* que incrementó los niveles de ALT y AST por la presencia de colestasis intrahepática y daño hepático (Kumar *et al.*, 2018), además el aumento de la actividad de la AST en lesiones reversibles e irreversibles de los hepatocitos se puede observar después de la lesión hepatocelular y la colestasis (Hoffmann & Solter, 2008) probablemente la harina de pisonay causó una necrosis aguda o crónica por exposición a una sustancia química tóxica (Jaeschke, 2015). También el helecho *Ampelopteris prolifera* como insumo en 15 y 30% en las raciones concentradas para cuyes, provocó leve a moderada toxicidad por el incremento de ALT y AST probablemente inducida por el principio tóxico del helecho (Jolhe *et al.*, 2006), se ha observado que se debe limitar el porcentaje de inclusión para evitar problemas de salud por toxicidad, como la inclusión de harina de tallos de *Moringa oleífera* que aumentaron la actividad de ALT en gansos de 22 a 70 días de edad (Zhai *et al.*, 2020) y la ALT en cabras fue significativamente mayor con 25 y 100% de sustitución del pienso concentrado por follaje fresco de *Moringa oleífera* (Zaher *et al.*, 2020).

La probable causa en la disminución de los niveles séricos de las aminotransferasas es la presencia de compuestos secundarios en varios extractos hidroalcohólicos que tienen acciones sedantes y bloqueantes neuromusculares (Dantas *et al.*, 2004), se observó la disminución de la actividad locomotora (Vasconcelos *et al.*, 2004), pueden causar un efecto negativo en el valor nutricional del alimento, así como en la salud animal (Daza *et al.*, 2017) estos efectos se deben a los componentes como alcaloides, esteroides, fenoles, taninos, saponinas y otros (Carvalho *et al.*, 2009), como taninos y saponinas que posiblemente tengan efectos negativos cuando se utilizan como materia prima en la alimentación animal (Nepomuceno *et al.*, 2013) o como los alcaloides que provocan intoxicación aguda que induce daño hepático severo (Luckert *et al.*, 2018). La ALT y AST al disminuir por los factores estudiados, probablemente ocurre porque los metabolitos secundarios se incrementan por efecto de la edad de rebrote (Verdecia *et al.*,

2019) otro de los factores que puede tener un efecto es el uso de la DL Metionina como aditivo en la elaboración de alimentos concentrados que en dosis de 40 ppm tiene probablemente efecto hepatoprotector en la dieta de los cuyes (Dildeep *et al.*, 2013), la presencia de taninos en las dietas inducen las enzimas hepáticas como la ALT, AST y ALP para desintoxicarlos que podrían haber tenido efectos negativos en la función hepática, este comportamiento se debe al efecto de los niveles incrementales de las harinas de hojas de *Acacia tortilis* (Ndou *et al.*, 2015).

El efecto de la harina de pisonay incrementó los niveles séricos de ALP, estos datos fueron similares a los valores de 72 a 216 UI/L hallados en cuyes machos adultos (Kitagaki *et al.*, 2005), de otra parte, los valores de ALP estuvieron dentro de los rangos reportados por Gross (2009) de 62-252 UI/L, asimismo, todos los valores estuvieron por encima del rango reportado por Genzer *et al.* (2019) de 16 a 83 UI/L, se observa el mismo comportamiento con la inclusión de harina de cascara de naranja dulce como reemplazo de hasta un 75% de los despojos de maíz en la dieta de toros Bunaji, sin ningún efecto perjudicial sobre su perfil bioquímico (Shittu *et al.*, 2020), también la inclusión de diferentes fuentes de energía como el maíz, sorgo y mijo incrementaron la ALP probablemente a la presencia de cálculos biliares en conejos (Salihu, 2020) y el nivel creciente de residuos de sésamo en la dieta de los corderos incrementó los valores de ALP ($P < 0.05$) que podría ser el resultado de la variación del fósforo en la dieta o por el contenido de fitatos (Garba & Adeola, 2020), cabe indicar que la fosfatasa alcalina en cualquier animal probablemente requiere una dosis altamente tóxica para poder especificar la disminución de la capacidad funcional del hígado o la permeabilidad de los ductos biliares (Giannini *et al.*, 2005).

La GGT se incrementó por efecto de la edad de rebrote y nivel de inclusión, además los promedios hallados no difieren de los valores normales mencionados por Genzer *et al.* (2019) que reportan niveles séricos desde 2.5 a 21 U/L, como se observó con la sustitución del pienso concentrado por follaje fresco de *Moringa oleífera* no afectaron los niveles séricos de AST y GGT en cabras (Zaher *et al.*, 2020), probablemente sus variaciones en cuyes nos puede ayudar a interpretar enfermedades hepatobiliares y trastornos colestáticos (Braun *et al.*, 1983) y podría interpretarse como uno de los mecanismos de protección celular frente a la toxicidad (Lanca & Israel, 1991).



CONCLUSIONES

1. Los niveles séricos de la proteína total, albumina y bilirrubina total, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, fosfatasa alcalina y gamma-glutamyl transpeptidasa no fueron afectados por la inclusión de 10, 20 y 30% de harina de pisonay de 4, 8 y 12 meses de edad de rebrote, indicadores que estuvieron dentro de los rangos normales para los cuyes, esto nos demostraría que la harina de pisonay en la alimentación para cuyes no provoca toxicidad.



RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos similares en cuyes de distintas clases, como en crías pre y posdestete, en hembras de reemplazo y reproductoras.
2. Por los resultados positivos en la nutrición de los cuyes se debe implementar bancos de proteína de árboles de pisonay para incrementar la producción de harina de diferentes partes de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Adekojo, S. A., Adama, T. Z., Aremu, A., Ijaiya, A. T., Owoleke, O. E., & Ibrahim, A. (2014). Effects of Dietary Inclusion of Differently Processed *Leucaena leucocephala* Leaf Meal on Carcass Characteristics of Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 4(5), 118–127. <https://doi.org/10.5923/j.food.20140405.02>
- Alvear, C. M., Melo, W., Apráez, J. E., Gálvez, A., & Insuasty, E. G. (2013). Tree and shrub species with potential silvopastoral in the tropical dry forest of northern Cauca and southern Nariño. *Agroforestería Neotropical*, 3, 37–46.
- Apraez-Guerrero, J. E., Fernandez-Pármo, L., & Hernandez-Gonzaáes, A. (2008). Effect of the usage of grasses and non conventional feed on the productive behavior, carcass performance and meat quality of guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 2(2), 29.34. <http://190.15.17.25/vetzootec/downloads/v2n2a03.pdf>
- Avendaño, N., & Castillo, A. (2014). El género *Erythrina* L. (Leguminosae-Faboideae) en Venezuela. *Acta Botanica Venezuelana*, 37(2), 123–164. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?idp=1&id=66919229005&cid=23475>
- Azmi, A. S., Rahim, N. A., Zahari, Z., & Salim, F. (2020). Cytotoxic activity of *Erythrina fusca* Lour. Leaf, twig and flower extracts. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 24(3), 313–319. https://mjas.analis.com.my/mjas/v24_n3/pdf/Sapura_24_3_2.pdf
- Babeker, E. A., & Bdalbagi, Y. M. (2015). Effect of feeding different levels of *Moringa oleifera* leaves on performance, haematological, biochemical and some physiological parameters of Sudan Nubian goats. *Online J. Anim. Feed Res*, 5(2), 50–61. https://www.researchgate.net/publication/331198851_Effect_of_Moringa_oleifera_leaves_feeding_on_hemato-biochemical_profile_of_sirohi_goat_kids
- Baldizán, A., Domínguez, C., García, D. E., Chacón, E., & Aguilar, L. (2006). Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos. *Zootecnia Trop.*, 24(3), 213–232. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-

72692006000300003.

- Birck, M. M., Tveden-Nyborg, P., Lindblad, M. M., & Lykkesfeldt, J. (2014). Non-terminal blood sampling techniques in guinea pigs. *Journal of Visualized Experiments*, 92, 1–5. <https://doi.org/10.3791/51982>
- Borboleta, L. R., Labarrère, C. R., Ribeiro, A. F. C., Paes-Leme, F. O., Paes, P. R. O., Ocarino, N. M., & Melo, M. M. (2011). Perfil bioquímico sanguíneo na intoxicação experimental com extrato de *Mascagnia rigida* (A. Juss.) Griseb. (Malpighiaceae) em coelhos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 63(5), 1113–1123. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000500011>
- Braun, J. P., Benard, P., Burgat, V., & Rico, A. G. (1983). Gamma glutamyl transferase in domestic animals. *Veterinary Research Communications*, 6(1), 77–90. <https://doi.org/10.1007/BF02214900>
- Burns, K. F., & De Lannoy, C. W. (1966). Compendium of normal blood values of laboratory animals, with indication of variations. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 8(3), 429–437. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0041008X66900524>
- Cárdenas-Villanueva, L. Á., Sarmiento-Casavilca, V. H., & Ramos-Zuniga, R. (2018). Productive and technological characteristics into guinea pig meat (*Cavia porcellus*) using pisonay based-diets (*Erythrina* sp). *Journal of High Andean Research*, 20(4), 451–460. <https://doi.org/https://doi.org/10.18271/ria.2018.422>
- Carvalho, A. C. C. S., Almeida, D. S., Melo, M. G. D., Cavalcanti, S. C. H., & Marçal, R. M. (2009). Evidence of the mechanism of action of *Erythrina velutina* Willd (Fabaceae) leaves aqueous extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 122(2), 374–378. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.12.019>
- Choque, H., Huaita, A., Cárdenas, L. A., & Ramos, R. (2018). Effect of regrowth age the ruminal degradation of pisonay (*Erythrina* sp) in Andean valley of Abancay. *Journal of High Andean Research*, 20(2), 189–202. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.363>
- Conceição, A., Monteiro, D. M., Nunes, R. de S., Fakhouri, R., Alves Rodrigues, S., & Teixeira-Silva, F. (2008). Toxicidade aguda do extrato aquoso de folhas de *Erythrina*

- velutina em animais experimentais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 18(Supl.), 739–743. <https://doi.org/10.1590/s0102-695x2008000500018>
- Cordova Chumbe, H. A. (2016). Inclusión de diferentes niveles de harina de hojas de eritrina (*Erythrina fusca*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) de la línea Perú en las fases de inicio, crecimiento y acabado [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Facultad De Zootecnia*. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1625/TS_HRP_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- D’Mello, J. P. F. (2006). Effects of antinutritional factors and mycotoxins on feed intake and on the morphology and function of the digestive system. In *Biology of Growing Animals* (Vol. 4, Issue C). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S1877-1823\(09\)70101-8](https://doi.org/10.1016/S1877-1823(09)70101-8)
- Dantas, M. C., De Oliveira, F. S., Bandeira, S. M., Batista, J. S., Silva, C. D., Alves, P. B., Antonioli, A. R., & Marchioro, M. (2004). Central nervous system effects of the crude extract of *Erythrina velutina* on rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(1), 129–133. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.05.007>
- Dildeep, V., Dass, R. S., & Garg, A. K. (2013). Effect of dietary lead and methionine on hematological and blood biochemical parameters in Guinea pigs (*cavia procellus*). *Indian Veterinary Journal*, 90(11), 37–38. https://www.researchgate.net/publication/304853244_Effect_of_dietary_lead_and_methionine_on_hematological_and_blood_biochemical_parameters_in_Guinea_pigs_cavia_procellus
- Ebegbulem, V. N., Dauda, A., & Duwa, H. (2014). Haematological and serum biochemical indices of weaned rabbits fed christmas bush (*Alchornea cordifolia*) leaf meal. *Journal of Agricultural Sciences*, 17(1), 1641–1647. <http://www.adsu.edu.ng/wp-content/uploads/2019/06/ADSUJAS-2017-Original.pdf>
- Escamilo, S. (2012). El Pajuro (*Erythrina edulis*) alimento andino en extinción. *Investigaciones Sociales*, 16(28), 16–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/is.v16i28.7389>

- Fahmy, N. M., Al-Sayed, E., El-Shazly, M., & Singab, A. N. (2018). Comprehensive review on flavonoids biological activities of Erythrina plant species. *Industrial Crops and Products*, 123(February), 500–538. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.028>
- Farfan-Rios, W., Garcia-Cabrera, K., Salinas, N., Raurau-quisiyupanqui, M. N., & Silman, M. R. (2015). Lista anotada de árboles y afines en los bosques montanos del sureste peruano: la importancia de seguir recolectando. *Revista Peruana de Biología*, 22(2), 145–174. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i2.11351>
- Fuss, S. (2002). *Physiologie et pathologie digestives du cobaye domestique Cavia porcellus* [Université de Toulouse]. https://oatao.univ-toulouse.fr/980/1/debouch_980.pdf
- Gallego, E. J., Morales, S., & Vivas, N. J. (2012). Proposal for the use of tree species and shrub livestock feed systems in Patia valley. Cauca. *Bioteconología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 207–216. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a24.pdf>
- Garba, Y., & Adeola, E. A. (2020). Haematological and serum biochemical profile of growing Yankasa ram lambs fed diets containing graded levels of sesame residue. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(5), 2–5. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2020.2.5.133>
- García Balbin, G. J. (2014). *Uso de la Erythrina sp. en los sistemas de alimentación de cuyes: una alternativa forrajera en la zona de Satipo* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4025/ValleMuñoz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Genzer, S. C., Huynh, T., Coleman-McCray, J. A. D., Harmon, J. R., Welch, S. R., & Spengler, J. R. (2019). Hematology and clinical chemistry reference intervals for inbred strain 13/N Guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 58(3), 293–303. <https://doi.org/10.30802/AALAS-JAALAS-18-000118>
- Giannini, E. G., Testa, R., & Savarino, V. (2005). Liver enzyme alteration: A guide for clinicians. *Cmaj*, 172(3), 367–379. <https://doi.org/10.1503/cmaj.1040752>

- Gross, D. R. (2009). General principles of animal selection and normal physiological values. In D. R. Gross (Ed.), *Animal models in cardiovascular research* (Third Edit, pp. 1–16). Springer Dordrecht Heidelberg.
- Guevara, J., Díaz, P., Bravo, N., Vera, M., Crisóstomo, O., Barbachán, H., & Huamán, D. (2013). Use flour pajuro (*Erythrina edulis*) as food supplement in guinea pig – Lima. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 16(2), 21–28. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/6590/5859/>.
- Guevara, J., Suca, C., Suca, F., & Barbachan, H. (2014). Análisis sensorial de carne de cuyes alimentados con dietas suplementadas con harina de pajuro (*Erythrina edulis*). *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.*, 17(1), 59–62. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11315/10147>
- Herlina, T., Madihah, M., Deni, D., & Amien, S. (2017). Subchronic toxicity of methanol extract from *Erythrina variegata* (Leguminosae) leaves on male Wistar rats (*Rattus norvegicus*). *Molekul*, 12(1), 88–98. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2017.12.1.349>
- Hernández-Espinoza, D. F., Lagunes-Espinoza, L. del C., López-Herrera, M. A., Ramos-Juárez, J. A., González-Garduño, R., & Oliva-Hernández, J. (2020). Edad de rebrote de *Erythrina americana* Miller y concentración de compuestos fenólicos en el follaje. *Madera y Bosques*, 26(1), 1–28. <http://myb.ojs.inacol.mx/index.php/myb/article/view/e2611826>.
- Hersey-Benner, C., & Mayer, J. (2012). Protein, Total. *Clinical Veterinary Advisor: Birds and Exotic Pets*, 642–643. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-3969-3.00372-3>
- Hoffmann, W. E., & Solter, P. F. (2008). Diagnostic enzymology of domestic animals. In *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (pp. 351–378). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.00012-X>
- Inciarte, I., Perez, A., Hernández, E., Sandoval, C., Otárola-Luna, F., Márquez, M., & Páez-Rondón, O. (2015). Presencia del chachafruto (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) en el estado Mérida, Venezuela. *Revista Electrónica Conocimiento Libre y Licenciamiento*, 9, 140–153. <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
- Jaeschke, H. (2015). Toxic responses of the liver. In C. D. Klaassen & J. B. Watkins III (Eds.), *Essentials of toxicology* (pp. 195–208).
<https://doi.org/10.1201/9781003075677-10>
- Jolhe, D. K., Mukhopadhyay, S. K., & Som, T. L. (2006). Effect of Ampelopteris prolifera fern on clinical and haemato-biochemical parameters in guinea pigs. *Indian Journal of Veterinary Pathology*, 30(1), 36–38.
<http://www.indianjournals.com/ijor.Aspx?target=ijor:ijvp&volume=30&issue=1&article=009&type=fulltext>
- Jurado-Gómez, H., Cabrera-Lara, E. J., & Salazar, J. A. (2016). Comparison of two types of sacrifice and different ripening times on physico-chemical and microbiological variables of guinea pig (*Cavia porcellus*) meat. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 63(3), 201–217.
<https://doi.org/10.15446/rfmvz.v63n3.62741>
- Kass, D. L. (1994). Erythrina species - Pantropical multipurpose tree legumes. In R. C. Gutteridge & H. M. Shelton (Eds.), *Forage tree legumes in tropical agriculture* (pp. 84–96). Tropical Grassland Society of Australia Inc.
[https://www.betuco.be/coverfodder/Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture FAO.pdf](https://www.betuco.be/coverfodder/Forage_Tree_Legumes_in_Tropical_Agriculture_FAO.pdf)
- Kitagaki, M., Yamaguchi, M., Nakamura, M., Sakurada, K., Suwa, T., & Sasa, H. (2005). Age-related changes in haematology and serum chemistry of Weiser-Maples guineapigs (*Cavia porcellus*). *Laboratory Animals*, 39(3), 321–330.
<https://doi.org/10.1258/0023677054307042>
- Kumar, R., & Vaithyanathan, S. (1990). Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 30(1–2), 21–38. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(90\)90049-E](https://doi.org/10.1016/0377-8401(90)90049-E)
- Kumar, Rakesh, Sharma, R., Patil, R. D., Mal, G., Kumar, A., Patial, V., Kumar, P., &

- Singh, B. (2018). Sub-chronic toxicopathological study of lantadenes of Lantana camara weed in Guinea pigs. *BMC Veterinary Research*, *14*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1444-x>
- Lanca, A. J., & Israel, Y. (1991). Histochemical demonstration of sinusoidal γ -glutamyltransferase activity by substrate protection fixation: Comparative studies in rat and guinea pig liver. *Hepatology*, *14*(5), 857–863. <https://doi.org/10.1002/hep.1840140518>
- Lawrence, Y. A., & Steiner, J. M. (2017). Laboratory evaluation of the liver. *Vet Clin Small Anim*, *47*(3), 539–553. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.11.005>
- Lozano, C. E., & Zapater, M. A. (2010). El género Erythrina (Leguminosae) en Argentina. *Darwiniana*, *48*(2), 179–200. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?idp=1&id=66919229005&cid=23475>
- Luckert, C., Braeuning, A., Lampen, A., & Hessel-Pras, S. (2018). PXR: Structure-specific activation by hepatotoxic pyrrolizidine alkaloids. *Chemico-Biological Interactions*, *288*(2), 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2018.04.017>
- Macancela-Urdiales, W. G., Soca-Pérez, M., & Sánchez-Santana, T. (2019). Productive indicators in Cavia porcellus, fed five forage species in the Austro region of Ecuador. *Pastos y Forrajes*, *42*(4), 262–267. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v42n4/2078-8452-pyf-42-04-262.pdf>
- Meza, C. J., Cabrera, R. P., Morán, J. J., Cabrera, C. A., Mieles, E. M., & Meza, G. A. (2018). Profitability and production of guinea pigs fed with forage shrubs tropical in rural area of Quevedo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, *11*(2), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/cyt.v11i2.255>
- Meza, G. A., Cabrera, R. P., Morán, J. J., Meza, F. F., Cabrera, A. C., Meza, C. J., Meza, J. S., Cabanilla, M. G., López, F. X., Pincay, J. L., Bohórquez, T., & Ortiz, J. (2014). Improved fattening guinea pig (Cavia porcellus L.) based on tropical forage grasses and shrubs in Quevedo, Ecuador. *IDESIA*, *32*(3), 75–80. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n3/art10.pdf>
- Meza, G. A., Loor, N. J., Sánchez, A. R., Avellaneda, J. H., Meza, C. J., Vera, D. F., Cabanilla, M. G., Liuba, G. A., Meza, J. S., Meza, F. F., Ramírez, M. A., Moncayo,

- O. F., Cadena, D. L., Villamar, R. O., Díaz, E., Rizzo, L. M., Rodríguez, J. M., & López, F. X. (2014). 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*, *61*(3), 258–269. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n3.46874> Rev
- Moreno, A., González, L., Mendoza-Jiménez, J., García-Buey, L., & Moreno, R. (2007). Uility of analitical parameters in the diagnosis of liver diseases. *Anales de Medicina Interna*, *24*(1), 38–46. <https://doi.org/10.4321/s0212-71992007000100010>
- Navarro, V. J., & Senior, J. R. (2006). Drug-Related Hepatotoxicity. *New England Journal of Medicine*, *354*(7), 731–739. <https://doi.org/10.1056/nejmra052270>
- Ndou, S. P., Khanyile, M., & Chimonyo, M. (2015). Growth performance and nutrition-related serum metabolites in growing pigs fed on *Acacia Tortilis* leaf meal. *Livestock Science*, *182*, 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.10.003>
- Nepomuceno, D., Carvalho, J. C., Carvalho, M. G., Duarte, R., & Catunda, F. (2013). Classes of secondary metabolites identified in three legume species. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *42*(10), 700–705. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013001000002>
- Nnama, T., Asomugha, A., Asomugha, R., Umeasalugo, K., & Mgbemena, I. (2016). Phytochemical analysis and acute toxicological study of *Erythrina senegalensis* ethanolic leaf extract in Albino Wistar rats. *Anatomy & Physiology*, *06*(06), 6–8. <https://doi.org/10.4172/2161-0940.1000248>
- Ogunlana, O. O., Ogunlana, O. E., Adeneye, A. A., Udo-Chijioke, O. A. C., Dare-Olipede, T. I., Olagunju, J. A., & Akindahunsi, A. A. (2013). Evaluation of the toxicological profile of the leaves and young twigs of *Caesalpinia bonduc* (Linn) roxb. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, *10*(6), 504–512. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4314/ajtcam.v10i6.20>
- Onu, P. N., & Aniebo, A. O. (2011). Influence of *Moringa oleifera* leaf meal on the performance and blood chemistry of starter broilers. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, *1*(1), 38–44. https://www.academia.edu/10775560/INFLUENCE_OF_MORINGA_OLEIFERA_



LEAF_MEAL_ON_THE_PERFORMANCE_AND_BLOOD_CHEMISTRY_OF_STARTER_BROILERS

- Ospina-Daza, L. A., Buitrago-Guillen, M. E., & Vargas-Sánchez, J. E. (2017). Identification and degradation of mimosine, a toxic compound in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pastos y Forrajes*, 40(4), 257–264. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n4/pyf01417.pdf>
- Ozer, J., Ratner, M., Shaw, M., Bailey, W., & Schomaker, S. (2008). The current state of serum biomarkers of hepatotoxicity. *Toxicology*, 245(3), 194–205. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2007.11.021>
- Paredes-López, D., Robles-Huaynate, R., Córdova-Chumbes, O., & De la Cruz-Paucar, E. (2017). Effect of the *Erythrina* sp. leaves powder on biochemical profile, biological parameters and liver histopathology of *Cavia porcellus*. *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 297–304. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.01>
- Pasupathi, K., Gopi, H., Babu, M., & Muthusamy, P. (2015). Growth performance of rabbits on tree leaves included complete extruder feed. *World's Veterinary Journal*, 6(1), 19–22. <https://doi.org/10.5455/wvj.20150449>
- Paucar De la Cruz, E. S. (2012). *Inclusión de diferentes niveles de harin de hojas de eritrina (Erythrina fusca) en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus L.) en la face de crecimiento y acabado* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/815>
- Paul, C. W., & Didia, B. C. (2012). The effect of methanolic extract of *Moringa oleifera* lam roots on the histology of kidney and liver of guinea pigs. *Asian Journal of Medical Sciences*, 4(1), 55–60. 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
- Pilny, A. A. (2008). Clinical hematology of rodent species. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 11(3), 523–533. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.04.001>

- Pino-Rodriguez, S., Prieto-González, S., Pérez-Rodriguez, M. E., & Molina-Torres, J. (2004). Género *Erythrina*: Fuente de metabolitos secundarios con actividad biológica. *Acta Farm. Bonaerense*, 23(2), 252–258. http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/2/LAJOP_23_2_5_3_5CCQ1E589W.pdf.
- Quijano Pacheco, W. S., & Pozo Bautista, T. G. (2018). Harina de cacuay (*Erythrina berteroana*) en el rendimiento productivo de cuyes en engorde. Ayacucho. *Rev. Inv. UNSCH*, 26(1), 17–20. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.2018.1.53>
- Ramirez-Borda, Y., Cárdenas-Villanueva, L. A., Ramos De la Riva, V. A., & Gómez-Quispe, O. E. (2019). Serum concentration of aminotranferases in guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed diets based on pisonay (*Erythrina* sp). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(3), 1099–1108. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16604>
- Reyes-Sánchez, N., Vivas, J., Aguilar, J., Hernández, J., & Caldera, N. (2018). Guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) supplementation with fresh foliage of morera (*Morus alba*) and moringa moringa (*Moringa oleifera*). *Revista Científica*, 18(30), 7–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/calera.v18i30.7733> email:
- Riascos, A. R., Reyes, J. J., & Aguirre, L. A. (2020). Nutritional characterization of trees from the Amazonian piedmont, Putumayo department, Colombia. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2), 257–265. <http://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/951/1032>
- Roa-Vega, M. L., Ladino-Romero, A. E., & Hernández-Martínez, M. C. (2017). Indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos suplementados con *Cratylia argentea* y *Saccharomyces cerevisiae*. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 144–151. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n2/pyf08217.pdf>
- Rodrigo-Condori, N. T., Flores-Merma, H., Ramos-Zuñiga, R., & Cárdenas-Villanueva, L. A. (2020). Perfil bioquímico renal en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con pisonay (*Erythrina* sp). *Rev Inv Vet Perú*, 31(4), 1–9. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19249> Perfil
- Rosas, C., Vásquez, B., & del Sol, M. (2010). Descripción Histológica e Histoquímica

- del Hígado de Cobayo (*Cavia porcellus*). *International Journal of Morphology*, 28(1), 151–156. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022010000100021>
- Rosas C, C., Vásquez, B., & del Sol, M. (2007). Estudio Estereológico del Hígado de Cobayo (*Cavia porcellus*). *International Journal of Morphology*, 25(3), 557–561. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022007000300014>
- Salam, A., & Rajion, M. A. (1997). Dietary factors affecting entero-hepatic function of ruminants in the tropics. *Animal Feed Science and Technology*, 69(1–3), 79–90. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)81624-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)81624-0)
- Salihu, S. B. (2020). Comparative effect of three different energy sources on hematology and serum biochemistry of rabbits. *Journal of Animal Health*, 2(1), 17–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.47604/jah.1164>
- Sánchez-Laiño, A., Torres-Navarrete, E. D., Buste-Castro, F., Barrera-Álvarez, A., & Sánchez-Torres, J. (2018). Tropical forages as a dietary alternative in fattening rabbits (*Oryctolagus cuniculus* L.). *Acta Agronomica*, 67(2), 333–339. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.59220>
- Sánchez, A., Torres, E., Espinoza, Í., Sánchez, J., Sánchez, N., & Torres, B. (2017). Tropical shrub forage in guinea pig fattening (*Cavia porcellus* Linnaeus). *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(3), 244–249. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6413710>
- Sánchez, A., Zambrano, D., Torres, E., & Meza, G. (2012). Mature tropical feed banana (*Musa paradisiaca*) in the guinea pig farming (*Cavia porcellus* L.) in the canton Quevedo. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2, 287–290.
- Savón, L., Gutiérrez, O., Ojeda, F., & Scull, I. (2005). Tropical foliage meals: a potential alternative for feeding monogastric species. *Pastos y Forrajes*, 28(1), 69–79. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121628006>
- Shinagawa, F. B., de Santana, F. C., & Mancini-Filho, J. (2015). Efeito do óleo de semente de uva prensado a frio nos marcadores bioquímicos e perfil inflamatório de ratos. *Revista de Nutricao*, 28(1), 65–76. <https://doi.org/10.1590/1415-52732015000100006>

- Shittu, H. A., Oloche, J., & Ayoade, J. A. (2020). Haematological and serum biochemical indices of Bunaji bulls grazing natural pasture supplemented with diets containing graded levels of sweet orange peels. *Nig. J. Anim. Sci. Tech.*, 3(2), 100–109. <http://njast.com.ng/index.php/home/article/view/83/79>
- Silva, E. J. R., Gonçalves, E. S., Aguiar, F., Evêncio, L. B., Lyra, M. M. A., Coelho, M. C. O. C., Fraga, M. do C. C. A., & Wanderley, A. G. (2007). Toxicological Studies on Hydroalcohol Extract of *Calendula officinalis* L. *Phytotherapy Research*, 21(4), 332–326. <https://doi.org/10.1002/ptr>
- Singh, A., Bhat, T. K., & Sharma, O. P. (2011). Clinical Biochemistry of Hepatotoxicity. *Journal of Clinical Toxicology*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.4172/2161-0495.s4-001>
- Solarte, A. (1989). Development of feeding systems for rabbits and guinea pigs, based on sugar cane juice and tree foliages. *Livestock Research for Rural Development*, 1(1). <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd1/1/solarte.htm>.
- Stan, F. G. (2018a). Comparative Study of the Liver Anatomy in the Rat, Rabbit, Guinea Pig and Chinchilla. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 75(1), 33. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:002717>
- Stan, F. G. (2018b). Macroscopic Anatomy of the Gallbladder and Extrahepatic Biliary Tract in the Guinea Pig (*Cavia Porcellus*). *Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine*. Vol., 63(2), 25–32. http://veterinarymedicinejournal.usamv.ro/pdf/2017/issue_2/Art4.pdf
- Tennant, B. C., & Center, S. A. (2008). Hepatic function. In J. J. Kaneko, J. W. Harvey, & M. L. Bruss (Eds.), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (pp. 379–412). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.00013-1>
- Toledo, R. C. L., Brito, L. F., Ribeiro, S. M. R., Peluzio, M. do C. G., de Siqueira, C. L. M., & de Queiroz, J. H. (2013). Efeito da ingestão da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) sobre os parâmetros bioquímicos séricos e integridade hepática em ratos. *Bioscience Journal*, 29(2), 516–525. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17120>

- Torres-Acosta, J. F., Alonso-Díaz, Á. M., Hoste, H., Sandoval-Castro, C. A., & Aguilar-Caballero, A. J. (2008). Positive and negative effects in goat production arising from the intake of tannin rich forage. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9(1), 83–90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911227008>
- Tóthova, C., Mihajlovicová, X., & Nagy, O. (2017). The use of serum proteins in the laboratory diagnosis of health disorders in ruminants. *IntechOpen*, 105–146. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2011.12.014>
- Vasconcelos, S. M. M., Macedo, D. S., de Melo, C. T. V., Monteiro, A. P., Cunha, G. M. A., Sousa, F. C. F., Viana, G. S. B., Rodrigues, A. C. P., & Silveira, E. R. (2004). Central activity of hydroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in mice. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 56(3), 389–393. <https://doi.org/10.1211/0022357022746>
- Velásquez, L. F., Montoya, D. F., Jiménez, Á. A., Murillo, W., & Méndez, J. J. (2019). *Género Erythrina: Actualidad en la investigación y perspectivas de desarrollo científico*. Sello Editorial Universidad del Tolima. https://www.researchgate.net/publication/335704326_Genero_Erythrina_Actualidad_en_la_investigacion_y_perspectivas_de_desarrollo_cientifico
- Verdecia, D. M., Herrera, R. S., Ramírez, J. L., Paumier, M., Bodas, R., Andrés, S., Giráldez, F. J., Valdés, C., Arceo, Y., Álvarez, Y., Méndez-Martínez, Y., & López, S. (2019). *Erythrina variegata* quality in the Cauto Valley, Cuba. *Agroforestry Systems, February*. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00353-z>
- Waner, T., Avidar, Y., Peh, H. C., Zass, R., & Bogin, E. (1996). Hematology and clinical chemistry values of normal and Euthymic Hairless adult male Dunkin-Hartley guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Veterinary Clinical Pathology*, 25(2), 61–64. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.1996.tb00971.x>
- Zaher, H. A., Alawaash, S. A., Tolba, A. M., Swelum, A. A., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., & Abdelnour, S. A. (2020). Impacts of *Moringa oleifera* foliage substituted for concentrate feed on growth, nutrient digestibility, hematological attributes, and blood minerals of growing goats under Abu Dhabi conditions. *Sustainability (Switzerland)*, 12(15), 1–11. <https://doi.org/10.3390/su12156096>



Zhai, S., Li, M., Li, M., Zhang, X., Ye, H., Lin, Z., Wang, W., Zhu, Y., & Yang, L. (2020). Effect of dietary Moringa stem meal level on growth performance, slaughter performance and serum biochemical parameters in geese. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(1), 126–135. <https://doi.org/10.1111/jpn.13209>



ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico del perfil bioquímico hepático en cuyes

Tabla 19

Niveles séricos de Proteína total

N° Arete	4M10			N° Arete	4M20			N° Arete	4M30		
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
2	5.638	5.885	5.753	15	4.225	4.422	4.323	27	5.721	5.819	6.016
3	4.718	4.718	4.636	16	5.951	6.115	6.082	29	5.342	5.375	5.359
5	5.901	5.951	6.099	17	5.359	5.211	5.178	30	5.490	5.474	5.523
6	5.737	5.984	5.984	18	5.589	5.605	5.638	31	5.556	5.523	5.589
8	5.770	5.819	5.803	21	5.984	5.868	6.477	32	5.145	5.244	5.211
9	4.964	4.948	5.014	22	6.378	6.444	6.148	33	5.573	5.556	5.638
11	5.984	6.033	5.852	23	6.247	6.279	6.362	34	5.819	5.868	5.852
12	5.721	5.737	5.721	24	5.392	5.441	5.49	35	6.296	6.362	6.312
13	4.734	4.586	4.734	25	4.373	4.307	4.471	36	6.066	6.148	6.164
14	5.819	5.638	5.589	26	5.490	5.359	5.408	38	6.296	6.362	6.411

N° Arete	8M10			N° Arete	8M20			N° Arete	8M30		
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
39	5.244	5.277	5.326	51	5.852	5.918	5.934	63	6.868	6.756	6.888
40	5.392	5.342	5.375	54	5.523	5.507	5.474	64	5.638	5.671	5.688
42	6.000	6.016	6.016	60	5.737	5.737	5.737	65	5.26	5.293	5.293
43	6.329	6.378	6.395	55	5.556	5.54	5.556	66	5.458	5.474	5.458
44	5.260	5.293	5.096	56	5.655	5.671	5.671	67	5.326	5.227	5.211
46	6.559	6.773	6.805	57	6.164	6.181	6.132	69	5.277	5.244	5.227
47	6.477	6.526	6.526	58	4.899	4.899	4.915	70	6.362	6.427	6.477
48	5.014	5.096	5.129	52	5.967	6.000	5.951	74	6.115	6.115	6.132
49	4.290	4.438	4.537	106	5.688	5.770	5.704	68	5.852	5.901	5.901
50	6.362	6.477	6.477	62	6.477	6.51	6.51	72	7.003	6.937	6.937

N° Arete	12M10			N° Arete	12M20			N° Arete	12M20		
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
76	5.605	5.688	5.704	89	5.622	5.589	6.247	101	6.296	6.411	6.378
77	5.803	5.836	5.852	90	5.967	5.984	6.427	103	5.868	5.819	5.934
78	6.460	6.345	6.345	91	5.474	5.490	5.819	111	6.690	6.773	6.789
83	5.934	5.918	5.967	92	5.573	5.573	5.786	102	4.570	4.586	4.603
81	4.915	4.948	4.948	94	5.885	5.885	5.934	104	6.838	6.904	6.937
82	5.934	5.984	6.000	95	6.049	6.066	6.132	107	5.688	5.753	5.721
85	4.537	4.636	4.570	96	6.329	6.329	6.395	108	6.871	7.036	7.184
86	7.545	7.595	7.595	88	5.688	5.819	5.803	99	6.592	6.542	6.592
79	6.016	6.082	6.049	93	5.836	6.197	6.263	112	5.803	5.868	5.836
84	5.753	5.819	5.836	98	5.934	6.099	6.099	115	6.510	6.411	6.510

N° Arete	CA20		
	R1	R2	R3
118	5.425	5.375	5.786
127	5.556	5.540	5.342
129	5.227	5.227	5.392
116	5.605	5.556	5.967
126	5.556	5.556	5.852
128	5.490	5.523	5.836
121	5.573	5.786	5.753
122	5.721	6.049	6.000
123	4.537	4.751	4.685
124	4.307	5.129	4.553

Tabla 20

Resumen Estadístico para Proteína total

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
12M10	10	5.87397	0.803395	13.6772	4.58082	7.57808
12M20	10	5.94301	0.238384	4.01117	5.59452	6.35068
12M30	10	6.21041	0.729406	11.7449	4.5863	7.03014
4M10	10	5.51562	0.520181	9.43105	4.68493	5.98356
4M20	10	5.52055	0.722389	13.0855	4.32329	6.32329
4M30	10	5.77041	0.399525	6.92368	5.20000	6.35616
8M10	10	5.74082	0.76641	13.3502	4.42192	6.71233
8M20	10	5.7611	0.424799	7.37358	4.90411	6.49863
8M30	10	5.91386	0.648612	10.9677	5.24932	6.9589
CA20	10	5.42192	0.434653	8.0166	4.65753	5.92329
Total	100	5.76717	0.612314	10.6172	4.32329	7.57808

Tabla 21

ANOVA para Proteína por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5.04351	9	0.56039	1.57	0.1356
Intra grupos	32.0744	90	0.356382		
Total (Corr.)	37.1179	99			

Tabla 22

Análisis de Varianza para Proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad	2.48401	2	1.24201	3.31	0.0414
B:Porcentaje	1.15769	2	0.578847	1.54	0.2198
INTERACCIONES					
AB	0.0773838	4	0.0193459	0.05	0.9949
RESIDUOS	30.374	81	0.374988		
TOTAL (CORREGIDO)	34.0931	89			

Tabla 23

Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por Edad, Método: 95.0 porcentaje Duncan

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	30	5.60219	0.111802	X
8	30	5.80526	0.111802	XX
12	30	6.00913	0.111802	X

Tabla 24

Niveles séricos de Albumina

N° Arete	4M10			N° Arete	4M20			N° Arete	4M30		
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
2	2.427	2.438	2.429	15	2.715	2.726	2.745	27	2.987	3.056	3.015
3	2.713	2.721	2.726	16	2.435	2.446	2.438	29	2.924	2.935	2.952
5	2.583	2.594	2.619	17	2.963	2.976	2.993	30	3.042	3.056	3.062
6	3.059	3.084	3.095	18	3.029	2.993	3.015	31	2.429	2.440	2.446
8	2.877	2.897	2.910	21	2.611	2.630	2.649	32	2.473	2.460	2.471
9	2.894	2.913	2.932	22	2.949	2.965	2.982	33	2.965	2.974	2.979
11	3.078	3.092	3.103	23	2.919	2.930	2.935	34	3.062	3.075	3.089
12	2.943	2.954	2.965	24	2.853	2.880	2.888	35	3.053	3.084	3.119
13	2.427	2.446	2.427	25	2.652	2.674	2.699	36	3.100	3.114	3.125
14	2.888	2.919	2.935	26	3.070	3.095	3.111	38	2.666	2.682	2.682

N° Arete	8M10			N° Arete	8M20			N° Arete	8M30		
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
39	2.963	2.971	2.979	51	2.971	2.990	2.998	63	2.858	2.886	2.897
40	3.089	3.105	3.105	54	2.888	2.880	2.908	64	2.899	2.921	2.935
42	2.894	2.899	2.910	60	2.844	2.866	2.872	65	2.820	2.850	2.864
43	2.572	2.581	2.564	55	2.729	2.740	2.762	66	3.059	3.075	3.084
44	2.707	2.718	2.699	56	2.707	2.737	2.754	67	2.919	2.943	2.960
46	2.597	2.608	2.589	57	2.718	2.957	2.974	69	2.935	2.957	2.974
47	2.745	2.729	2.734	58	2.614	2.619	2.641	70	2.960	2.990	3.007
48	2.979	2.990	2.993	52	2.800	2.817	2.842	74	2.831	2.853	2.861
49	2.751	2.773	2.773	106	2.864	2.872	2.883	68	2.789	2.811	2.825
50	2.822	2.825	2.831	62	2.985	3.001	3.004	72	2.836	2.855	2.869

N° Arete	12M10			N° Arete	12M20			N° Arete	12M30		
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
76	2.957	2.974	2.985	89	3.004	3.029	3.040	101	3.257	3.270	3.276
77	3.064	3.075	3.086	90	3.012	3.029	3.042	103	3.149	3.160	3.166
78	2.822	2.836	2.847	91	2.935	2.957	2.965	111	2.932	2.946	2.952
83	2.875	2.891	2.899	92	2.949	2.982	2.990	102	3.086	3.095	3.103
81	2.798	2.809	2.820	94	2.998	3.023	3.037	104	2.910	2.924	2.935
82	2.913	2.927	2.938	95	3.051	3.073	3.097	107	2.941	2.957	2.965
85	3.015	3.034	3.042	96	3.210	3.218	3.226	108	2.982	2.996	3.007
86	3.130	3.141	3.152	88	3.081	3.095	3.103	99	3.152	3.158	3.163
79	2.853	2.869	2.880	93	3.095	3.122	3.125	112	3.169	3.174	3.182
84	2.998	3.012	3.020	98	3.070	3.084	3.089	115	2.968	2.971	2.985

N° Arete	CA20		
	R1	R2	R3
118	2.974	2.998	3.007
127	2.872	2.899	2.910
129	2.946	2.971	2.993
116	2.844	2.869	2.888
126	3.042	3.062	3.075
128	3.257	3.270	3.279
121	3.169	3.182	3.196
122	2.943	2.957	2.976
123	2.987	2.998	3.015
124	3.136	3.147	3.160

Tabla 25

Resumen Estadístico para Albumina

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
12M10	10	3.06436	0.120972	3.94771	2.9232	3.26764
12M20	10	3.05758	0.0764081	2.49897	2.95251	3.21817
12M30	10	3.06436	0.120972	3.94771	2.9232	3.26764
4M10	10	2.80292	0.244577	8.72582	2.43126	3.09084
4M20	10	2.83214	0.205426	7.2534	2.43951	3.09176
4M30	10	2.8839	0.258543	8.96506	2.43859	3.11283
8M10	10	2.81657	0.172821	6.13588	2.57234	3.1
8M20	10	2.84121	0.115279	4.05741	2.62456	2.99648
8M30	10	2.91074	0.0800277	2.74939	2.80869	3.07252
CA20	10	3.03414	0.12937	4.26383	2.86732	3.26856
Total	100	2.93079	0.18948	6.46516	2.43126	3.26856

Tabla 26

ANOVA para Albumina por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.12197	9	0.124664	4.61	0.0001
Intra grupos	2.4324	90	0.0270267		
Total (Corr.)	3.55438	99			

Tabla 27

Análisis de Varianza para Albumina

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad	0.921664	2	0.460832	16.36	0.0000
B:Porcentaje	0.0547759	2	0.027388	0.97	0.3826
INTERACCIONES					
AB	0.0268691	4	0.00671728	0.24	0.9158
RESIDUOS	2.28177	81	0.02817		
TOTAL (CORREGIDO)	3.28508	89			

Tabla 28

Pruebas de Múltiple Rangos para Albumina por Edad, Método: 95.0 porcentaje

Duncan

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	30	2.83965	0.0306431	X
8	30	2.85617	0.0306431	X
12	30	3.0621	0.0306431	X

Tabla 29

Niveles séricos de Bilirrubina total

N° Arete	4M10		N° Arete	4M20		N° Arete	4M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
2	0.34	0.36	15	0.22	0.22	27	0.39	0.25
3	0.32	0.34	16	0.20	0.51	29	0.44	0.17
5	0.30	0.34	17	0.19	0.23	30	0.36	0.08
6	0.45	0.26	18	0.27	0.27	31	0.15	0.21
8	0.43	0.13	21	0.27	0.33	32	0.22	0.46
9	0.36	0.36	22	0.36	0.36	33	0.10	0.37
11	0.28	0.28	23	0.27	0.33	34	0.29	0.29
12	0.34	0.34	24	0.24	0.24	35	0.23	0.23
13	0.29	0.33	25	0.21	0.30	36	0.11	0.24
14	0.37	0.30	26	0.21	0.26	38	0.38	0.22

N° Arete	4M10		N° Arete	4M20		N° Arete	4M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
39	0.24	0.24	51	0.17	0.18	63	0.17	0.17
40	0.21	0.21	54	0.20	0.20	64	0.17	0.19
42	0.18	0.24	60	0.22	0.28	65	0.17	0.17
43	0.27	0.27	55	0.20	0.25	66	0.19	0.19
44	0.27	0.27	56	0.21	0.21	67	0.15	0.24
46	0.26	0.26	57	0.29	0.11	69	0.22	0.22
47	0.22	0.22	58	0.18	0.18	70	0.24	0.24
48	0.23	0.16	52	0.20	0.26	74	0.17	0.19
49	0.17	0.16	106	0.18	0.18	68	0.25	0.21
50	0.29	0.26	62	0.23	0.23	72	0.17	0.17

N° Arete	12M10		N° Arete	12M20		N° Arete	12M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
76	0.13	0.25	89	0.18	0.18	101	0.10	0.08
77	0.28	0.23	90	0.19	0.10	103	0.08	0.08
78	0.15	0.15	91	0.16	0.16	111	0.11	0.11
83	0.20	0.19	92	0.15	0.09	102	0.16	0.07
81	0.27	0.06	94	0.07	0.22	104	0.09	0.14
82	0.10	0.31	95	0.10	0.13	107	0.14	0.14
85	0.22	0.14	96	0.15	0.15	108	0.08	0.08
86	0.20	0.24	88	0.18	0.18	99	0.09	0.18
79	0.21	0.19	93	0.20	0.20	112	0.06	0.15
84	0.17	0.20	98	0.14	0.16	115	0.15	0.13

N° Arete	CA20	
	R1	R2
118	0.18	0.11
127	0.16	0.21
129	0.19	0.20
116	0.22	0.18
126	0.22	0.16
128	0.14	0.20
121	0.13	0.17
122	0.13	0.16
123	0.14	0.22
124	0.14	0.15

Tabla 30

Resumen Estadístico para Bilirrubina

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
12M10	10	0.197	0.0298329	15.1436	0.15	0.26
12M20	10	0.156	0.0254733	16.329	0.12	0.2
12M30	10	0.113	0.0235938	20.8795	0.08	0.14
4M10	10	0.327	0.0294581	9.00858	0.28	0.36
4M20	10	0.267	0.0563816	21.1167	0.21	0.36
4M30	10	0.261	0.0583952	22.3736	0.18	0.34
8M10	10	0.233	0.03653	15.6781	0.17	0.28
8M20	10	0.209	0.025144	12.0306	0.18	0.25
8M30	10	0.195	0.0263523	13.514	0.17	0.24
CA20	10	0.173	0.0216282	12.5018	0.15	0.2
Total	100	0.2131	0.0677741	31.8039	0.08	0.36

Tabla 31

ANOVA para Bilirrubina por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.340609	9	0.0378454	29.84	0.0000
Intra grupos	0.11413	90	0.00126811		
Total (Corr.)	0.454739	99			

Tabla 32

Análisis de Varianza para Bilirrubina

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad	0.253429	2	0.126714	93.38	0.0000
B:Porcentaje	0.0610422	2	0.0305211	22.49	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.00827111	4	0.00206778	1.52	0.2030
RESIDUOS	0.10992	81	0.00135704		
TOTAL (CORREGIDO)	0.432662	89			

Tabla 33

Pruebas de Múltiple Rangos para Bilirrubina, Método: 95.0 porcentaje Duncan

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
12	30	0.155333	0.00672566	X
8	30	0.212333	0.00672566	X
4	30	0.285	0.00672566	X

Porcentaje	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
30	30	0.189667	0.00672566	X
20	30	0.210667	0.00672566	X
10	30	0.252333	0.00672566	X

Tabla 34

Niveles séricos de alanino aminotransferasa (ALT)

N° Arete	4M10		N° Arete	4M20		N° Arete	4M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
2	43.316	44.642	15	27.404	94.882	27	71.604	45.968
3	36.244	45.526	16	31.824	99.008	29	27.846	48.178
5	43.758	86.632	17	61.438	41.106	30	57.460	36.686
6	37.570	71.162	18	48.178	48.178	31	33.592	51.272
8	57.460	79.118	21	47.736	54.366	32	23.426	57.165
9	57.018	95.914	22	63.206	63.206	33	45.968	47.736
11	56.576	63.648	23	81.328	43.758	34	65.858	65.858
12	50.830	144.534	24	39.338	39.338	35	29.614	54.808
13	62.322	87.958	25	25.636	58.344	36	20.332	65.416
14	33.150	87.074	26	30.498	30.498	38	39.780	39.780

N° Arete	8M10		N° Arete	8M20		N° Arete	8M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
39	22.984	43.758	51	38.454	25.636	63	39.394	34.918
40	41.106	28.877	54	55.250	21.658	64	27.294	34.034
42	22.984	38.896	60	55.250	23.868	65	22.432	30.940
43	36.244	41.106	55	39.780	12.965	66	26.576	30.498
44	38.012	31.382	56	53.482	44.200	67	53.482	22.100
46	44.642	28.730	57	49.504	25.341	69	39.394	26.520
47	49.946	38.012	58	46.410	13.554	70	28.178	24.752
48	53.482	46.410	52	43.758	20.037	74	26.134	31.824
49	42.432	20.332	106	44.200	23.868	68	38.896	25.194
50	60.996	34.918	62	52.598	32.708	72	30.554	26.962

N° Arete	12M10		N° Arete	12M20		N° Arete	12M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
76	53.924	38.454	89	39.780	49.378	101	38.266	24.200
77	45.526	48.620	90	48.178	24.752	103	22.874	28.163
78	41.990	21.658	91	46.410	27.846	111	22.874	22.984
83	24.476	28.877	92	36.244	21.548	102	38.034	22.432
81	40.886	41.548	94	32.266	30.056	104	28.178	28.288
82	31.714	27.404	95	38.896	38.307	107	38.012	22.395
85	53.482	18.269	96	31.824	23.316	108	31.382	32.413
86	47.958	30.940	88	33.150	39.780	99	39.338	31.235
79	48.178	25.341	93	46.410	42.432	112	26.410	22.984
84	58.344	28.288	98	37.570	30.645	115	39.338	36.539

N° Arete	CA20	
	R1	R2
118	27.404	29.467
127	29.968	34.181
129	39.714	48.620
116	25.526	34.034
126	29.868	27.109
128	47.736	40.664
121	46.410	56.576
122	33.592	33.003
123	29.614	23.868
124	44.200	37.128

Tabla 35

Resumen Estadístico para ALT/GPT

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
12M10	10	37.7939	6.93882	18.3596	26.677	47.073
12M20	10	35.9394	5.78768	16.1040	27.570	44.579
12M30	10	29.8499	5.11199	17.1257	22.395	36.539
4M10	10	64.2226	16.6383	25.9072	40.885	97.682
4M20	10	51.4635	11.7205	22.7744	30.498	65.416
4M30	10	46.4174	9.00523	19.4006	38.012	65.858
8M10	10	38.2625	6.78329	17.7283	30.940	49.946
8M20	10	36.1262	6.62434	18.3367	26.373	48.841
8M30	10	31.0038	3.78685	12.2141	26.465	37.791
CA20	10	35.9341	8.5404	23.7670	27.109	48.620
Total	100	40.681	12.9556	31.8469	22.395	97.682

Tabla 36

ANOVA para ALT/GPT por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9950.96	9	1105.66	14.93	0.0000
Intra grupos	6666.03	90	74.067		
Total (Corr.)	16617.0	99			

Tabla 37

Análisis de Varianza para ALT/GPT

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad	7412.03	2	3706.01	48.54	0.0000
B:Porcentaje	1785.45	2	892.727	11.69	0.0000
INTERACCIONES					
AB	504.709	4	126.177	1.65	0.1691
RESIDUOS	6183.85	81	76.3439		
TOTAL (CORREGIDO)	15886.0	89			

Tabla 38

Pruebas de Múltiple Rangos para ALT/GPT, Método: 95.0 porcentaje Duncan

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
12	30	34.4466	1.59524	X
8	30	35.139	1.59524	X
4	30	54.0345	1.59524	X

Porcentaje	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
30	30	35.7652	1.59524	X
20	30	41.1797	1.59524	X
10	30	46.6752	1.59524	X

Tabla 39

Niveles séricos de aspartato aminotransferasa (AST)

N° Arete	4M10		N° Arete	4M20		N° Arete	4M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
2	79.118	90.610	15	80.149	81.328	27	53.040	61.438
3	85.306	67.184	16	65.416	70.720	29	56.134	45.968
5	84.864	121.108	17	84.864	66.005	30	86.632	64.532
6	95.472	76.024	18	88.400	85.453	31	65.416	110.500
8	95.030	62.764	21	98.566	96.356	32	67.184	70.720
9	115.804	114.036	22	65.858	84.422	33	64.974	74.698
11	114.92	81.770	23	95.914	83.980	34	113.594	83.096
12	70.278	121.55	24	92.525	98.419	35	92.555	65.858
13	74.698	63.206	25	73.814	73.667	36	92.820	91.347
14	43.758	49.946	26	66.768	82.627	38	99.892	37.128

N° Arete	8M10		N° Arete	8M20		N° Arete	8M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
39	71.604	48.915	51	71.990	45.084	63	59.228	41.253
40	60.112	98.124	54	59.670	83.758	64	55.692	46.557
42	68.952	77.350	60	52.156	57.109	65	34.918	35.949
43	69.394	64.974	55	72.488	42.032	66	47.294	47.736
44	83.980	80.002	56	38.454	68.952	67	50.739	57.109
46	74.698	60.112	57	72.930	46.701	69	53.482	48.620
47	95.030	63.206	58	66.742	62.764	70	58.344	37.128
48	82.212	47.147	52	44.200	55.341	74	63.648	45.379
49	69.394	103.428	106	64.090	58.325	68	49.504	35.949
50	107.406	78.234	62	67.184	66.539	72	63.206	54.366

N° Arete	12M10		N° Arete	12M20		N° Arete	12M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
76	78.676	46.084	89	54.808	62.469	101	58.639	46.557
77	60.554	60.623	90	42.138	48.915	103	41.843	40.664
78	87.074	48.915	91	60.996	46.557	111	53.924	47.200
83	105.196	30.056	92	61.291	63.648	102	56.134	49.946
81	55.692	47.147	94	74.256	50.683	104	35.360	38.896
82	144.092	51.714	95	58.344	46.557	107	62.322	60.650
85	58.786	80.645	96	47.147	48.325	108	47.294	37.100
86	46.852	48.915	88	43.668	55.341	99	38.454	60.467
79	58.786	69.467	93	59.607	75.645	112	58.344	46.650
84	96.356	44.789	98	58.344	61.500	115	47.147	48.325

N° Arete	CA20	
	R1	R2
118	50.748	72.128
127	97.356	45.854
129	76.466	88.050
116	61.438	68.350
126	68.900	61.500
128	45.786	35.544
121	59.670	80.731
122	55.662	47.767
123	55.250	55.700
124	88.978	63.071

Tabla 40

Resumen Estadístico para AST/GOT

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
12M10	10	66.0209	13.5229	20.4828	47.883	97.903
12M20	10	56.0119	7.29491	13.0238	45.526	67.626
12M30	10	48.7957	7.05901	14.4664	37.128	61.486
4M10	10	85.3723	19.2694	22.5711	46.852	114.92
4M20	10	81.7627	10.0819	12.3307	68.068	97.461
4M30	10	74.8762	14.9703	19.9933	51.051	98.345
8M10	10	75.2136	10.4143	13.8462	60.259	92.820
8M20	10	59.8255	6.58973	11.0149	49.771	71.714
8M30	10	49.3052	6.55681	13.2984	35.434	58.786
CA20	10	63.9474	12.2526	19.1604	40.664	82.258
Total	100	66.113	16.7714	25.3678	35.434	114.92

Tabla 41

ANOVA para AST/GOT por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	15040.9	9	1671.22	11.75	0.0000
Intra grupos	12805.8	90	142.287		
Total (Corr.)	27846.7	99			

Tabla 42

Análisis de Varianza para AST/GOT

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad	9528.07	2	4764.04	33.69	0.0000
B:Porcentaje	4803.97	2	2401.99	16.99	0.0000
INTERACCIONES					
AB	656.772	4	164.193	1.16	0.3342
RESIDUOS	11454.6	81	141.415		
TOTAL (CORREGIDO)	26443.5	89			

Tabla 43

Pruebas de Múltiple Rangos para AST/GOT por Edad, Método: 95.0 porcentaje

Duncan

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
12	30	56.9427	2.17114	X
8	30	61.4478	2.17114	X
4	30	80.6704	2.17114	X

Porcentaje	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
30	30	57.6593	2.17114	X
20	30	65.8664	2.17114	X
10	30	75.5353	2.17114	X

Tabla 44

Niveles séricos de fosfatasa alcalina (ALP)

N° Arete	4M10		N° Arete	4M20		N° Arete	4M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
2	156.807	110.040	15	104.538	91.691	27	184.317	171.387
3	132.048	129.297	16	148.554	177.880	29	104.538	108.114
5	167.811	178.815	17	85.281	77.028	30	106.189	107.289
6	96.285	97.661	18	137.550	134.799	31	145.803	138.458
8	154.056	165.060	21	192.570	181.566	32	115.542	113.891
9	137.550	144.840	22	154.056	146.628	33	129.297	132.956
11	165.060	115.542	23	99.036	96.285	34	110.040	108.114
12	176.614	173.313	24	151.305	155.432	35	167.811	160.521
13	140.301	138.375	25	156.807	149.654	36	187.068	126.546
14	85.281	87.207	26	110.040	107.289	38	104.538	96.285

N° Arete	8M10		N° Arete	8M20		N° Arete	8M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
39	154.056	162.309	51	135.762	148.554	63	140.301	137.550
40	151.305	114.442	54	104.538	155.982	64	122.970	137.550
42	143.052	148.554	60	115.542	123.795	65	99.036	99.036
43	104.538	101.787	55	148.554	154.056	66	118.293	109.215
44	151.305	121.044	56	143.052	137.550	67	112.791	107.289
46	126.546	118.293	57	143.052	151.305	69	142.227	107.289
47	140.301	137.550	58	104.538	107.289	70	144.978	148.554
48	129.297	120.494	52	112.791	114.717	74	129.297	129.297
49	143.052	137.550	106	156.807	162.309	68	156.807	145.803
50	140.301	138.926	62	104.538	110.040	72	124.895	126.546

N° Arete	12M10		N° Arete	12M20		N° Arete	12M30	
	R1	R2		R1	R2		R1	R2
76	93.534	102.695	89	148.554	135.707	101	101.787	137.550
77	121.044	119.118	90	124.620	104.538	103	162.309	154.056
78	110.040	139.476	91	124.620	104.538	111	90.783	99.861
83	132.048	126.546	92	145.803	191.745	102	119.476	115.542
81	129.297	115.542	94	129.297	129.297	104	112.791	104.538
82	137.550	143.052	95	132.048	123.795	107	140.301	138.375
85	153.231	162.309	96	121.044	129.297	108	134.799	115.542
86	123.795	140.301	88	104.538	110.040	99	107.289	93.534
79	123.795	107.289	93	112.791	127.371	112	140.301	101.787
84	192.570	159.558	98	107.289	118.293	115	129.297	123.795

N° Arete	CA20	
	R1	R2
118	143.052	159.558
127	143.052	162.309
129	112.791	99.036
116	134.799	101.787
126	85.281	82.530
128	110.040	143.052
121	110.040	110.040
122	88.032	90.783
123	96.285	99.036
124	145.803	145.803

Tabla 45

Resumen Estadístico para ALP

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
12M10	10	131.639	22.0757	16.7698	98.114	176.064
12M20	10	124.845	19.5406	15.6519	100.412	168.774
12M30	10	121.186	18.3060	15.1058	95.322	158.183
4M10	10	137.598	28.9258	21.0219	86.244	174.964
4M20	10	132.899	34.5082	25.9656	81.154	187.068
4M30	10	130.948	27.7999	21.2298	100.870	177.898
8M10	10	134.235	14.8809	11.0857	103.163	158.183
8M20	10	131.739	19.1864	14.5640	105.914	159.558
8M30	10	126.986	16.3003	12.8363	99.036	151.305
CA20	10	118.155	25.3003	21.4127	83.906	152.681
Total	100	124.822	27.4415	21.9845	54.219	187.068

Tabla 46

ANOVA para Fosfatasa alcalina por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	28424.2	9	3158.25	6.16	0.0000
Intra grupos	46126.2	90	512.514		
Total (Corr.)	74550.4	99			

Tabla 47

Análisis de Varianza para Fosfatasa alcalina

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad	955.133	2	477.566	0.88	0.4167
B:Porcentaje	1006.18	2	503.092	0.93	0.3979
INTERACCIONES					
AB	68.4354	4	17.1088	0.03	0.9980
RESIDUOS	43714.8	81	539.689		
TOTAL (CORREGIDO)	45744.6	89			

Tabla 48

Niveles séricos de gamma glutamil transpeptidasa (GGT)

N°	4M10	N°	4M20	N°	4M30
Arete	R1	Arete	R1	Arete	R1
2	19.089	15	16.261	27	18.028
3	16.968	16	20.150	29	19.089
5	17.675	17	21.210	30	23.331
6	18.029	18	19.089	31	21.210
8	20.150	21	19.089	32	16.968
9	19.089	22	16.261	33	19.796
11	19.089	23	25.452	34	25.452
12	23.331	24	24.392	35	22.624
13	24.392	25	23.331	36	26.513
14	18.028	26	18.028	38	21.210



N°	8M10	N°	8M20	N°	8M30
Arete	R1	Arete	R1	Arete	R1
39	18.029	51	21.917	63	19.089
40	18.382	54	19.089	64	24.391
42	23.331	60	22.271	65	22.624
43	21.917	55	18.029	66	28.280
44	21.210	56	23.331	67	22.624
46	25.452	57	20.149	69	16.968
47	20.150	58	21.210	70	23.331
48	23.331	52	20.503	74	24.038
49	19.089	106	19.796	68	23.331
50	20.150	62	28.987	72	25.452

N°	12M10	N°	12M20	N°	12M30
Arete	R1	Arete	R1	Arete	R1
76	26.866	89	20.149	101	14.847
77	31.108	90	27.573	103	22.624
78	26.159	91	26.513	111	27.573
83	26.866	92	21.210	102	24.038
81	17.675	94	19.089	104	28.280
82	28.987	95	21.210	107	27.573
85	26.159	96	31.108	108	22.624
86	19.796	88	21.210	99	22.624
79	16.261	93	25.452	112	29.700
84	20.503	98	32.522	115	28.990

N°	CA20
Arete	R1
118	20.150
127	18.382
129	24.392
116	20.503
126	22.624
128	20.503
121	21.210
122	18.029
123	21.917
124	19.796

Tabla 49

Resumen Estadístico para GGT

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
12M10	10	24.038	5.06546	21.0727	16.261	31.108
12M20	10	24.6036	4.74921	19.3029	19.089	32.522
12M30	10	24.8873	4.50712	18.1101	14.847	29.7
4M10	10	19.584	2.43902	12.4541	16.968	24.392
4M20	10	20.3263	3.23248	15.9029	16.261	25.452
4M30	10	21.4221	3.10523	14.4955	16.968	26.513
8M10	10	21.1041	2.40928	11.4162	18.029	25.452
8M20	10	21.5282	3.05206	14.177	18.029	28.987
8M30	10	23.0128	3.14615	13.6713	16.968	28.28
CA20	10	20.7506	1.90767	9.19334	18.029	24.392
Total	100	22.1257	3.79524	17.1531	14.847	32.522

Tabla 50

ANOVA para GGT por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	316.95	9	35.2166	2.86	0.0052
Intra grupos	1109.03	90	12.3225		
Total (Corr.)	1425.98	99			

Tabla 51

Análisis de Varianza para GGT

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad	255.009	2	127.505	9.60	0.0002
B:Porcentaje	35.9189	2	17.9595	1.35	0.2646
INTERACCIONES					
AB	5.01152	4	1.25288	0.09	0.9840
RESIDUOS	1076.28	81	13.2874		
TOTAL (CORREGIDO)	1372.22	89			

Tabla 52

Pruebas de Múltiple Rangos para GGT por Edad, Método: 95.0 porcentaje Duncan

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	30	20.4441	0.665516	X
8	30	21.8817	0.665516	X
12	30	24.5096	0.665516	X

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 3. Sector de Mosoccpampa, Tamburco



Figura 4. Infraestructura para la crianza de cuyes



Figura 5. Árboles de pisonay destinados a forraje



Figura 6. Cosecha de árboles de pisonay



Figura 7. Secado de hojas y peciolo de pisonay bajo sombra



Figura 8. Distribución de jaulas tipo aéreo, según tratamiento



Figura 9. Proceso de elaboración de harina



Figura 10. Proceso de elaboración de alimento integral para cuyes



Figura 11. Alimento integral etiquetado y almacenado



Figura 12. Pesaje del alimento integral según tratamiento



Figura 13. Distribución de alimento integral según tratamiento



Figura 14. Consumo de alimento integral en comederos tipo tolva



Figura 15. Distribución de agua previa limpieza del bebedero tipo campana



Figura 16. Micropipetas de volumen variado



Figura 17. Puntas descartables de volumen variado



Figura 18. Cubetas fotométricas



Figura 19. Espectrofotómetro Uv/Vis Jenway 6405



Figura 20. Gradillas y tubos de ensayo



Figura 21. Analizador bioquímico semiautomático Stat Fax 3300