

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

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



“Perfil hematológico de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con niveles de harina de pisonay (*Erythrina* sp) de diferente edad de rebrote”

Presentado por:

Rosmery Herrera Chahua

Para optar el Título de
Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2021



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



“TESIS”

“PERFIL HEMATOLÓGICO DE CUYES (*Cavia porcellus*) ALIMENTADOS CON NIVELES DE HARINA DE PISONAY (*Erythrina* sp) DE DIFERENTE EDAD DE REBROTE”

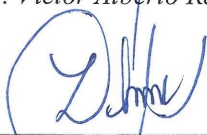
Presentado por Rosmery Herrera Chahua, para optar el Título de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 25 de marzo de 2021 ante el jurado evaluador:

Presidente:


Dr. Víctor Alberto Ramos De la Riva


Primer Miembro:


MSc. Delmer Zea Gonzales

Segundo Miembro:


MVZ. Juan Roberto Soncco Quispe

Asesor:


MSc. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva



Agradecimiento

Agradecer es un gesto humanamente significativo y necesario, tanto para el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando estaba punto de caer, por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

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

Al hombre que me ha dado la vida, el cual a pesar de no haberle tenido físicamente y presente en los momentos requeridos, ha estado siempre aconsejándome, guiándome desde donde se encontraba.

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



Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante, por los triunfos de mi formación profesional.

A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opinión.

A mi padre a pesar de nuestra distancia física, siento que estás siempre conmigo, aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos.

A mis hermanas por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestas a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

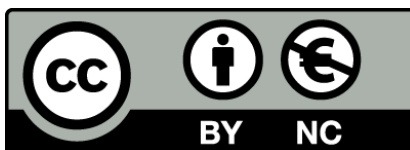
A la MVZ. Ruth Ramos porque sin su apoyo este equipo no hubiera logrado esta meta.



**PERFIL HEMATOLÓGICO DE CUYES (CAVIA PORCELLUS) ALIMENTADOS
CON NIVELES DE HARINA DE PISONAY (ERYTHRINA SP) DE DIFERENTE
EDAD DE REBROTE**

Línea de investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del Problema	5
1.2.1 Problema General	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.2.3 Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.1.1 Objetivo general	7
2.1.2 Objetivos específicos	7
2.2 Hipótesis de la Investigación	7
2.2.1 Hipótesis general	7
2.2.2 Hipótesis específicas.....	7
2.1 Operacionalización de variables	8
CAPÍTULO III	9
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	9
3.1 Antecedentes	9
3.2 Marco teórico	13
3.2.1 Características generales del género <i>Erythrina</i>	13
3.2.2 Factores antinutricionales del género <i>Erythrina</i>	14
3.2.3 Fisiología digestiva del cuy	15



3.2.4	Necesidades nutricionales del cuy	15
3.2.5	Perfil hematológico	16
3.3	Marco conceptual.....	19
CAPÍTULO IV.....		20
METODOLOGÍA.....		20
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	20
4.2	Diseño de la investigación	20
4.3	Población y muestra.....	21
4.4	Técnica e instrumentos	22
4.5	Análisis estadístico	23
CAPÍTULO V		24
RESULTADOS Y DISCUSIONES		24
5.1	Análisis de resultados	24
5.2	Contrastación de hipótesis	24
5.2.1	Glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina en cuyes.....	24
5.2.2	Plaquetas en cuyes	25
5.2.3	Glóbulos blancos en cuyes.....	25
5.3	Discusión	28
CAPÍTULO VI.....		31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		31
6.1	Conclusiones.....	31
6.1	Recomendaciones	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		32
ANEXOS		39



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variables.....	8
Tabla 2 Perfil hematológico en diferentes roedores (26)	10
Tabla 3 Valores hematológicos en cobayos (<i>Cavia porcellus</i>) de la línea precoz y línea cárnica	12
Tabla 4 Perfil hematológico en cuyes machos de laboratorio	13
Tabla 5 Requerimientos nutricionales de los cuyes (52).....	16
Tabla 6 Proporción (%) de insumos alimenticios en la elaboración de alimento integral para cuyes.Tabla 5.....	21
Tabla 7 Distribución de tratamientos y repeticiones del trabajo	22
Tabla 8 Glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>).....	24
Tabla 9 Plaquetas en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>)	26
Tabla 10 Glóbulos blancos y heterófilos en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>).....	27
Tabla 11 Porcentaje de linfocitos, monocitos y eosinófilos en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>).....	28
Tabla 12 Resumen Estadístico para Glóbulos rojos	40
Tabla 13 ANOVA para Glóbulos rojos por Tratamiento	40
Tabla 14 Análisis de Varianza para Glóbulos rojos	40
Tabla 15 Resumen Estadístico para Hematocrito.....	41
Tabla 16 ANOVA para Hematocrito por Tratamiento.....	41
Tabla 17 Análisis de Varianza para Hematocrito.....	41
Tabla 18 Resumen Estadístico para Hemoglobina	42
Tabla 19 ANOVA para Hemoglobina por Tratamiento	42
Tabla 20 Análisis de Varianza para Hemoglobina	42
Tabla 21 Resumen Estadístico para Plaquetas	43
Tabla 22 Resumen ANOVA para Plaquetas y Tratamiento	43
Tabla 23 Análisis de Varianza para Plaquetas.....	43
Tabla 24 Pruebas de Múltiple Rangos para Plaquetas, Método: 95.0 porcentaje Duncan	44
Tabla 25 Resumen Estadístico para Glóbulos blancos.....	44
Tabla 26 ANOVA para Glóbulos blancos por Tratamiento.....	44
Tabla 27 Análisis de Varianza para Glóbulos blancos	45
Tabla 28 Pruebas de Múltiple Rangos para Glóbulos blancos, Método: 95.0% Duncan.....	45
Tabla 29 Resumen Estadístico para Heterófilos.....	45
Tabla 30 ANOVA para Heterófilos por Tratamiento.....	46
Tabla 31 Análisis de Varianza para Heterófilos.....	46



Tabla 32 Pruebas de Múltiple Rangos para Heterófilos, Método: 95.0 porcentaje Duncan	46
Tabla 33 Resumen Estadístico para Linfocitos	47
Tabla 34 ANOVA para Linfocitos por Tratamiento	47
Tabla 35 Análisis de Varianza para Linfocitos	47
Tabla 36 Pruebas de Múltiple Rangos para Linfocitos, Método: 95.0 porcentaje Duncan	48
Tabla 37 Resumen Estadístico para Monocitos.....	48
Tabla 38 ANOVA para Monocitos por Tratamiento.....	48
Tabla 39 Análisis de Varianza para Monocitos.....	49
Tabla 40 Pruebas de Múltiple Rangos para Monocitos, Método: 95.0 porcentaje Duncan	49
Tabla 41 Resumen Estadístico para Eosinófilos.....	49
Tabla 42 ANOVA para Eosinófilos por Tratamiento.....	50
Tabla 43 Análisis de Varianza para Eosinófilos.....	50
Tabla 44 Pruebas de Múltiple Rangos para Eosinófilos, Método: 95.0 porcentaje Duncan	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Secado de hojas y peciolo de pisonay (<i>Erithrina</i> sp) bajo sombra.....	51
Figura 2. Elaboración de la harina de pisonay con molino tipo martillo	51
Figura 3. Jaula de madera y alambre ubicado a 1 m sobre el piso	52
Figura 4. Limpieza de comederos tipo tolva	52
Figura 5. Pesado y registro de las dietas experimentales	53
Figura 6. Limpieza diaria de bebederos tipo campana	53
Figura 7. Pesado y registro semanal de los cuyes	54
Figura 8. Jabas para el transporte de los cuyes.....	54
Figura 9. Muestras de sangre rotuladas en tubos vacutainer con anticoagulante EDTA	55
Figura 10. Analizador hematológico automático, aspirado de la muestra de sangre	55
Figura 11. Resultado de las muestras corridas en el analizador hematológico	56
Figura 12. Extracción de sangre para el recuento y diferenciación de glóbulos blancos	56
Figura 13. Coloración del frotis sanguíneo	57
Figura 14. Microscopio binocular para el recuento y diferenciación de glóbulos blancos	57



INTRODUCCIÓN

Los estudios hematológicos en animales brindan información vital, sobre la respuesta del organismo a las lesiones y toxicidad (1), que puede ser ocasionada por el consumo de plantas, que fueron evaluadas a través del perfil hematológico (2), que se utilizan para evaluar la salud y el estado fisiológico, además las variaciones en las células sanguíneas se convierten en indicadores para controlar la toxicidad del alimento consumido por animales domésticos (3).

Las especies forrajeras arbustivas y arbóreas no convencionales contienen en sus hojas compuestos secundarios como alcaloides, flavonoides, terpenoides taninos y polifenoles totales y otros (4, 5) que pueden causar toxicidad en monogástricos a nivel digestivo, hepático y renal, estos agentes tóxicos podrían dañar las células sanguíneas. El extracto hidroalcohólico de varias partes de la planta, según su concentración, provocaría el aumento en el recuento de glóbulos blancos, plaquetas (6) y la disminución consistente y significativa en el hematocrito y hemoglobina (7), también el uso como forraje fresco o harinas en la alimentación animal pueden producir toxicidad, como reducir la cantidad de glóbulos blancos, además el porcentaje de inclusión de harina en la dieta de animales domésticos pueden tener un efecto perjudicial en el perfil hematológico (8, 9).

En la actualidad se ha incrementado la producción de cuyes por efecto de consumo de carnes exóticas de calidad, especialmente bajas en grasas, además de las costumbres culinarias de nuestro Perú (10), esto significa el incremento en la necesidad de forrajes convencionales y no convencionales utilizados por los criadores de cuyes a nivel familiar, familiar-comercial y comercial. Una de las alternativas son las especies del género *Erythrina*, en el valle interandino de Abancay se le conoce como pisonay, se utilizan como cercas vivas, sombra y alimentación animal, se aprovecha como forraje fresco, incluido los tallos tiernos, y se cosechan una vez por año que coincide con la época de seca (11). Una alternativa para incrementar el uso por parte de los productores pecuarios, es la harina de hojas y peciolo que puede incluir los tallos tiernos, como insumo en la elaboración de alimento integral (12) sin haber evaluado los probables efectos tóxicos, mediante el perfil hematológico.



RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la respuesta del perfil hematológico en cuyes por efecto de la inclusión de harina de hojas de *Erythrina* sp de diferente edad de rebrote. Se utilizaron 80 cuyes machos mejorados que se asignaron al azar 10 cuyes para cada tratamiento, cada tratamiento dietético 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. Los glóbulos rojos y hemoglobina fueron similares entre los tratamientos. La edad de rebrote y el porcentaje de inclusión no afectaron los valores de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina. La interacción entre la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión afectaron la cantidad de plaquetas ($P \leq 0.05$). La cantidad de glóbulos blancos ($P \leq 0.05$) fue mayor a los 8 meses con respecto a 4 y 12 meses de edad de rebrote ($P \leq 0.05$) y se incrementaron por efecto del porcentaje de inclusión de harina de pisonay ($P \leq 0.05$). Los heterófilos se incrementaron por efecto de la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión ($P \leq 0.05$). El porcentaje de linfocitos disminuyeron por el incremento de la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión ($P \leq 0.05$). Los monocitos y eosinófilos no fueron afectados por la edad de rebrote, pero el porcentaje de inclusión de harina de pisonay incrementó ambos parámetros. Los valores del perfil hematológico estuvieron dentro de los rangos normales para la especie, esto nos indica que el porcentaje de inclusión de harina de pisonay de diferente edad de rebrote no provocan toxicidad en los cuyes.

Palabras clave: glóbulos rojos, glóbulos blancos, harina, hemoglobina, plaquetas.



ABSTRACT

The objective of the study was to determine the response of liver metabolites at different regrowth ages and inclusion levels of *Erythrina* sp. 80 improved male guinea pigs were used, 10 guinea pigs were randomly assigned to each treatment, each dietary treatment contained 10, 20 and 30% inclusion for 4, 8 and 12 months of regrowth age and a control group with 20% alfalfa meal under iso-protein and iso-energetic conditions. Red blood cells and hemoglobin were similar between treatments. Regrowth age and inclusion percentage did not affect red blood cell, hematocrit and hemoglobin values. The interaction between regrowth age and inclusion percentage affected the number of platelets ($P \leq 0.05$). The amount of white blood cells ($P \leq 0.05$) was greater at 8 months compared to 4 and 12 months of regrowth age ($P \leq 0.05$) and they increased due to the inclusion percentage of pisonay meal ($P \leq 0.05$). Heterophiles increased due to the age of regrowth and the inclusion percentage ($P \leq 0.05$). The percentage of lymphocytes decreased due to the increase in the regrowth age and the inclusion percentage ($P \leq 0.05$). Monocytes and eosinophils were not affected by regrowth age, but the inclusion percentage of pisonay meal increased both parameters. The hematological profile values were within the normal ranges for the species, this indicates that the inclusion percentage of pisonay meal and of different regrowth age do not cause toxicity in guinea pigs.

Keywords: hemoglobin, meal, platelets, red blood cells, white blood cells.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Los agentes tóxicos que se encuentran en algunas plantas y en algunos aditivos alimentarios podrían dañar los eritrocitos y, en consecuencia, causar anemia; los eritrocitos podrían usarse para determinar el pronóstico de una enfermedad y sus patológicas podrían usarse para el diagnóstico de una variedad de efectos metabólicos (13). El género *Erythrina* contiene en sus hojas compuestos secundarios conocidos también como factores antinutricionales, presentan alcaloides, flavonoides, terpenoides (14), taninos y polifenoles totales (4, 5) que pueden causar efectos citotóxicos (15) con probable presencia de toxicidad en monogástricos a nivel digestivo, hepático y renal. El extracto acuoso de la corteza del tallo de *Erythrina senegalensis* puede considerarse relativamente seguro de toxicidad, pero se observó que al incrementarse la dosis a 600 mg/kg vía oral en ratones provocó el aumento en el recuento de glóbulos blancos ($P < 0.01$) en comparación con el control y especialmente en plaquetas donde el número se duplicó ($P > 0.05$) después de la administración a la dosis de 1200 mg/kg (6).

El extracto de metanol de la semilla de *Moringa oleifera* provocó disminución consistente y significativa en el hematocrito y hemoglobina ($P < 0.05$) en animales tratados con 200 y 1000 mg/kg de PV de ratas Wistar respectivamente (7). Las plantas medicinales como la harina de hojas de *Morinda lucidas* son utilizadas en la suplementación dietética de pollos que redujeron los recuentos de glóbulos blancos ($P < 0.05$) y se observó una reducción adicional en combinación con la medicación de rutina (antibióticos y anticoccidiotáticos) ($P < 0.05$) (9).

El uso de especies forrajeras arbustivas y arbóreas como forraje fresco o harinas en la alimentación animal pueden producir toxicidad, como la harina de *Moringa oleifera* con un nivel de inclusión por encima del 25% puede tener un efecto perjudicial en la hematología de los conejos (8), también, el perfil hematológico en cabras que recibieron la suplementación con 20% de hojas de *Moringa oleifera* eran más saludables y reflejan la capacidad de respuesta del animal expuesto a sustancias tóxicas sospechosas (16).



1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema General

¿El consumo de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote altera el perfil hematológico en cuyes (*Cavia porcellus*)?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿El porcentaje de inclusión de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote afectará la cantidad de glóbulos rojos, hemoglobina y plaquetas en cuyes (*Cavia porcellus*)?
- ¿El porcentaje de inclusión de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote afectará la cantidad de glóbulos blancos en cuyes (*Cavia porcellus*)?

1.2.3 Justificación de la investigación

En el Perú, actualmente se pueden observar los tres sistemas de crianza de cuyes, acorde a su magnitud: familiar, familiar-comercial e industrial. Los dos primeros, diseminados en mayor grado en la sierra, en tanto que en la costa se ubican los centros de producción industrial. En la región Apurímac se estima en 7.97% de la población nacional que equivale a 1'012,181 y el consumo per cápita nacional estimado de cuy por año es de 0.35 kg (17), actualmente se menciona que la población de cuyes en el Perú es de 17'380,000 animales (18).

Las especies del género *Erythrina* se utilizan como cercas vivas, madera, alimento medicinal, sombra y fertilizante para café y alimentación animal (19) (20), las hojas de la *E. brucei* y *E. abyssinica* se aprovechan como forraje normalmente en época de seca (21), la *E. variegata* y *E. subumbrans* tienen una frecuencia de corte de una vez por año, seguido de cuatro y dos veces al año (22) que influyen en la producción de forraje y la *E. peruviana* con tres frecuencias de corte incrementó el rendimiento de biomasa fresca de 4.3 a 6.8 t/ha por año (23).

Los estudios hematológicos en animales brindan información vital, porque la sangre es el principal sistema de transporte del cuerpo, sobre la respuesta del organismo a las lesiones de todas las formas (diagnóstico de enfermedades) y la toxicidad (1). La toxicidad ocasionada por el consumo de plantas que favorecen algún trastorno en el ganado fueron evaluados a través de los cambios en el perfil



hematológico (2). Los parámetros hematológicos se pueden utilizar para evaluar la salud y el estado fisiológico, que consisten en glóbulos rojos, glóbulos blancos o leucocitos, hematocritos y otros componentes que son valiosos para controlar la toxicidad del alimento consumido por los animales de granja (3). En tal sentido, para recomendar el uso del pisonay se pretende evaluar el efecto del consumo de harina de pisonay (*Erythrina sp*) en el perfil hematológico de cuyes (*Cavia porcellus*).



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el perfil hematológico de cuyes (*Cavia porcellus*) por efecto del consumo de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los valores de glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina y plaquetas en cuyes por efecto del porcentaje de inclusión de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote.
- Determinar la cantidad de glóbulos blancos en cuyes por efecto del porcentaje de inclusión de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote.

2.2 Hipótesis de la Investigación

2.2.1 Hipótesis general

El consumo de harina de pisonay (*Erythrina sp*) influye en el perfil hematológico en cuyes (*Cavia porcellus*).

2.2.2 Hipótesis específicas

- El porcentaje de inclusión de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote afecta la cantidad de glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina y plaquetas en cuyes (*Cavia porcellus*).
- El porcentaje de inclusión de harina de pisonay (*Erythrina sp*) de diferente edad de rebrote afecta la cantidad de glóbulos blancos en cuyes (*Cavia porcellus*).



2.1 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable(s)	Indicador(es)
Independiente:	
Edad de rebrote	4, 8 y 12 meses
Inclusión de harina	10, 20 y 30%
Dependiente:	
Glóbulos rojos	$\times 10^6/\mu\text{L}$
Hematocrito	%
Hemoglobina	g/dL
Plaquetas	$\times 10^3/\mu\text{L}$
Glóbulos blancos	$\times 10^3/\mu\text{L}$
Heterófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos	%



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) En un estudio se evaluó en el efecto del extracto etanólico de raíces de *Withania somnifera* en cincuenta cuyes de 1 a 2 meses de edad, 10 cuyes por tratamiento, el grupo 3 y 4 recibieron dosis de 50 y 100 mg/kg de PV vía oral respectivamente, después de 14 días de tratamiento se recogieron muestras de sangre completa para evaluar los cambios hematológicos; la administración del extracto en dosis moderadas no condujo a cambios hematológicos desfavorables, los glóbulos rojos fueron 4.62 ± 0.14 y $4.55 \pm 0.13 \times 10^6/\mu\text{L}$, el hematocrito 37.50 ± 0.64 y 37.75 ± 0.62 y la hemoglobina 12.84 ± 0.41 y 13.29 ± 0.43 g/dL respectivamente, pero el extracto de *W. somnifera* provocó el aumento en el recuento total de glóbulos blancos de 6.65 ± 0.42 a $7.89 \pm 0.21 \times 10^3/\mu\text{L}$, los heterófilos 36.7 a 46.2% y eosinófilos 5.1 a 7.3% (24).
- b) El objetivo del estudio fue investigar el efecto de la ingestión de polvo de semillas de cáñamo o marihuana (*Cannabis sativa*) en el perfil sanguíneo. Se experimentó en cinco cuyes alimentados con una dieta normal (vegetales frescos y agua de grifo), cada cuy recibió 5 g/kg de la solución de semillas de cáñamo en polvo diariamente durante todo el período experimental; la administración se realizó por vía oral a través de un tubo endogástrico y una jeringa en cada caso. Al inicio (día 1) y al final del experimento (día 60), se extrajo sangre de los animales y se determinaron el hematocrito o el volumen celular empaquetado (PCV), los valores de concentración de hemoglobina, el número de eritrocitos y leucocitos, el resultado del análisis mostró que el recuento de eritrocitos (11.98 ± 1.07 a $5.00 \pm 0.19 \times 10^6/\mu\text{L}$), PCV disminuyó significativamente (43.20 ± 3.34 a $37.46 \pm 1.26\%$) ($P < 0.05$), mientras que la concentración de hemoglobina (8.44 ± 0.32 a 7.70 ± 1.43 g/dL) y los valores de leucocitos (57.4 ± 4.3 a $51.2 \pm 7.5\%$) mostraron una disminución constante que no fue significativa ($P > 0.05$), esto muestra que la semilla de cáñamo, que contiene tetrahidrocanabinol como su componente activo, tiene implicaciones toxicológicas significativas a largo plazo en los mamíferos (25).



Tabla 2*Perfil hematológico en diferentes roedores (26)*

Parámetros	Cuy	Conejo	Rata	Ratón
Glóbulos rojos, x10 ⁶ /uL	5-6.1	6-7	8-9	8-10
Hematocrito, %	43-51	40-42	40-51	40-43
Hemoglobina, g/dL	14-15.3	13-14	13-15	11-12
Plaquetas, x10 ³ /uL	375-525	150-550	690-1,190	400-600
Glóbulos blancos, x10 ³ /uL	11-12	8-9	4.7-10	13-14
Neutrófilos, %	35-37	40-46	14.5-26	17-18
Linfocitos, %	55-57	40-42	73-85	72-77
Monocitos, %	3-4	8-9	0.3-4.5	2-4
Eosinófilos, %	3-4	2-4	0.4-1.2	2-3

- a) Se realizó un ensayo patológico nutricional para observar los efectos de los diferentes niveles de la planta de papa en la dieta del cuy sobre los cambios patológicos en la sangre. Se utilizaron 30 cuyes (1-1.5 meses; 210-270 g) que se dividieron en 5 grupos de tratamiento en función de su peso corporal, los animales del grupo T1 fueron alimentados con pasto kikuyo (*P. clandestinum*) *ad libitum* como forraje, mientras que en los otros grupos se fue reduciendo el forraje con niveles de inclusión simultánea de plantas de papa a 25 (T2), 50 (T3), 75 (T4) y 100% (T5); después de 54 días de alimentación experimental, se seleccionaron al azar 3 animales de cada grupo y se sacrificaron para realizar las pruebas hematológicas, el hemograma de los animales no varió mucho, excepto los linfocitos (53.3±5.1, 76.0±1.0, 64.7±5.0, 69.0±2.3 y 70.3±5.5% respectivamente) que aumentaron significativamente ($P < 0.01$) con niveles crecientes de planta de papa en la dieta, esto nos indica que la inclusión desde el 25% de la planta de papa como forraje podría ocasionar alguna toxicidad (27).
- b) Se utilizó un total de 240 pollos de engorde Anak de una semana de edad en una prueba de alimentación de 49 días con harina de hojas de *Ipomoea asarifolia* con niveles de 0, 5, 10 y 15%, este aumento del nivel deprimió la mayoría de los parámetros hematológicos como la disminución de la cantidad de glóbulos rojos (4.4 a 3.1 x10⁶/uL) y blancos (27.7 a 22.7 x10³/uL), hematocrito (35.4 a 29.6%) y hemoglobina (10.7 a 8.6 g/dL), además del porcentaje de linfocitos (70.5 a 59.0%), y también incrementó el porcentaje de neutrófilos (22.8 a 33.0%) y basófilos (4.0 a 5.5%), probablemente causada por factores de estrés generados por niveles altos de fibra que aporta la harina de hojas, podría incluirse hasta



el 10% sin efectos perjudiciales y ser considerado un potencial ingrediente alimentario en la producción avícola (28)

- c) La inclusión de harina de hojas de *Mucuna utilis* no tuvo ningún efecto perjudicial sobre los órganos internos y los parámetros hematológicos de los conejos, por lo que se puede incluir hasta un 20% en la dieta de conejos en crecimiento sin efectos adversos sobre las características hematológicas (29). También la harina de hojas de *Azadirachta indica* (neem) puede incluirse en las dietas de conejas hembras sin ningún efecto deletéreo sobre los índices hematológicos, sin embargo, para una respuesta de los procesos hematopoyéticos, se recomienda incluir hasta el 10% en las dietas destinadas a los conejos (30).
- d) En la Estación El Mantaro, Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Facultad de Medicina Veterinaria, UNMSM, situado a 3350 msnm, durante el mes de Mayo del año 2013, se utilizaron 60 cuyes machos de una edad promedio de 2.5 meses, aparentemente sanos, pertenecientes a las líneas cárnica (30 animales) y precoz (30 animales), los animales fueron criados de forma intensiva, ambos grupos fueron criados bajo las mismas condiciones de alimentación, manejo y control sanitario; en cuanto a la alimentación se utilizó una combinación de forraje verde (a discreción) más concentrado (harina de cebada o afrechillo de trigo); con el objetivo de determinar los valores hematológicos (Tabla 2) de hemoglobina, hematocrito, conteo de eritrocitos, leucocitos y recuento diferencial de leucocitos, estas variaciones en los cuyes ocurre en lugares donde la cantidad de oxígeno en el aire se encuentra reducida, disminuye la cantidad de oxígeno que transporta la sangre, esto desencadena el aumento considerable de producción de eritrocitos para captar la mayor cantidad posible de oxígeno para llevarla al organismo, por aumento en los niveles de eritropoyetina endógena, la cual estimula en la médula ósea la producción de glóbulos rojos, el hematocrito aumenta por disminución del volumen plasmático, además, puede atribuirse a la selección genética, el manejo tecnificado y productivo (31).



Tabla 3

Valores hematológicos en cobayos (*Cavia porcellus*) de la línea precoz y línea cárnica

Parámetros	Línea precoz	Línea cárnica
Glóbulos rojos, x10 ⁶ /uL	5.30-6.87	5.39-6.71
Hematocrito, % *	46.73-59.76	51.92-63.13
Hemoglobina, g/dL *	14.3-18.1	15.3-18.5
Plaquetas, x10 ³ /uL	322-800	249-538
Glóbulos blancos, x10 ³ /uL	6.40-14.94	3.47-13.93
Neutrófilos, %	23-88	12-75
Linfocitos, % *	3-76	24-83
Monocitos, % *	1-13	1-11

* Presentan diferencia estadística significativa a favor de la Línea cárnica.

- a) Se utilizaron 120 cuyes (*Cavia porcellus*) distribuidos en seis grupos homogéneos: tres grupos de hembras (T0, T1 y T2) y tres grupos de machos (T0, T1 y T2), los grupos T0 machos y hembras fueron los grupos control y los grupos T1 y T2 de machos y hembras recibieron una dosis de 15% o 5 g/kg/día y 30% o 10 g/kg/día de harina de hoja de *Moringa oleífera* en su dieta, respectivamente, durante el periodo de 30 días; los valores de hemoglobina en hembras se mostraron estadísticamente iguales (T0=11.44, T1=11.33 y T2=11.11 g/dl) y en machos los valores ($p<0.05$) fueron disminuyendo (T0 =11.58, T1=11.20 y T2=10.12 g/dl) conforme los niveles de moringa se incrementaron, el hematocrito en hembras se mostraron iguales significativamente (T0=42.50, T1=41.91 y T2=40.69%) y en cuyes macho los valores ($p<0.05$) fueron disminuyendo (T0=42.63, T1= 41.93 y T2=37.81%) conforme aumentaron los porcentajes de moringa en la ración, con respecto a las plaquetas en hembras se mostraron iguales estadísticamente (T0=396.2, T1=421.7 y T2=447.9 x10³/ul) y en machos siguió la misma tendencia (T0=441.2, T1=421.9 y T2=462.0 x10³/ul) y los valores con respecto a los eosinófilos en cuyes de sexo hembra se mostraron iguales estadísticamente (T0=6.80, T1=10.70 y T2=10.75%) y en cuyes machos siguió la misma tendencia (T0=11.00, T1=9.95 y T2=9.70%). Los valores porcentuales de basófilos hallados en cuyes hembras y machos fueron similares (1.00%). Los monocitos en cuyes ($p<0.05$) de sexo hembra (T0=6.70, T1=8.75% y T2=8.15%) y en cuyes machos (T0=7.30, T1=8.80 y T2=8.75%) se incrementaron conforme los porcentajes de moringa aumentaron y los linfocitos en hembras se mostraron diferentes ($p<0.05$) (T0=48.45, T1=39.25 y T2=42.801%) y



en cuyes machos ($T0 = 47.00 \pm 1.55\%$, $T1 = 39.20 \pm 8.38\%$ y $T2 = 42.25 \pm 9.86\%$) también disminuyeron al incrementarse el porcentaje de moringa en la ración alimenticia (32).

Tabla 4

Perfil hematológico en cuyes machos de laboratorio

Parámetros	13/N (33)	Weiser (34)	Hairless (35)	Haired (35)	Albino (36)
GR, $\times 10^6/uL$	5.3-6.9	5.5-6.1	5.79 ± 0.28	4.81 ± 0.40	2.7-6.2
Hct, %	42-49.4	45-51	45.7 ± 2.0	40.4 ± 3.1	30-48
Hg, g/dL	12.8-16.3	14.1-15.3	15.75 ± 0.63	13.41 ± 1.07	8.6- 14.4
P, $\times 10^3/uL$	164-417	375-470	470 ± 49	341 ± 65	
GB, $\times 10^3/uL$	4.7-10.1	4.7-7.1	3.93 ± 1.63	6.61 ± 1.44	4.0-14.8
N, %	30-70	28.5-40.4	22.3 ± 10.1	23.5 ± 7.6	
L, %	23-66	49.3-63.8	16.6 ± 8.2	41.2 ± 15.6	
M, %	2.5-9.3	1.0-4.0	3.8 ± 4.8	5.2 ± 5.0	
E, %	0.25-2.5	3.5-6.7	0.2 ± 0.6	7.9 ± 1.1	
B, %	0-0.5	0-1.1	0.2 ± 0.6	0.5 ± 1.6	

GR: Glóbulos rojos, Hct: Hematocrito, Hg: Hemoglobina, P: Plaquetas, GB: Glóbulos blancos, N: Neutrófilos, L: Linfocitos, M: Monocitos, E: Eosinófilos, B: Basófilos.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Características generales del género *Erythrina*

Las especies del género *Erythrina* constan de 70 neotropicales, 31 africanas y 12 asiáticas, el género es probablemente de origen sudamericano, varias especies están limitadas a zonas ecológicas específicas como la *Erythrina edulis* que se encuentra solo en elevaciones altas de los Andes, la *Erythrina fusca* se encuentra en todas las regiones costeras de los trópicos, la *Erythrina berteroana* se usa ampliamente como una cerca viva desde el nivel del mar hasta elevaciones de 2.000 m en América Central y del Sur (37). 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 (38) y la *Erythrina poeppigiana* que se distribuye en el área subandina y hasta en la amazonia Peruana (39).

En el valle interandino de Abancay existe la especie *Erythrina edulis*, se reporta desde Panamá hasta Bolivia y se le conoce como chachafruto (40), 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 (41), como también a los cuyes en época de secano.

El pajuro, oriundo de Latinoamérica, fue cultivado y aprovechado por los Incas y las culturas regionales asentadas en distintas áreas de los Andes, fue cultivado en la ceja de selva, los valles interandinos y en algunos valles costeros de la región norte del país, los árboles que no son destinados para la alimentación animal son frondoso de altura variable, tiene en promedio entre 10 a 15 metros (42), sus hojas son trifoliadas de un verde oscuro intenso, los folíolos son de 12 a 17 cm de largo x 6 a 12 cm de ancho, ovados a ampliamente ovados, pubérulos, tricomas simples; base cuneada a truncada-redondeada; ápice agudo; los peciolo de 12 a 27 cm, algunas veces con la base semiengrosada a manera de pulvínulo (43).

3.2.2 Factores antinutricionales del género *Erythrina*

Las especies de leguminosas contienen metabolitos secundarios, se denominan factores antinutricionales, compuestos que se originan en el metabolismo primario y secundario de las plantas (44) que pueden causar un efecto negativo en el valor nutricional del alimento, así como en la salud animal (45).

En extractos alcohólicos de hojas de *Erythrina velutina* se detectaron alcaloides, catequinas, esteroides, flavonoides, fenoles, saponinas, taninos, triterpenoides y xantonas (46) 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 (47) y en la *Erythrina americana* se detectó polifenoles totales, taninos totales, condensados e hidrolizables (48) 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 (49).

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 (50). 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 (51).

3.2.3 Fisiología digestiva del cuy

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo, que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de los mismos a lo largo del tracto digestivo (52). El estómago unilocular (se asocia con el tipo de nutrición herbívora) del cuy se encuentra en la parte izquierda de la cavidad abdominal craneal y tiene una posición transversal a través de la cavidad abdominal y la superficie interna del estómago tiene un aspecto liso con presencia de pliegues longitudinales en la región pilórica (53). El intestino delgado del cuy representa el 55%, seguido del colon (37%), el ciego cerca al 6% que llega a tener un área de 100 cm² y por último el estómago con 2% con respecto al tracto gastrointestinal total (54), lo que explica la lentitud de la digestión, el vaciado del estómago comienza de 4 a 6 horas después de la alimentación y el tránsito gastrointestinal dura 13 a 30 horas esto predispone al cobayo a la cetosis, al meteorismo y a la estasis alimentaria, otra peculiaridad es que después del inicio de la ingestión el bolo alimentario comienza a llegar al ciego al cabo de 48 horas (55).

3.2.4 Necesidades nutricionales del cuy

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción (Tabla 3). Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (52).



Tabla 5*Requerimientos nutricionales de los cuyes (52)*

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteína	%	18	18-22	13-17
ED	kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8-1.0
Fósforo	%	0.8	0.8	0.4-0.7
Magnesio	%	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3
Potasio	%	0.5-1.4	0.5-1.4	0.5-1.4
Vitamina C	mg	200	200	200

3.2.5 Perfil hematológico

La hematología es el estudio de la sangre y los órganos formadores de sangre, incluido el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de enfermedades de la sangre, la médula ósea y los sistemas inmunológico, hemostático y vascular de los animales; los parámetros de hematología se evalúan mejor en una muestra de sangre que se recoge recientemente con anticoagulante como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) (56). En las primeras etapas de la respuesta inflamatoria se observa el aumento de heterófilos y disminución de linfocitos, entonces es necesario el leucograma para la evaluación de la salud de los cuyes (57).

3.2.5.1 Glóbulos rojos

Los eritrocitos de mamíferos o los glóbulos rojos son células anucleadas que normalmente circulan durante varios meses en la sangre, las funciones de los glóbulos rojos es el transporte de oxígeno, el transporte de dióxido de carbono y la amortiguación de iones de hidrógeno, los glóbulos rojos en perros, gatos, caballos, vacas y ovejas tienen la forma de discos bicóncavos, las anemias hemolíticas inmunomediadas y las enfermedades infecciosas, reducen la supervivencia de los glóbulos rojos (58). Las toxinas que inducen la hemólisis pueden producir anemia, ictericia, hemoglobinemia y hemoglobinuria con nefrotoxicidad (59).



3.2.5.2 *Hematocrito*

También conocido como volumen celular empaquetado (PCV) es una herramienta simple, conveniente y útil para la evaluación de alteraciones agudas de líquidos y electrolitos, se observa la disminución en el secuestro o pérdida de líquido que contiene sodio, como en la enfermedad obstructiva intestinal, diarrea, vómitos y enfermedad renal (60). El hematocrito generalmente se calcula en un instrumento de hematología automatizado a partir de la concentración de glóbulos rojos y el volumen celular medio (VCM) de los glóbulos rojos, el hematocrito se calcula usando la fórmula, $Hct (\%) = (VCM \times \text{concentración de glóbulos rojos})/10$ (56).

3.2.5.3 *Hemoglobina*

La hemoglobina es una proteína tetramérica que consta de cuatro cadenas de globina de polipéptidos, cada una de las cuales contiene un grupo protésico hemo dentro de una bolsa hidrofóbica, la molécula consiste en dos cadenas alfa y dos cadenas beta en adultos (58). Una deficiencia en la síntesis de hemoglobina también puede dar lugar a la formación de eritrocitos hipocrómicos por causas como la toxicidad de drogas o sustancias químicas (61). Numerosas plantas contienen glucósidos cianogénicos que pueden afectar a los herbívoros, especialmente a los rumiantes, que pueden provocar algún trastorno en la concentración de hemoglobina (59).

3.2.5.4 *Plaquetas*

La activación y la agregación de plaquetas implica la activación plaquetaria lo suficiente como para permitir el cese del sangrado (formación del coágulo y evitan la hemorragia después del daño a los vasos sanguíneos pequeños), la vida útil normal en circulación de las plaquetas de mamíferos está en el rango de 3 a 10 días, su cuantificación se realiza a partir de una muestra de sangre con EDTA a través de un frotis de sangre teñido, hemocitómetro (cámara de Neubauer) o analizadores de hematología automatizados que usan tecnología de impedancia o dispersión de luz (62). El número de plaquetas en cobayas se ve afectado por factores como la edad, la tensión y enfermedades (56). El recuento de plaquetas también es un marcador importante de la



inflamación en cuyes y otras especies de mamíferos pequeños (57).

3.2.5.5 *Glóbulos blancos*

La concentración de los tipos de glóbulos blancos individuales es el indicador más importante de la enfermedad y se determina en un frotis de sangre teñido o con instrumentos que utilizan tecnología de dispersión de luz; el recuento diferencial de leucocitos se realiza clasificando 100 glóbulos blancos encontrados consecutivamente como neutrófilos (fagocitosis), linfocitos (respuesta inmunitaria), monocitos (sistema inmune para restaurar los macrófagos y las células dendríticas), eosinófilos (inactivación de la histamina en respuesta a los alérgenos y destrucción de parásitos) y basófilos (reacciones inflamatorias asociadas con alergias), el estrés puede producir leucocitosis (56).

3.2.5.6 *Heterófilos*

Los cuyes tienen heterófilos en lugar de neutrófilos como granulocitos circulantes predominantes, ya que los heterófilos carecen de mieloperoxidasa, la enzima que causa exudados líquidos purulentos (57). Los heterófilos o seudoeosinófilos en los cuyes son la contraparte funcional de los neutrófilos observados en otras especies y es el glóbulo blanco más comúnmente observado, la toxicidad acelera su producción y el tiempo de maduración es corta (63).

3.2.5.7 *Linfocitos*

Los linfocitos son el tipo predominante de glóbulos blancos en la sangre de cuyes (63). Los linfocitos en enfermedades inflamatorias sépticas y no sépticas tienen una función disminuida, ciertas subpoblaciones de linfocitos circulantes se reducen desproporcionadamente en el estrés inducido experimentalmente y se pueden observar aumentos en el recuento de linfocitos cuando los animales estén excitados (64).

3.2.5.8 *Monocitos*

Los monocitos del cuy son morfológicamente similares a los observados en especies domésticas (63). Los monocitos emigran continuamente de la sangre a los tejidos periféricos y depende del tejido o del proceso inflamatorio encontrado (65). El recuento de monocitos aumenta



secundariamente a cualquier condición con destrucción sustancial del tejido, incluyendo inflamación, necrosis o hemólisis (64).

3.2.5.9 *Eosinófilos*

El eosinófilo es una célula multifuncional pleotrófica que cumple funciones fisiológicas complejas, defiende contra los parásitos helmínticos, es un socio bidireccional en la inflamación mediada por basófilos o mastocitos, juegan un papel crítico en las enfermedades alérgicas y tiene el potencial de dañar los tejidos del huésped y también son importantes en la inmunidad innata, adquirida y adaptativa, la remodelación de tejidos y la biología del desarrollo (66). La disminución en los eosinófilos a veces se observa con estrés o compuestos similares a los esteroides (64).

3.2.5.10 *Basófilos*

Los basófilos son ligeramente más grandes que los heterófilos, tienen un papel importante en la fase tardía de la reacción de hipersensibilidad, su proceso de maduración dura aproximadamente 2.5 días y se completa en la médula ósea, una vez en la sangre periférica, circulan brevemente (la vida media es de aproximadamente 6 horas) pero pueden vivir hasta 2 semanas en el tejido, los basófilos pueden reclutarse en los tejidos durante una respuesta inmunológica o inflamatoria, donde conservan sus características morfológicas (67).

3.3 Marco conceptual

- a) **Hematología.** La hematología es el estudio de la sangre y los órganos hematopoyéticos, incluido el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de enfermedades de la sangre, la médula ósea y los sistemas inmunológico, hemostático y vascular (56).
- b) **Eutanasia.** Eutanasia es un sustantivo de origen griego: eu (que significa bueno) y thanatos (que significa muerte), en otras palabras, la eutanasia es la muerte que se induce con un mínimo de dolor y angustia (68).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

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

4.2 Diseño de la investigación

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

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

Se elaboró 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). Tres tratamientos con 10, 20 y 30% de inclusión por cada edad de rebrote y un control a base de concentrado elaborado (20% harina de alfalfa).

Los cuyes se criaron en un sistema de instalación tipo jaula, 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, previamente se sometieron a una fase de acostumbramiento por 7 días, estos animales fueron alimentados una vez al día.



Al finalizar la etapa experimental los animales fueron beneficiados. La eutanasia se hizo mediante insensibilización por dislocación de las vértebras cervicales (69). Se tomaron muestras de sangre directamente de la vena yugular (70) en tubos con anticoagulante (EDTA) que se homogenizaron inmediatamente. Las muestras se almacenaron bajo refrigeración y después se llevaron al laboratorio, donde se realizaron dos repeticiones (lecturas) por cada muestra de sangre de cuy.

Tabla 6

Proporción (%) de insumos alimenticios en la elaboración de alimento integral para cuyes. Tabla 5

Insumos	4 Meses			8 Meses			12 Meses			Control
	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
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

4.3 Población y muestra

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.

El número de cuyes para el estudio se determinó por muestreo no probabilístico por conveniencia, que corresponde a 80 cuyes, para cada tratamiento 8 cuyes. Los cuyes previamente se identificaron con aretes metálicos y posteriormente distribuidos al azar en los diferentes grupos experimentales.



Tabla 7*Distribución de tratamientos y repeticiones del trabajo*

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

4.4 Técnica e instrumentos

El análisis hematológico de las muestras de sangre se realizó en la Clínica Veterinaria K-Vet, para lo cual, se utilizó los protocolos estandarizados de la firma comercial (Urit, Medical Electronic Co. Ltd, China).

Para determinar la cantidad de glóbulos rojos (GR), hematocrito (Hct), hemoglobina (Hg), plaquetas (P) y glóbulos blancos (GB), se utilizó el Analizador Automatizado de Hematología (Urit 2900 Vet Plus). La cantidad de GR, P y GB se determinó por el principio de impedancia eléctrica, la Hg por colorimetría fotoeléctrica y el Hct a través de la siguiente formula $Hct (\%) = (VCM \times GR)/10$.

Las muestras de sangre se homogenizaron y se absorbió 10 uL a través de la aguja de muestra del analizador hematológico, automáticamente la maquina administra el diluyente, 31 mL de solución isotónica, para mantener la forma de las células; después adiciona reactivo lítico (0.7 mL) para evitar la formación de complejos en los GR, transforma la membrana de los GB en citoplasma difuso y gránulos alrededor del núcleo, y transforma la Hg en un compuesto hemo susceptible de medición a 540 nm; finalmente, adiciona 8 mL de solución detergente, que contiene una enzima activa para eliminar la acumulación de proteínas en las agujas de GR y GB y circuitos de medida.

Para determinar la cantidad y diferenciar los GB, se realizó el frotis sanguíneo de las muestras previamente homogenizadas, se colocó una gota de sangre sobre un portaobjetos, después con un extensor (portaobjetos), el cual se colocó en ángulo de 45° por delante de la gota, se hizo retroceder hasta tocar la gota de sangre, para que se extienda y luego se ejerció presión (suave y firme) hacia adelante, luego el frotis sanguíneo fue teñido con colorante Wright, se dejó secar por 5 min y se enjuagó con agua destilada, se dejó secar por unos 5 a 10 min y posteriormente se efectuó el recuento diferencial en 100 células.



4.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los caracteres cuantificables: Hematocrito, Hemoglobina, Glóbulos rojos, Plaquetas, Glóbulos blancos, Heterófilos, Linfocitos, Monocitos, Eosinófilos y Basófilos, se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con diez tratamientos (dietas experimentales); y para determinar la diferencia entre los grupos de prueba individuales y el control se aplicó la prueba de Dunnett con un nivel de significancia del 0.05; cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta

μ : Media general de la variable en estudio

F_i : Efecto de los tratamientos individuales

ϵ_{ij} : Error experimental

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

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.2 Contratación de hipótesis

5.2.1 Glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina en cuyes

Los valores de glóbulos rojos y hemoglobina (Tabla 7) fueron similares entre los tratamientos ($P>0.05$).

Tabla 8

Glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina en cuyes (Cavia porcellus)

Tratamiento	Glóbulos rojos ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g/dL)
4M10%	5.81 \pm 0.25	41.63 \pm 1.20 b	14.54 \pm 0.72
4M20%	5.88 \pm 0.53	41.56 \pm 3.85 b	14.12 \pm 1.86
4M30%	5.97 \pm 0.16	42.99 \pm 0.84 a	14.76 \pm 0.47
8M10%	5.86 \pm 0.47	41.61 \pm 1.74 b	14.58 \pm 0.70
8M20%	5.71 \pm 0.19	41.29 \pm 0.46 b	14.63 \pm 0.31
8M30%	5.65 \pm 0.15	40.98 \pm 0.72 b	14.53 \pm 0.67
12M10%	5.89 \pm 0.28	41.16 \pm 1.39 b	14.96 \pm 0.34
12M20%	5.88 \pm 0.28	40.88 \pm 1.16 b	14.88 \pm 0.40
12M30%	5.52 \pm 0.28	41.54 \pm 1.53 b	14.33 \pm 0.14
Control	5.92 \pm 0.20	44.98 \pm 1.66 a	14.54 \pm 0.36
Factor edad de rebrote			
4M	5.88 \pm 0.34	42.05 \pm 2.37	14.48 \pm 1.16
8M	5.74 \pm 0.30	41.29 \pm 1.10	14.58 \pm 0.56
12M	5.76 \pm 0.32	41.19 \pm 1.33	14.72 \pm 0.41
Factor inclusión de harina			
10%	5.85 \pm 0.33	41.47 \pm 1.41	14.69 \pm 0.62
20%	5.82 \pm 0.36	41.24 \pm 2.25	14.54 \pm 1.11



30%	5.71 ± 0.27	41.84 ± 1.35	14.53 ± 0.49
Probabilidad			
Tratamiento	0.1259	0.0002	0.5672
Edad de rebrote (E)	0.2557	0.1704	0.5581
Inclusión de harina (I)	0.2820	0.4840	0.7285
E x I	0.1368	0.5199	0.2744

El porcentaje de hematocrito (Tabla 7) entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 30% de harina de pisonay de 4 meses de rebrote fue similar al grupo control ($P \leq 0.05$). La edad de rebrote y el porcentaje de inclusión no afectaron los valores de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina ($P > 0.05$).

5.2.2 Plaquetas en cuyes

La cantidad de plaquetas (Tabla 8) entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 20% de 8 meses fue mayor con respecto al grupo control ($P \leq 0.05$); la edad de rebrote tiene un efecto significativo ($P \leq 0.05$) y fue mayor a los 8 meses con respecto a 4 y 12 meses que fueron similares entre sí; y las plaquetas fueron similares con la inclusión del 10 y 20% y disminuyeron con la inclusión del 30% de harina de pisonay ($P \leq 0.05$), además, se observó que la interacción entre la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión afectaron dicha célula sanguínea ($P \leq 0.05$).

5.2.3 Glóbulos blancos en cuyes

La cantidad de glóbulos blancos (Tabla 9) entre los tratamientos fueron significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) y la inclusión del 10% de 8 meses fue menor con respecto al grupo control ($P \leq 0.05$). La edad de rebrote afectó la cantidad de glóbulos blancos ($P \leq 0.05$) y fue mayor a los 8 meses con respecto a 4 y 12 meses ($P \leq 0.05$); y se incrementaron por efecto de la inclusión de harina de pisonay ($P \leq 0.05$). El porcentaje de heterófilos (Tabla 9) entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 30% de 4 meses y 10% de 8 meses fueron menores con respecto al grupo control ($P \leq 0.05$); 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 los heterófilos fueron similares con la inclusión del 20 y 30% y fue menor con la inclusión del 30% ($P \leq 0.05$). El porcentaje de linfocitos (Tabla 9) entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 10% de 8 meses de edad de rebrote fue significativamente mayor con respecto al grupo control ($P \leq 0.05$); al incrementarse la edad de rebrote provocó la

disminución de los linfocitos ($P \leq 0.05$); y se observó el mismo comportamiento con el porcentaje de inclusión de harina de pisonay ($P \leq 0.05$). Además, se observó que la interacción entre la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión afectaron dichas células sanguíneas ($P \leq 0.05$).

Tabla 9*Plaquetas en cuyes (Cavia porcellus)*

Tratamiento	Plaquetas ($\times 10^3/uL$)
4M10%	383.40 \pm 106.63 a
4M20%	437.70 \pm 131.55 a
4M30%	354.86 \pm 73.59 a
8M10%	507.35 \pm 105.31 a
8M20%	527.54 \pm 65.91 b
8M30%	366.34 \pm 119.20 a
12M10%	441.93 \pm 60.97 a
12M20%	363.91 \pm 44.49 a
12M30%	396.18 \pm 39.44 a
Control	393.36 \pm 56.21 a
Factor edad de rebrote	
4M	391.99 \pm 107.74 a
8M	467.08 \pm 119.95 b
12M	400.67 \pm 57.24 a
Factor inclusión de harina	
10%	444.23 \pm 103.16 a
20%	443.05 \pm 108.92 a
30%	372.46 \pm 82.23 b
Probabilidad	
Tratamiento	0.0004
Edad de rebrote (E)	0.0086
Inclusión de harina (I)	0.0086
E x I	0.0242



Tabla 10Glóbulos blancos y heterófilos en cuyes (*Cavia porcellus*)

Tratamiento	Glóbulos blancos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	Heterófilos (%)
4M10%	8.99 \pm 1.26 a	44.25 \pm 8.74 a
4M20%	7.15 \pm 2.33 a	45.88 \pm 10.07 a
4M30%	9.53 \pm 1.51 a	39.81 \pm 9.47 b
8M10%	6.23 \pm 1.24 b	38.19 \pm 8.95 b
8M20%	13.63 \pm 4.91 a	51.31 \pm 7.13 a
8M30%	15.93 \pm 9.63 a	61.13 \pm 6.51 a
12M10%	7.10 \pm 1.53 a	53.25 \pm 7.37 a
12M20%	12.56 \pm 2.10 a	60.25 \pm 7.21 a
12M30%	10.77 \pm 2.68 a	60.88 \pm 4.82 a
Control	12.24 \pm 1.70 a	52.50 \pm 5.62 a
Factor edad de rebrote		
4M	8.55 \pm 1.98 b	43.31 \pm 9.39 c
8M	11.93 \pm 7.34 a	50.21 \pm 12.04 b
12M	10.14 \pm 3.10 ab	58.13 \pm 7.20 a
Factor inclusión de harina		
10%	7.44 \pm 1.74 b	45.23 \pm 10.20 b
20%	11.11 \pm 3.69 a	52.48 \pm 9.94 a
30%	12.08 \pm 6.25 a	53.94 \pm 12.30 a
Probabilidad		
Tratamiento	0.0001	0.0001
Edad de rebrote (E)	0.0171	0.0001
Inclusión de harina (I)	0.0003	0.0007
E x I	0.0037	0.0004

El porcentaje de monocitos (Tabla 10) entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 30% de 8 meses de edad de rebrote y el 10 y 30% de 12 meses fueron significativamente mayores con respecto al grupo control ($P < 0.05$); la edad de rebrote no afectó el porcentaje de las células ($P > 0.05$); y se incrementaron por efecto de la inclusión de harina de pisonay ($P \leq 0.05$). El porcentaje de eosinófilos (Tabla 10) entre los tratamientos fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), la inclusión del 30% de 8 y 12 meses de edad de rebrote fueron significativamente mayores con respecto al grupo control ($P \leq 0.05$); la edad de rebrote



no afecto el porcentaje de las células ($P>0.05$); y se incrementaron por efecto de la inclusión de harina de pisonay ($P\leq 0.05$). Además, se observó que los monocitos y eosinófilos fueron afectados por el porcentaje de inclusión ($P\leq 0.05$) en ambos casos fue mayor a los 12 meses con respecto a 4 y 8 meses que fueron similares entre sí.

Tabla 11

Porcentaje de linfocitos, monocitos y eosinófilos en cuyes (Cavia porcellus)

Tratamiento	Linfocitos (%)	Monocitos (%)	Eosinófilos (%)
4M10%	50.38 ± 9.92 a	2.19 ± 1.25 a	0.44 ± 0.49 a
4M20%	49.63 ± 8.85 a	3.00 ± 1.00 a	0.75 ± 0.65 a
4M30%	54.38 ± 9.46 a	3.63 ± 1.74 a	1.38 ± 1.02 a
8M10%	57.44 ± 9.40 b	2.69 ± 1.06 a	0.56 ± 0.77 a
8M20%	42.38 ± 7.73 a	2.69 ± 1.90 a	1.00 ± 1.38 a
8M30%	34.74 ± 6.97 a	4.06 ± 2.07 b	1.63 ± 0.87 b
12M10%	39.38 ± 6.34 a	3.75 ± 1.43 b	0.94 ± 0.56 a
12M20%	35.38 ± 6.80 a	2.00 ± 1.25 a	1.00 ± 0.88 a
12M30%	35.44 ± 4.77 a	4.06 ± 1.49 b	1.88 ± 1.15 b
Control	45.00 ± 6.31 a	1.31 ± 0.88 a	0.44 ± 0.41 a
Factor Edad de rebrote			
4M	51.46 ± 9.25 a	2.94 ± 1.43	0.85 ± 0.82
8M	44.85 ± 12.35 b	3.15 ± 1.79	1.06 ± 1.09
12M	36.73 ± 6.07 c	3.27 ± 1.62	1.27 ± 0.96
Factor Inclusión de harina			
10%	49.06 ± 11.26 a	2.88 ± 1.37 b	0.65 ± 0.63 b
20%	42.46 ± 9.56 b	2.56 ± 1.43 b	0.92 ± 0.98 b
30%	41.52 ± 11.63 b	3.92 ± 1.72 a	1.63 ± 1.00 a
Probabilidad			
Tratamiento	0.0001	0.0025	0.0073
Edad de rebrote (E)	0.0001	0.7946	0.2192
Inclusión de harina (I)	0.0030	0.0148	0.0007
E x I	0.0004	0.1747	0.9722

5.3 Discusión

Los glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina hallados se mantuvieron por efecto de la edad de rebrote y porcentaje de inclusión (Tabla 7), en todos los casos sin diferenciarse



de los valores normales (33)(26)(34)(35)(36), esto nos indica que la harina de pisonay no provocaría cambios significativos ni implicancias toxicológicas como ocurrió con dosis moderadas de extracto etanólico de raíces de *Withania somnifera* (24) y con la ingestión de polvo de semillas de cáñamo o marihuana (*Cannabis sativa*) que disminuyó significativamente el recuento de eritrocitos hasta $5.00 \pm 0.19 \times 10^6 / \text{uL}$, probablemente por efecto del principio activo, tetrahidrocanabinol (25), ya que las toxinas inducen la hemólisis y hemoglobinemia, como los glucósidos cianogénicos que pueden provocar algún trastorno en la concentración de hemoglobina en los herbívoros (59).

Nuestros resultados tienen el mismo comportamiento con respecto a los valores de hematocrito y hemoglobina, que disminuyeron con la inclusión del 15 y 30% de harina de hojas de *Moringa oleífera* pero se mantuvieron dentro del rango normal en cuyes (32). La cantidad de plaquetas disminuyeron por efecto del porcentaje de inclusión (Tabla 8) pero se mantuvieron dentro del rango normal (33)(26)(34)(35), estos resultados son similares a los reportados en la línea precoz ($322-800 \times 10^3 / \text{uL}$) y cárnica ($249-538 \times 10^3 / \text{uL}$), animales criados a 3350 metros de altitud que recibieron una alimentación a base de forraje verde (a discreción) y harina de cebada o afrechillo de trigo (31), esto nos indicaría que la harina de pisonay no provocaría procesos inflamatorios (57) menos la presencia de enfermedades crónicas en cuyes (56).

Los glóbulos blancos y heterófilos se incrementaron por efecto de la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión de harina de pisonay (Tabla 9), además los promedios hallados no difieren de los rangos reportados en cuyes de línea precoz ($6.40-14.94 \times 10^3 / \text{uL}$ y 23-88%) y cárnica ($3.47-13.93 \times 10^3 / \text{uL}$ y 12-75%) que fueron criados a 3350 m de altitud que recibieron una alimentación a base de forraje verde (a discreción) y harina de cebada o afrechillo de trigo (31), nuestros resultados tienen el mismo comportamiento como ocurrió con el extracto etanólico de raíces de *Withania somnifera* (24), además el porcentaje de inclusión hasta el 30% de harina de pisonay no provocaría efectos deletéreos, al ser comparados con otros alimentos alternativos no convencionales como la harina de hojas de *Ipomoea asarifolia* que hasta el 10% no provocó efectos perjudiciales (28), también la *Mucuna utilis* hasta el 20% no tuvo ningún efecto perjudicial sobre los órganos internos y los parámetros hematológicos (29) y la *Azadirachta indica* hasta el 10% evitaría una respuesta perjudicial en los procesos hematopoyéticos (30), además que la toxicidad acelera la producción de heterófilos y disminuye su tiempo de maduración (63).

Los linfocitos disminuyeron al incrementarse la edad de rebrote y el porcentaje de inclusión (Tabla 9) resultaron comparables a los rangos normales (33), los monocitos y eosinófilos no fueron afectados por la edad de rebrote pero el porcentaje de inclusión incrementó ambos parámetros (Tabla 10), que no difieren de los rangos normales (34), esto es corroborado por la inclusión desde el 25% de la planta de papa en la dieta del cuy, después de 54 días de alimentación experimental, incrementó el porcentaje de linfocitos (27), el extracto de *W. somnifera* provocó el aumento de eosinófilos (24), también en cuyes machos los linfocitos disminuyeron y los monocitos se incrementaron conforme los porcentajes (15 a 30%) de *Moringa oleífera* aumentaron (32), estos desordenes probablemente tiene implicancias toxicológicas por la inclusión de harina de pisonay en la dieta de cuyes por 56 días, pero ocurre todo lo contrario en cuyes criados a 3350 m de altitud que recibieron una dieta a base de forraje verde (a discreción) y harina de cebada o afrechillo de trigo, donde los linfocitos están entre 3.0 hasta 83% y los monocitos de 1.0 a 13.0% (31), también podemos indicar que la probable causa es el estrés inducido por la experimentación, que provoca el aumento de linfocitos cuando los animales están excitados (64); y los monocitos aumentan secundariamente a cualquier condición con destrucción sustancial del tejido, incluyendo inflamación, necrosis o hemólisis (64), además los eosinófilos juegan un papel crítico en las enfermedades alérgicas y tiene el potencial de dañar los tejidos del huésped (66) y disminuyen por causa del estrés (64).



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina no fueron afectados por la edad de rebrote y por el porcentaje de inclusión, y las plaquetas disminuyeron por efecto del porcentaje de inclusión, indicadores que estuvieron dentro de los rangos normales para los cuyes, esto nos indicaría que la harina de pisonay no provoca toxicidad en los cuyes.

La cantidad de glóbulos blancos, incluido los heterófilos, monocitos y eosinófilos se incrementaron y los linfocitos disminuyeron por efecto de la edad de rebrote y por el porcentaje de inclusión, indicadores que estuvieron dentro de los rangos normales para los cuyes, esto nos indicaría que la harina de pisonay no provoca toxicidad, estrés, inflamación y necrosis en los cuyes.

6.1 Recomendaciones

Realizar trabajos similares en cuyes en distintas clases: crías pre y posdestete, en hembras de reemplazo y reproductoras.

Implementar bancos de proteína de árboles de pisonay para incrementar la producción de harina de diferentes partes de la planta.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jiwuba PC, Ugwu DO, Kadurumba OE, Dauda E. Haematological and serum biochemical indices of weaner rabbits fed varying levels of dried *Gmelina arborea* leaf meal. *Int Blood Res Rev*. 2016;6(2):1–8.
2. Adedapo AA, Abatan MO, Olorunsogo OO. Effects of some plants of the spurge family on haematological and biochemical parameters in rats. *Vet Arh [Internet]*. 2007;77(1):29–38. Available from: <https://hrcak.srce.hr/25176>
3. Etim NN, Williams ME, Akpabio U, Offiong EEA. Haematological parameters and factors affecting their values. *Agric Sci*. 2014;2(1):37–47.
4. Alvear CM, Melo W, Apráez JE, Gálvez A, Insuasty EG. Tree and shrub species with potential silvopastoral in the tropical dry forest of northern Cauca and southern Nariño. *Agroforestería Neotrop*. 2013;3:37–46.
5. Ramirez-Borda Y, Cárdenas-Villanueva LA, Ramos De la Riva VA, Gómez-Quispe OE. Serum concentration of aminotransferases in guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed diets based on pisonay (*Erythrina* sp). *Rev Investig Vet del Perú*. 2019;30(3):1099–108.
6. Atsamo AD, Nguielefack TB, Datté JY, Kamanyi A. Acute and subchronic oral toxicity assessment of the aqueous extract from the stem bark of *Erythrina senegalensis* DC (Fabaceae) in rodents. *J Ethnopharmacol [Internet]*. 2011;134(3):697–702. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2011.01.023>
7. Olayemi AT, Olanrewaju MJ, Oloruntoba AC. Toxicological evaluation of *Moringa oleifera* Lam seeds and leaves in Wistar rats. *Pharmacogn Commun*. 2016;6(2):100–11.
8. Ghomsy MOS, Enow JT, Tientcheu BL, Enamou G, Chouengouong TM, Mongo BG, et al. Effect of *Moringa Oleifera* Leaf Meal (Molm) on the Growth, Carcass, Haematology and Biochemical Parameters of Rabbits. *SOJ Vet Sci*. 2017;3(3):1–5.
9. Lala AO, Ajayi OL, Okwelum N, Oso AO, Fakorede T V, Adebayo TA, et al. Haematological, biochemical and organ changes in broiler chickens fed varying levels of *Morinda lucida* (brimstone) leaf meal supplementation in the diets. *Trop Anim Health Prod*. 2018;50(2):1005–10.
10. Saadoun A, Cabrera MC, Terevinto A, Puerto M. Why not a piece of meat of rhea, nutria, yacare, or vicugna for dinner? *Anim Front*. 2014;4(4):25–32.
11. Cárdenas-Villanueva LÁ, Sarmiento-Casavilca VH, Ramos-Zuniga R. Productive and technological characteristics into guinea pig meat (*Cavia porcellus*) using pisonay based-diets (*Erythrina* sp). *J High Andean Res*. 2018;20(4):451–60.
12. Meza GA, Loor NJ, Sánchez AR, Avellaneda JH, Meza CJ, Vera DF, et al. Leaf meals and tropical shrubby foliage (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia*



- and *Hibiscus rosa-sinensis*) in feeding guinea pigs (*Cavia porcellus* Linnaeus). *Rev Fac Med Vet Zoot.* 2014;61(3):258–69.
13. Saganuwan SA. Effects of therapeutic and toxic agents on erythrocytes of different species of animals. In: Tombak A, editor. *Erythrocyte.* Londres: Intechopen; 2019. p. 584–739.
 14. Pino-Rodríguez S, Prieto-González S, Pérez-Rodríguez ME, Molina-Torres J. Género *Erythrina*: Fuente de metabolitos secundarios con actividad biológica. *Acta Farm Bonaer* [Internet]. 2004;23(2):252–8. Available from: http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/2/LAJOP_23_2_5_3_5CCQ1E589W.pdf.
 15. Araújo-Júnior JX, Oliveira MSG, Aquino PGV, Alexandre-Moreira MS, Sant’Ana AEG. A Phytochemical and ethnopharmacological review of the genus *Erythrina*. In: Rao V, editor. *Phytochemicals – A global perspective of their role in nutrition and health.* Londres: Intechopen; 2012. p. 327–52.
 16. Babeker EA, Bdalbagi YM. 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* [Internet]. 2015;5(2):50–61. Available from: https://www.researchgate.net/publication/331198851_Effect_of_Moringa_oleifera_leaves_feeding_on_hemato-biochemical_profile_of_sirohi_goat_kids
 17. Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario [Internet]. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario. 2012. 62 p. Available from: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
 18. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. Principales Resultados, Pequeñas, Medianas y Grandes Unidades Agropecuarias [Internet]. 2018. 123 p. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1593/
 19. Schleier R, Quirino CS, Rahme S. *Erythrina mulungu*: descrição botânica e indicações clínicas a partir da antroposofia TT - *Erythrina mulungu*: Botanical description and clinical indications from anthroposophy. *Arte med ampl* [Internet]. 2016;36(4):162–7. Available from: <http://abmanacional.com.br/wp-content/uploads/2017/06/36-4-Erythrina-mulungu1.pdf> <http://fi-admin.bvsalud.org/document/view/c5hb6>
 20. Bohada CM, Ospina LA, Vargas JE. Identification and characterization of plant species with forage potential in the high tropics of the tapias river basin [Internet]. *Livestock*



- Research for Rural Development. 2017. Available from:
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85018405938&partnerID=40&md5=ce4d26abdcc599abf621e14cbc180a57>
21. Yisehak K, Janssens G. Evaluation of nutritive value of leaves of tropical tanniferous trees and shrubs. *Livest Res Rural Dev* [Internet]. 2013;25(2). Available from: <http://www.lrrd.org/lrrd25/2/yise25028.htm>
 22. Kongmanila D, Bertilsson J, Ledin I, Wredle E. Utilisation of some *Erythrina* species and biomass production of *Erythrina variegata*. *Livest Res Rural Dev* [Internet]. 2012;24(8). Available from: <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/daov24137.htm>
 23. Valarezo J, Ochoa D. Performance and nutritional assessment of shrub forage species in the south of the Ecuadorian Amazon. *Rev cedamaz*. 2013;3(1):113–24.
 24. El-Boshy ME, Abdalla OM, Risha A, Moustafa F. Effect of *Withania somnifera* extracts on some selective biochemical, hematological, and immunological parameters in Guinea Pigs xxperimental Infected with *E. coli*. *ISRN Vet Sci*. 2013;2013.
 25. Karimi I, Hayatghaibi H, Yousefi J, Saberivand A, Zavareh S. The effect of *Cannabis sativa* L . (Hemp Seed) on hematological parameters in Guinea Pigs. *Cardiovasc Haematol Disord Target*. 2007;7(4):288–90.
 26. Gross DR. General principles of animal selection and normal physiological values. In: Gross DR, editor. *Animal models in cardiovascular research*. Third Edit. New York: Springer Dordrecht Heidelberg; 2009. p. 1–16.
 27. Srinivas B, Somvanshi R, Biswas JC. Effect of feeding potato (*Solanum tuberosum*) plant on weight and haematology of Guinea-pigs [Internet]. Vol. 11, *Indian J Anim Nutr*. 1994. Available from: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijan&volume=11&issue=1&article=005&type=pdf>
 28. Madubuike FN, Ekenyem BU. Haematology and serum biochemistry characteristics of Broiler chicks fed varying dietary levels of *Ipomoea asarifolia* leaf meal. *Int J Poult Sci*. 2006;5(1):9–12.
 29. Sese BT, Okpeku M, Igirigi A. Impact of tropical Velvet Bean (*Mucuna Utilis*) leaf meal on performance, organ weight and haematological indices of young rabbits. *J Anim Sci Adv* [Internet]. 2014;4(4):777–86. Available from: [https://www.semanticscholar.org/paper/Impact-of-Tropical-Velvet-Bean-\(Mucuna-Utilis\)-Leaf-Sese-Okpeku/e41a263df1d774e6c71ffcd5faf887025cd565a1](https://www.semanticscholar.org/paper/Impact-of-Tropical-Velvet-Bean-(Mucuna-Utilis)-Leaf-Sese-Okpeku/e41a263df1d774e6c71ffcd5faf887025cd565a1)
 30. Ubuja JA, Al-Isah W, Inuwa I, Abdullahi BL, Ozung PO. Utilization of neem leaf meal: effect on growth response, haematology and serum biochemistry of rabbit does. *Glob J*



- Agric Sci. 2019;18(1):31–7.
31. Vidalón Romo JA. Evaluación hematológica de dos líneas de selección de cuyes (Cárnica y Precoz) criados en la Estación Ivita el Mantaro [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014. Available from: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3967/Vidalon_rj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 32. Callirgos CE, Cárdenas DE. Efecto de tres niveles del consumo de harina de moringa (*Moringa oleífera*) sobre los valores hematológicos y enzimáticos (transaminasas) en cuyes (*Cavia porcellus*) en fase de crecimiento [Internet]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2019. Available from: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8119>
 33. Genzer SC, Huynh T, Coleman-McCray JAD, Harmon JR, Welch SR, Spengler JR. Hematology and clinical chemistry reference intervals for inbred strain 13/N Guinea pigs (*Cavia porcellus*). *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2019;58(3):293–303.
 34. Kitagaki M, Yamaguchi M, Nakamura M, Sakurada K, Suwa T, Sasa H. Age-related changes in haematology and serum chemistry of Weiser-Maples guineapigs (*Cavia porcellus*). *Lab Anim*. 2005;39(3):321–30.
 35. Waner T, Avidar Y, Peh HC, Zass R, Bogin E. Hematology and clinical chemistry values of normal and Euthymic Hairless adult male Dunkin-Hartley guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Vet Clin Pathol*. 1996;25(2):61–4.
 36. Burns KF, De Lannoy CW. Compendium of normal blood values of laboratory animals, with indication of variations. *Toxicol Appl Pharmacol* [Internet]. 1966;8(3):429–37. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0041008X66900524>
 37. Kass DL. Erythrina species - Pantropical multipurpose tree legumes. In: Gutteridge RC, Shelton HM, editors. *Forage tree legumes in tropical agriculture* [Internet]. Queensland, Australia: Tropical Grassland Society of Australia Inc.; 1994. p. 84–96. Available from: <https://www.betuco.be/coverfodder/Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture FAO.pdf>
 38. Farfan-Rios W, Garcia-Cabrera K, Salinas N, Raurau-quisiyupanqui MN, Silman MR. Lista anotada de árboles y afines en los bosques montanos del sureste peruano: la importancia de seguir recolectando. *Rev Peru Biol*. 2015;22(2):145–74.
 39. Lozano CE, Zapater MA. El género *Erythrina* (Leguminosae) en Argentina. *Darwiniana* [Internet]. 2010;48(2):179–200. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?idp=1&id=66919229005&cid=23475>
 40. Avendaño N, Castillo A. El género *Erythrina* L. (Leguminosae-Faboideae) en



- Venezuela. *Acta Bot Venez* [Internet]. 2014;37(2):123–64. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?idp=1&id=66919229005&cid=23475>
41. Inciarte I, Perez A, Hernández E, Sandoval C, Otárola-Luna F, Márquez M, et al. Presencia del chachafruto (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) en el estado Mérida, Venezuela. *Rev Electrónica Conoc Libr y Licenciamiento* [Internet]. 2015;9:140–53. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Otalora-Luna/publication/280922003_Presencia_del_chachafruto_Erythrina_edulis_Triana_ex_Micheli_en_el_estado_Merida_Venezuela/links/55cb4f1808aeca747d6be43a/Presencia-del-chachafruto-Erythrina-edulis-Triana-ex
 42. Escamilo S. El Pajuro (*Erythrina edulis*) alimento andino en extinción. *Investig Soc*. 2012;16(28):16–20.
 43. Velásquez LF, Montoya DF, Jiménez ÁA, Murillo W, Méndez JJ. Género *Erythrina*: Actualidad en la investigación y perspectivas de desarrollo científico [Internet]. Ibagué-Tolima: Sello Editorial Universidad del Tolima; 2019. 132 p. Available from: https://www.researchgate.net/publication/335704326_Genero_Erythrina_Actualidad_e_n_la_investigacion_y_perspectivas_de_desarrollo_cientifico
 44. D’Mello JPF. Effects of antinutritional factors and mycotoxins on feed intake and on the morphology and function of the digestive system. Vol. 4, *Biology of Growing Animals*. Elsevier Ltd; 2006. 419–438 p.
 45. Ospina-Daza LA, Buitrago-Guillen ME, Vargas-Sánchez JE. Identification and degradation of mimosine, a toxic compound in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pastos y Forrajes* [Internet]. 2017;40(4):257–64. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n4/pyf01417.pdf>
 46. Carvalho ACCS, Almeida DS, Melo MGD, Cavalcanti SCH, Marçal RM. Evidence of the mechanism of action of *Erythrina velutina* Willd (Fabaceae) leaves aqueous extract. *J Ethnopharmacol*. 2009;122(2):374–8.
 47. Verdecia DM, Herrera RS, Ramírez JL, Paumier M, Bodas R, Andrés S, et al. *Erythrina variegata* quality in the Cauto Valley, Cuba. *Agrofor Syst*. 2019;(February).
 48. Hernández-Espinoza DF, Lagunes-Espinoza L del C, López-Herrera MA, Ramos-Juárez JA, González-Garduño R, Oliva-Hernández J. Edad de rebrote de *Erythrina americana* Miller y concentración de compuestos fenólicos en el follaje. *Madera y Bosques* [Internet]. 2020;26(1):1–28. Available from: <http://myb.ojs.incol.mx/index.php/myb/article/view/e2611826>.
 49. Adekojo SA, Adama TZ, Aremu A, Ijaiya AT, Owoleke OE, Ibrahim A. Effects of Dietary Inclusion of Differently Processed *Leucaena leucocephala* Leaf Meal on



- Carcass Characteristics of Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Int J Food Sci Nutr Eng*. 2014;4(5):118–27.
50. Nepomuceno D, Carvalho JC, Carvalho MG, Duarte R, Catunda F. Classes of secondary metabolites identified in three legume species. *Rev Bras Zootec*. 2013;42(10):700–5.
 51. Luckert C, Braeuning A, Lampen A, Hessel-Pras S. PXR: Structure-specific activation by hepatotoxic pyrrolizidine alkaloids. *Chem Biol Interact*. 2018;288(2):38–48.
 52. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. 1997. Available from: <http://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
 53. Stan FG. Comparative macroscopic anatomy of the stomach morphology in laboratory rat and guinea pig. *Lucr ȘTIINȚIFICE Med Vet* [Internet]. 2018;51(1):120–4. Available from: [https://www.usab-tm.ro/utilizatori/medicinaveterinara/Volum LI \(1\) 2018\(1\).pdf](https://www.usab-tm.ro/utilizatori/medicinaveterinara/Volum LI (1) 2018(1).pdf)
 54. Merchant HA, McConnell EL, Liu F, Ramaswamy C, Kulkarni R, Basit AW, et al. Assessment of gastrointestinal pH, fluid and lymphoid tissue in the guinea pig, rabbit and pig, and implications for their use in drug development. *Eur J Pharm Sci*. 2011;42(1–2):3–10.
 55. Fuss S. Physiologie et pathologie digestives du cobaye domestique *Cavia porcellus* [Internet]. Université de Toulouse; 2002. Available from: https://oatao.univ-toulouse.fr/980/1/debouch_980.pdf
 56. Washington IM, Van Hoosier G. Clinical biochemistry and hematology. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP, editors. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. Elsevier; 2012. p. 57–116.
 57. Riggs SM. Guinea pigs. In: Mitchell MA, Tully TN, editors. *Manual of exotic pet practice*. Elsevier; 2009. p. 456–73.
 58. Harvey JH. The Erythrocyte: Physiology, metabolism, and biochemical disorders. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th Ed. Elsevier; 2008. p. 173–240.
 59. Kreutzer K V., Turk JR, Casteel SW. Clinical biochemistry in toxicology. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th Ed. Elsevier; 2008. p. 821–37.
 60. Carlson GP, Bruss M. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: J. J. Kaneko, J. W. Harvey & MLB, editor. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th Ed. Elsevier; 2008. p. 529–59.
 61. Harvey JW. Iron metabolism and its disorders. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML,



- editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th Ed. Elsevier; 2008. p. 259–85.
62. Gentry P, Burgess H, Wood D. Hemostasis. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th Ed. Elsevier; 2008. p. 287–330.
63. Zimmerman K, Moore DM, Smith SA. Hematological assessment in pet Guinea pigs (*Cavia porcellus*) identification: Blood sample collection and blood cell identification. *Vet Clin Exot Anim*. 2015;18(1):33–40.
64. Poitout-Belissent FM, McCartney JE. Interpretation of hematology data in preclinical toxicological studies. In: Weiss DJ, Wardrop KJ, editors. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th Ed. Wiley-Blackwell; 2010. p. 78–84.
65. Weiss DJ, Souza CD. Monocytes and macrophages and their disorders. In: Weiss DJ, Wardrop KJ, editors. *Schalm's Veterinary Hematology*. th. Ed. Wiley-Blackwell; 2010. p. 298–306.
66. Young KM, Meadows RL. Eosinophils and their disorders. In: Weiss DJ, Wardrop KJ, editors. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th Ed. Wiley-Blackwell; 2010. p. 281–9.
67. Pohlman LM. Basophils, mast cells and their disorders. In: Weiss DJ, Wardrop KJ, editors. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th Ed. Wiley-Blackwell; 2010. p. 290–7.
68. Gagea-Iurascu M, Craig S. Euthanasia and Necropsy. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP, editors. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. Elsevier; 2012. p. 117–39.
69. Jurado-Gómez H, Cabrera-Lara EJ, Salazar JA. Comparison of two types of sacrifice and different ripening times on physico-chemical and microbiological variables of guinea pig (*Cavia porcellus*) meat. *Rev la Fac Med Vet y Zootec*. 2016;63(3):201–17.
70. Pilny AA. Clinical hematology of rodent species. *Vet Clin North Am - Exot Anim Pract*. 2008;11(3):523–33.



ANEXOS



Tabla 12*Resumen Estadístico para Glóbulos rojos*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	5.8925	0.285069	4.83783	5.465	6.295
12M20	8	5.8775	0.287725	4.8953	5.535	6.33
12M30	8	5.52125	0.287784	5.2123	5.09	5.88
4M10	8	5.80625	0.255535	4.40104	5.27	6.135
4M20	8	5.87688	0.538204	9.158	4.92	6.505
4M30	8	5.96562	0.161697	2.71048	5.675	6.14
8M10	8	5.86125	0.472582	8.06282	5.44	6.61
8M20	8	5.7075	0.197575	3.46167	5.445	6.025
8M30	8	5.64938	0.154837	2.74078	5.43	5.85
C20A	8	5.92188	0.209931	3.54501	5.675	6.365
Total	80	5.808	0.320355	5.51576	4.92	6.61

Tabla 13*ANOVA para Glóbulos rojos por Tratamiento*

Tabla 12. Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.39883	9	0.155426	1.62	0.1259
Intra grupos	6.70875	70	0.0958393		
Total (Corr.)	8.10758	79			

Tabla 14*Análisis de Varianza para Glóbulos rojos*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	0.283192	2	0.141596	1.39	0.2557
B:Nivel de inclusión	0.262422	2	0.131211	1.29	0.2820
INTERACCIONES					
AB	0.737949	4	0.184487	1.82	0.1368
RESIDUOS	6.40025	63	0.101591		
TOTAL (CORREGIDO)	7.68382	71			



Tabla 15*Resumen Estadístico para Hematocrito*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	41.1625	1.39406	3.38671	38.25	42.65
12M20	8	40.8813	1.16095	2.83982	38.55	42.05
12M30	8	41.5437	1.53214	3.68802	38.7	43.2
4M10	8	41.625	1.20416	2.89288	39.7	43.3
4M20	8	41.5562	3.85435	9.27502	36.1	47.15
4M30	8	42.9938	0.846606	1.96914	41.8	44.0
8M10	8	41.6125	1.74944	4.20412	39.65	45.35
8M20	8	41.2938	0.465555	1.12742	40.4	41.9
8M30	8	40.975	0.726046	1.77192	39.8	41.9
C20A	8	44.975	1.66412	3.70009	43.0	48.15
Total	80	41.8619	1.99814	4.77316	36.1	48.15

Tabla 16*ANOVA para Hematocrito por Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	110.765	9	12.3073	4.21	0.0002
Intra grupos	204.646	70	2.92351		
Total (Corr.)	315.411	79			

Tabla 17 *Análisis de Varianza para Hematocrito*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	10.7047	2	5.35233	1.82	0.1704
B:Nivel de inclusión	4.31799	2	2.15899	0.73	0.4840
INTERACCIONES					
AB	9.59556	4	2.39889	0.82	0.5199
RESIDUOS	185.261	63	2.94065		
TOTAL (CORREGIDO)	209.879	71			



Tabla 18*Resumen Estadístico para Hemoglobina*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	14.9625	0.343043	2.29269	14.6	15.55
12M20	8	14.875	0.40444	2.71892	14.3	15.6
12M30	8	14.325	0.143925	1.00471	14.05	14.5
4M10	8	14.5438	0.725277	4.98686	13.2	15.4
4M20	8	14.1188	1.86604	13.2167	10.2	15.55
4M30	8	14.7625	0.476408	3.22715	14.25	15.35
8M10	8	14.5813	0.708085	4.85613	13.75	15.95
8M20	8	14.625	0.317355	2.16995	14.25	15.25
8M30	8	14.525	0.676651	4.65853	13.65	15.45
C20A	8	14.5375	0.362284	2.49207	13.7	14.95
Total	80	14.5856	0.750662	5.14659	10.2	15.95

Tabla 19*ANOVA para Hemoglobina por Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4.41816	9	0.490906	0.86	0.5672
Intra grupos	40.0978	70	0.572826		
Total (Corr.)	44.516	79			

Tabla 20*Análisis de Varianza para Hemoglobina*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	0.732153	2	0.366076	0.59	0.5581
B:Nivel de inclusión	0.395903	2	0.197951	0.32	0.7285
INTERACCIONES					
AB	3.26951	4	0.817378	1.31	0.2744
RESIDUOS	39.1791	63	0.62189		
TOTAL (CORREGIDO)	43.5766	71			



Tabla 21*Resumen Estadístico para Plaquetas*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	441.925	60.9786	13.7984	372.0	521.3
12M20	8	363.913	44.4964	12.2272	294.55	417.3
12M30	8	396.175	39.442	9.9557	333.35	470.15
4M10	8	383.4	106.628	27.811	271.35	518.9
4M20	8	437.7	131.546	30.054	207.2	625.25
4M30	8	354.856	73.5978	20.7402	244.25	455.15
8M10	8	507.35	105.308	20.7564	275.0	603.1
8M20	8	527.544	65.9121	12.4941	401.35	625.6
8M30	8	366.344	119.201	32.538	149.55	503.45
C20A	8	393.356	56.2129	14.2906	330.75	474.1
Total	80	417.256	99.4562	23.8358	149.55	625.6

Tabla 22*Resumen ANOVA para Plaquetas y Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	262400.	9	29155.5	3.93	0.0004
Intra grupos	519032.	70	7414.74		
Total (Corr.)	781431.	79			

Tabla 23*Análisis de Varianza para Plaquetas*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	80996.6	2	40498.3	5.13	0.0086
B:Nivel de inclusión	81082.5	2	40541.2	5.14	0.0086
INTERACCIONES					
AB	95243.4	4	23810.8	3.02	0.0242
RESIDUOS	496912.	63	7887.5		
TOTAL (CORREGIDO)	754235.	71			



Tabla 24*Pruebas de Múltiple Rangos para Plaquetas, Método: 95.0 porcentaje Duncan*

Edad de rebrote	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	24	391.985	18.1286	X
12	24	400.671	18.1286	X
8	24	467.079	18.1286	X
Nivel de inclusión	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
30	24	372.458	18.1286	X
20	24	443.052	18.1286	X
10	24	444.225	18.1286	X

Tabla 25*Resumen Estadístico para Glóbulos blancos*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	7.1	1.53181	21.5747	4.9	9.85
12M20	8	12.5562	2.10466	16.7619	9.75	15.5
12M30	8	10.7688	2.68819	24.9629	8.05	16.35
4M10	8	8.9875	1.26625	14.089	6.75	11.3
4M20	8	7.15	2.33054	32.595	3.3	9.95
4M30	8	9.525	1.51846	15.9418	7.6	11.95
8M10	8	6.225	1.24126	19.9398	4.8	8.05
8M20	8	13.6313	4.91673	36.0696	6.4	19.55
8M30	8	15.9313	9.63101	60.4536	5.6	28.8
C20A	8	12.2375	1.70958	13.97	8.3	13.7
Total	80	10.4112	4.69295	45.0758	3.3	28.8

Tabla 26*ANOVA para Glóbulos blancos por Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	726.721	9	80.7468	5.58	0.0001
Intra grupos	1013.16	70	14.4737		
Total (Corr.)	1739.88	79			



Tabla 27*Análisis de Varianza para Glóbulos blancos*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	136.847	2	68.4237	4.34	0.0171
B:Nivel de inclusión	287.507	2	143.754	9.12	0.0003
INTERACCIONES					
AB	272.72	4	68.18	4.33	0.0037
RESIDUOS	992.7	63	15.7571		
TOTAL (CORREGIDO)	1689.78	71			

Tabla 28*Pruebas de Múltiple Rangos para Glóbulos blancos, Método: 95.0% Duncan*

Edad de rebrote	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	24	8.55417	0.810276	X
12	24	10.1417	0.810276	XX
8	24	11.9292	0.810276	X
Nivel de inclusión	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10	24	7.4375	0.810276	X
20	24	11.1125	0.810276	X
30	24	12.075	0.810276	X

Tabla 29*Resumen Estadístico para Heterófilos*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	53.25	7.37273	13.8455	41.5	63.5
12M20	8	60.25	7.2111	11.9686	48.5	68.0
12M30	8	60.875	4.82368	7.9239	53.5	66.5
4M10	8	44.25	8.74234	19.7567	32.0	57.0
4M20	8	45.875	10.0774	21.967	33.0	60.5
4M30	8	39.8125	9.4753	23.7998	24.0	49.0
8M10	8	38.1875	8.95599	23.4527	27.0	57.0
8M20	8	51.3125	7.13611	13.9072	40.0	61.5
8M30	8	61.125	6.51235	10.6542	48.0	67.0
C20A	8	52.5	5.6252	10.7147	44.5	62.5
Total	80	50.7437	10.9348	21.549	24.0	68.0



Tabla 30*ANOVA para Heterófilos por Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5227.97	9	580.885	9.64	0.0001
Intra grupos	4218.03	70	60.2576		
Total (Corr.)	9446.0	79			

Tabla 31*Análisis de Varianza para Heterófilos*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	2637.09	2	1318.55	20.79	0.0001
B:Nivel de inclusión	1044.19	2	522.097	8.23	0.0007
INTERACCIONES					
AB	1519.26	4	379.816	5.99	0.0004
RESIDUOS	3996.53	63	63.437		
TOTAL (CORREGIDO)	9197.08	71			

Tabla 32*Pruebas de Múltiple Rangos para Heterófilos, Método: 95.0 porcentaje Duncan*

Edad de rebrote	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	24	43.3125	1.62579	X
8	24	50.2083	1.62579	X
12	24	58.125	1.62579	X
Nivel de inclusión	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10	24	45.2292	1.62579	X
20	24	52.4792	1.62579	X
30	24	53.9375	1.62579	X



Tabla 33*Resumen Estadístico para Linfocitos*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	39.375	6.3457	16.1161	30.0	47.0
12M20	8	35.375	6.80205	19.2284	28.5	44.0
12M30	8	35.4375	4.77671	13.4793	27.5	42.0
4M10	8	50.375	9.92742	19.707	38.5	61.5
4M20	8	49.625	8.85095	17.8357	36.5	58.5
4M30	8	54.375	9.46327	17.4037	44.0	69.0
8M10	8	57.4375	9.40151	16.3682	37.5	67.5
8M20	8	42.375	7.73559	18.2551	30.5	56.0
8M30	8	34.7375	6.97095	20.0675	28.0	44.0
C20A	8	45.0	6.31891	14.042	34.0	53.5
Total	80	44.4113	10.807	24.3339	27.5	69.0

Tabla 34*ANOVA para Linfocitos por Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4938.63	9	548.737	8.96	0.0001
Intra grupos	4287.85	70	61.2549		
Total (Corr.)	9226.48	79			

Tabla 35*Análisis de Varianza para Linfocitos*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	2612.53	2	1306.27	20.53	0.0001
B:Nivel de inclusión	811.531	2	405.765	6.38	0.0030
INTERACCIONES					
AB	1511.49	4	377.873	5.94	0.0004
RESIDUOS	4008.35	63	63.6245		
TOTAL (CORREGIDO)	8943.9	71			



Tabla 36*Pruebas de Múltiple Rangos para Linfocitos, Método: 95.0 porcentaje Duncan*

Edad de rebrote	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
12	24	36.7292	1.6282	X
8	24	44.85	1.6282	X
4	24	51.4583	1.6282	X
Nivel de inclusión	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
30	24	41.5167	1.6282	X
20	24	42.4583	1.6282	X
10	24	49.0625	1.6282	X

Tabla 37*Resumen Estadístico para Monocitos*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	2.03586	0.346855	17.0372	1.5811	2.5495
12M20	8	1.53726	0.395383	25.72	1.0	2.1213
12M30	8	2.1068	0.376257	17.8592	1.4142	2.5495
4M10	8	1.60339	0.365099	22.7705	1.2247	2.2361
4M20	8	1.85465	0.262522	14.1548	1.5811	2.2361
4M30	8	1.9753	0.505073	25.5695	1.0	2.4495
8M10	8	1.76592	0.280784	15.9001	1.4142	2.3452
8M20	8	1.70104	0.579641	34.0757	0.7071	2.3452
8M30	8	2.07387	0.546725	26.3625	1.0	2.7386
C20A	8	1.30614	0.348891	26.7116	0.7071	1.7321
Total	80	1.79602	0.463118	25.7857	0.7071	2.7386

Tabla 38*ANOVA para Monocitos por Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4.96693	9	0.551881	3.23	0.0025
Intra grupos	11.9768	70	0.171098		
Total (Corr.)	16.9438	79			



Tabla 39*Análisis de Varianza para Monocitos*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	0.0815173	2	0.0407587	0.23	0.7946
B:Nivel de inclusión	1.59218	2	0.796092	4.51	0.0148
INTERACCIONES					
AB	1.15999	4	0.289998	1.64	0.1747
RESIDUOS	11.1248	63	0.176583		
TOTAL (CORREGIDO)	13.9585	71			

Tabla 40*Pruebas de Múltiple Rangos para Monocitos, Método: 95.0 porcentaje Duncan*

Nivel de inclusion	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
20	24	1.69765	0.0857767	X
10	24	1.80173	0.0857767	X
30	24	2.05199	0.0857767	X

Tabla 41*Resumen Estadístico para Eosinófilos*

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo	Máximo
12M10	8	1.17489	0.255447	21.7422	0.7071	1.4142
12M20	8	1.18871	0.315197	26.5159	1.0	1.8708
12M30	8	1.50124	0.372283	24.7984	1.0	2.0
4M10	8	0.937812	0.257375	27.4442	0.7071	1.2247
4M20	8	1.0821	0.300557	27.7754	0.7071	1.4142
4M30	8	1.32478	0.370265	27.9492	1.0	1.8708
8M10	8	0.977962	0.348162	35.6007	0.7071	1.5811
8M20	8	1.13105	0.502204	44.4015	0.7071	2.1213
8M30	8	1.42833	0.311431	21.804	1.0	1.8708
C20A	8	0.946338	0.218865	23.1276	0.7071	1.2247
Total	80	1.16932	0.366526	31.3452	0.7071	2.1213



Tabla 42*ANOVA para Eosinófilos por Tratamiento*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.80666	9	0.311851	2.80	0.0073
Intra grupos	7.8063	70	0.111519		
Total (Corr.)	10.613	79			

Tabla 43*Análisis de Varianza para Eosinófilos*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Edad de rebrote	0.368823	2	0.184412	1.56	0.2192
B:Nivel de inclusión	1.93573	2	0.967866	8.16	0.0007
INTERACCIONES					
AB	0.0601398	4	0.0150349	0.13	0.9722
RESIDUOS	7.47099	63	0.118587		
TOTAL (CORREGIDO)	9.83568	71			

Tabla 44*Pruebas de Múltiple Rangos para Eosinófilos, Método: 95.0 porcentaje Duncan*

Nivel de inclusión	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10	24	1.03022	0.0702932	X
20	24	1.13395	0.0702932	X
30	24	1.41811	0.0702932	X



Anexo de fotografías



Figura 1. Secado de hojas y peciolos de pisonay (*Erithrina* sp) bajo sombra



Figura 2. Elaboración de la harina de pisonay con molino tipo martillo



Figura 3. Jaula de madera y alambre ubicado a 1 m sobre el piso



Figura 4. Limpieza de comederos tipo tolva



Figura 5. Pesado y registro de las dietas experimentales



Figura 6. Limpieza diaria de bebederos tipo campana



Figura 7. Pesado y registro semanal de los cuyes



Figura 8. Jabas para el transporte de los cuyes



Figura 9. Muestras de sangre rotuladas en tubos vacutainer con anticoagulante EDTA



Figura 10. Analizador hematológico automático, aspirado de la muestra de sangre

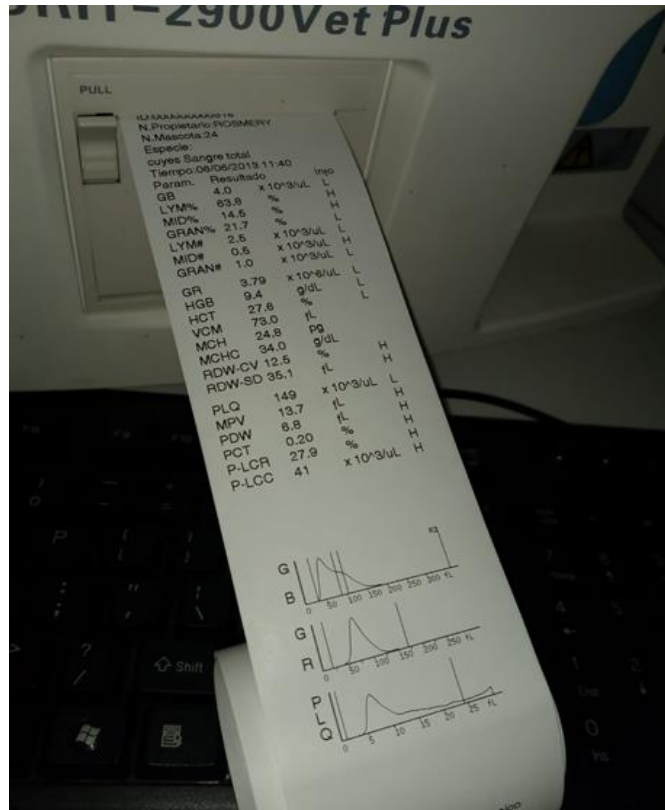


Figura 11. Resultado de las muestras corridas en el analizador hematológico



Figura 12. Extracción de sangre para el recuento y diferenciación de glóbulos blancos



Figura 13. Coloración del frotis sanguíneo



Figura 14. Microscopio binocular para el recuento y diferenciación de glóbulos blancos