

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS VETERINARIAS



**“Parámetros hematológicos y bioquímicos nutricionales
en *Cavia porcellus* suplementados con probiótico
Lactobacillus spp.”**

Juan Ernesto Ayvar Coronado

Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

Lima, Perú

2018

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres,
por su cariño, por su ejemplo de esfuerzo y sacrificio.
Y sé que siempre estarán conmigo en todo momento.

Agradecimiento

A mi madre y a mi padre por su invaluable apoyo durante mi formación, por enseñarme a ser mejor persona cada día.

A mis demás familiares por su apoyo y consejos.

A todos mis maestros de la URP por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias que me ayudaron durante mis estudios.

Al Dr. Hugo A. Samamé Beltrán por su apoyo durante el proceso de la tesis.

Al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA); así mismo a la Ing. Lilia Chauca Francia por haber permitido la realización de la tesis en sus instalaciones.

A mis amigos con los que compartí muchos momentos durante el transcurso de mi formación profesional, por su apoyo y su amistad.

ÍNDICE

Agradecimiento	3
ÍNDICE	4
INDICE DE GRAFICOS	8
INDICE DE CUADROS.....	9
Resumen.....	10
Abstract	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. ANTECEDENTES.....	15
2.1 Características generales del cuy	15
2.1.1 Descripción zoológica.....	15
2.1.2. Características morfológicas	16
2.1.3 Aparato digestivo	17
2.1.4 Fisiología digestiva	18
2.1.5 Necesidades nutritivas del cuy	20
2.1.5.1 Requerimientos proteicos del cuy	21
2.1.5.2 Necesidades energéticas del cuy	22
2.1.5.3 Requerimientos de fibra en el cuy.....	22
2.1.5.4 Necesidades de minerales en cuyes.....	22
2.1.5.5 Requerimientos de ácido ascórbico (vitamina C) en el cuy	23
2.1.5.6 Requerimientos de agua en el cuy.....	23
2.1.6 Sistemas de alimentación en cuyes	24
2.1.6.1 Alimentación con forraje.....	24
2.1.6.2 Alimentación mixta.....	25
2.1.6.3 Alimentación a base de concentrado.....	25
2.2 Importancia socioeconómica del cuy y sus beneficios	26

2.2.1	Importancia socioeconómica.....	26
2.2.2	Beneficios del cuy	27
2.2.2.1	En la alimentación.....	27
2.2.1.2	En investigación	28
2.2.1.3	Como mascotas	29
2.3	Tipos y genotipos de cuyes	29
2.3.1	Tipos de cuyes.....	29
2.3.1.1	Clasificación por conformación del cuerpo	29
2.3.1.2	Clasificación por su forma de pelaje.....	30
2.3.1.3	Clasificación por coloración del pelaje.....	32
2.3.2	Genotipos de cuyes	35
2.3.2.1	Cuy Criollo.....	35
2.3.2.2	Cuy Mejorado	35
2.3.2.2.1	Línea Perú.....	36
2.3.2.2.2	Línea Andina	36
2.3.2.2.3	Línea Inti	37
2.4	Sistemas de producción.....	37
2.4.1	Crianza familiar.....	38
2.4.2	Crianza familiar-comercial.....	39
2.4.3	Crianza comercial.....	40
2.5	PROBIÓTICO.....	41
2.5.1	Probióticos en la nutrición animal.....	42
2.6	Hematología	45
2.6.1	Sangre.....	45
2.6.2	Composición de la sangre	47
2.6.2.1	Eritrocitos.....	47
2.6.2.2	Leucocitos	47
2.6.2.2.1	Neutrófilos.....	48
2.6.2.2.2	Eosinófilos.....	48

2.6.2.2.3	Basófilos	49
2.6.2.2.4	Linfocitos.....	49
2.6.2.2.4	Monocitos	49
2.6.2.3	Trombocitos o plaquetas	50
2.6.2.4	Plasma sanguíneo	50
2.6.2.4.1.	Proteínas plasmáticas	51
2.6.2.4.2	Sales inorgánicas	52
2.6.2.4.3	Sustancias nutritivas	52
2.6.3	Valores hematológicos reportados	52
2.6.4	Hemograma.....	55
2.6.4.1	Componentes del hemograma e importancia	55
2.6.4.1.1	Glóbulos rojos o eritrocitos. Indican si hay presencia o no de anemia. 55	
2.6.4.1.2	Glóbulos blancos o leucocitos. La respuesta leucocítica y el campo del diagnóstico pueden dividirse en varias categorías dependiendo la cuenta leucocítica total y el patrón celular diferencial.	56
2.6.4.1.3	Plaquetas o trombocitos.....	58
2.6.5	Química sanguínea	59
2.6.5.1	Glucosa.....	59
2.6.5.2	Urea.....	59
2.6.5.3	Creatinina	60
2.6.5.4	Alanina aminotransferasa (ALT)	60
2.6.5.5	Aspartato aminotransferasa (AST).....	60
2.6.5.6	Fosfatasa Alcalina (ALP).....	60
2.6.5.7	Proteínas totales	61
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	62
3.1	Materiales.....	62
3.1.1	Localización	62
3.1.2	Material biológico	62

3.1.3	Materiales empleados en la fase de campo	62
3.1.4	Materiales para la recolección de sangre	63
3.2	Metodología	64
3.2.1	Procedimiento y obtención de muestras.....	64
3.2.2	Métodos de evaluación hematológica	64
3.2.3	Métodos de evaluación bioquímica.....	65
3.3	Análisis de datos	65
3.3.1	Tamaño muestral.....	65
3.3.2	Análisis estadístico.....	65
IV.	RESULTADOS.....	66
4.1	Hemograma.....	69
4.2	Bioquímica	69
V.	DISCUSION	70
VI.	CONCLUSION.....	71
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	72

INDICE DE GRAFICOS

FIGURA 1. VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE DE CUY	28
FIGURA 2. CUY TIPO A.....	30
FIGURA 3. CUY TIPO B.....	30
FIGURA 4. CUY TIPO 1	31
FIGURA 5. CUY TIPO 2	31
FIGURA 6. CUY TIPO 3	32
FIGURA 7. CUY TIPO 4	32
FIGURA 8. CUYES DE PELAJE SIMPLE.....	33
FIGURA 9. CUYES DE PELAJE COMPUESTO	33
FIGURA 10. CUYES DE PELAJE OVERO	34
FIGURA 11. CUY DE PELAJE TIPO FAJADO	34
FIGURA 12. CUYES DE PELAJE COMBINADO	34
FIGURA 13. CUYES DE LÍNEA PERÚ	36
FIGURA 14. CUY DE LÍNEA ANDINA	36
FIGURA 15. CUY DE LÍNEA INTI.....	37
FIGURA 16. CRIANZA FAMILIAR	38
FIGURA 17. CRIANZA FAMILIAR-COMERCIAL	39
FIGURA 18. CRIANZA COMERCIAL	40

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CAPACIDAD FERMENTATIVA EN PORCENTAJE DEL TOTAL DEL TRACTO DIGESTIVO.....	20
CUADRO 2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO.	21
CUADRO 3. EFECTOS BENÉFICOS DE <i>LACTOBACILLUS</i> EN PRODUCCIÓN ANIMAL.....	44
CUADRO 4. COMPOSICIÓN DE LA SANGRE	46
CUADRO 5. VALORES HEMATOLÓGICOS DEL CUY.....	53
CUADRO 6. VALORES HEMATOLÓGICOS DE CUYES MACHOS DE 63 - 90 DÍAS DE EDAD	53
CUADRO 7. VALORES HEMATOLÓGICOS NORMALES DEL COBAYO.....	54
CUADRO 8. VALORES HEMATOLÓGICOS PARA CUYES.	54
CUADRO 9. VALORES DEL HEMOGRAMA Y BIOQUÍMICA EN CUYES SIN SUPLEMENTACIÓN DE PROBIÓTICO	66
CUADRO 10. VALORES DEL HEMOGRAMA Y BIOQUÍMICA EN CUYES SUPLEMENTADOS CON PROBIÓTICO <i>LACTOBACILLUS SPP.</i> ...	67
CUADRO 11. VALORES DEL HEMOGRAMA Y BIOQUÍMICA EN CUYES CON Y SIN SUPLEMENTACIÓN DE PROBIÓTICO <i>LACTOBACILLUS SPP.</i>	68

Resumen

La evaluación de parámetros hematológicos y bioquímicos es muy importante para determinar las alteraciones a nivel clínico, así como también es importante para conocer el estado nutricional, pero su utilidad en la crianza de cuyes no es difundida o es limitada, con el fin de evaluar el efecto probiótico se determinó los valores de los parámetros hematológicos (hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, leucocitos, índices eritrocíticos, recuento diferencial de leucocitos y recuento de plaquetas) y parámetros bioquímicos hepáticos (proteínas totales, albúminas, globulinas). Para caracterizar el perfil fisiológico y nutricional fueron estudiados un total de 20 cuyes, 10 cuyes control y 10 cuyes a los cuales se les suplemento probiótico en el alimento, todos machos, en etapa de recria, todos estos animales pertenecientes al INIA, donde fueron criados en iguales condiciones ambientales, alimentarias, sanitarias, y de manejo. Los valores obtenidos fueron analizados para determinar la presencia de variaciones entre ambos grupos de cuyes, utilizando para ello la prueba estadística t-student; son tomados como referencia los valores encontrados en la bibliografía consultada.

Palabras clave: Parámetros hematológicos, parámetros bioquímicos, estado nutricional, recria.

Abstract

The evaluation of hematological and biochemical parameters is very important to determine the alterations at a clinical level, as well as it is important to know the nutritional status, but its usefulness in guinea pig breeding is not widespread or limited, in order to evaluate the probiotic effect, the values of the hematological parameters were determined (hemoglobin, hematocrit, red blood cell count, leukocytes, erythrocyte indices, differential leukocyte count and platelet count) and hepatic biochemical parameters (total proteins, albumins, globulins). To characterize the physiological and nutritional profile were studied a total of 20 guinea pigs, 10 control guinea pigs and 10 guinea pigs which received probiotic supplement in the food, all males, in the breeding stage, all these animals belonging to INIA (National Agricultural Innovation Institute), where they were bred in the same environmental, food, sanitary, and management conditions. The values obtained were analyzed to determine the presence of variations between both groups of guinea pigs, using the t-student statistical test, and the found values in the consulted bibliography are taken as reference.

Key words: hematological parameters, biochemical parameters, nutritional status, breeding

I. INTRODUCCIÓN

El cuy o cobayo (*Cavia porcellus*), es una especie de origen andino presente en los países como Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Su carne es considerada de un alto valor nutritivo y a la vez de un costo bajo para su producción (MINAGRI, 2008). En los últimos años la carne del cuy es requerida y solicitada a nivel nacional e internacional, ya que la carne se caracteriza por tener un alto nivel de proteína, minerales, con bajo nivel de grasa, además de su sabor agradable (MINAGRI, 2008).

El cuy (*Cavia porcellus*), es una fuente proteica incluida en la dieta del poblador del ande, en las últimas décadas esta carne se ha convertido en un producto con mayor demanda por el mercado a nivel nacional e internacional (Chauca, 1997). Actualmente los trabajos realizados en el país se refieren al desarrollo, al manejo, crianza y mejoramiento genético de la especie buscando una excelente producción y calidad, creando así distintas líneas de cobayos para obtener reproductores híbridos que ayuden a maximizar la producción de carne de esta especie (Jiménez, 2010).

No hay muchos estudios sobre los parámetros hematológicos de esta especie en nuestro país, lo cual es básico para la ayuda diagnóstica de diversas enfermedades infecciosas, parasitarias, etc. Debido a que la sangre tiene participación directa o indirectamente en la mayoría de los procesos bioquímicos en el cuerpo.

El realizar exámenes de laboratorio, entre ellas las hematológicas, para un diagnóstico certero, ayudaría para combatir las enfermedades infecciosas que causan morbilidad y mortalidad en los cuyes (Medway, *et al.*, 1986).

Mediante distintos estudios en una variedad de especies acerca de los efectos que tiene el uso de probióticos, se ha podido demostrar que el uso de estos microorganismos tiene un gran potencial en la producción animal.

Los probióticos a base de *Lactobacillus* de las cepas LF33 y LAP5, aisladas de pollos y cerdos respectivamente, inhibieron *in vitro* a *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*, esto se debe principalmente por la producción de ácido láctico, (Tsai *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2011).

Algunos probióticos como los que pertenecen a los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* demostraron su efecto en ciertos aspectos de la función inmune, que alteran a uno o varios componentes de la inmunidad humoral, celular en roedores (Ejemplo: la reducción de infección entérica, el incremento de la Inmunoglobulina A) (Erickson y Hubbard, 2000).

La concentración sanguínea de ciertos metabolitos son indicadores del balance nutricional; los límites de la variación fisiológica de esta concentración se consideran como valores de referencia. Variaciones fuera de los límites, en un grupo de individuos, indica un desbalance metabólico-nutricional o también una alteración orgánica, que provoca una disminución con respecto a su capacidad (Wittwer y Contreras, 1988).

En 1985 Bidegain realizó un ensayo donde habla sobre el perfil metabólico como un examen idóneo que puede evaluar así como el estado nutricional, el estado de salud en grupos que representan a un rebaño. Se midió la glicemia considerándolo un indicador del metabolismo energético, para considerar el metabolismo proteico se midió las concentraciones de urea, proteínas totales y albúmina; también se determinó el volumen globular aglomerado y hemoglobina. Al considerar que el probiótico causaría una mayor ganancia de peso corporal, lo que se entendería como una mejor utilización del alimento y un acomodamiento del metabolismo lo cual favorece el anabolismo, siendo así se podría considerar el estudio de la composición sanguínea como una posibilidad de evaluar el probiótico.

Con el fin de ampliar los conocimientos debido a la escasa bibliografía en la actualidad, donde se pueda encontrar información referencial básica sobre los valores hematológicos y bioquímicos del cuy, el presente estudio, tiene por objetivo determinar el hemograma completo (hemoglobina, hematocrito, recuento total de eritrocitos, leucocitos, índices eritrocíticos, recuento diferencial de leucocitos y recuento de plaquetas) y bioquímica sanguínea (Alanina Transaminasa, Aspartato Aminotransferasa, proteínas totales, albúmina, globulinas) en cuyes a los cuales se les ha suplementado probiótico en el alimento así poder observar si hay alguna alteración en el perfil sanguíneo.

Hay que considerar que las pruebas realizadas ayudan a evidenciar alteraciones en gran parte del perfil sanguíneo del cobayo.

II. ANTECEDENTES

2.1 Características generales del cuy

El cuy o cobayo considerado originario de Sudamérica, de países como Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia, su domesticación data de al menos 4,000 años a partir de una especie salvaje (*Cavia tschudii*) que habita todavía los Andes. 3,000 años atrás para los aborígenes que lo domesticaron fue la fuente principal de alimentación (Spotorno *et al.*, 2004). En el Perú, se puede encontrar distribuido en zonas por debajo de los 4,500 metros sobre el nivel del mar, pese a la relación cercana con la zona andina, también se puede trabajar su producción en zonas de Costa y de la Selva alta (Aliaga, 1979; Chauca, 1997; FAO, 2000).

2.1.1 Descripción zoológica

La clasificación zoológica en la que se ubica al cuy (Moreno, 1989) es la siguiente:

Orden: Rodentia.
Suborden: Hystricomorpha.
Familia: Caviidae.
Género: *Cavia*.
Especie: *Cavia aperea aperea* Erxleben
Cavia aperea aperea Lichtenstein
Cavia cutleri King
Cavia porcellus Linnaeus
Cavia cobaya

2.1.2. Características morfológicas

El cuerpo del cuy es alargado y está cubierto de pelos desde su nacimiento. Hay diferencia en el desarrollo ya que los que desarrollan más son los machos a diferencia de las hembras, es necesario coger y observar la zona genital para diferenciar el sexo. Las partes del cuerpo del cuy son descritas a continuación:

- **Cabeza**, se puede considerar grande relacionándolo al volumen de su cuerpo, tiene una forma cónica y con una longitud variable dependiendo el tipo de animal. Las orejas en la mayoría son caídas, y hay algunos animales con las orejas paradas porque estas son de menor tamaño, tiene poco pelo y son bastante irrigadas. Los ojos tienen una forma redonda de color negro o rojo, con tonalidades que van de claro a oscuro. El hocico tiene una forma cónica, con fosas nasales y con ollares pequeños, el labio superior es partido, y el inferior es entero, tiene los incisivos alargados con curvatura hacia dentro, tienen un crecimiento continuo, no posee caninos y tiene molares amplios. El maxilar inferior tiene las apófisis prolongadas hacia atrás hasta la altura del axis.

Fórmula dentaria:

$$I (1/1), C (0/0), PM (1/1), M (3/3) = 20 \text{ (total)}$$

- **Cuello**, insertado al cuerpo, musculoso con una conformación de siete vértebras donde el atlas y el axis tienen un desarrollo sobresaliente.

- **Tronco**, posee una forma cilíndrica la cual está conformada por 13 vértebras dorsales que se articulan con el esternón, las últimas 3 vertebras son flotantes.

- **Abdomen**, de gran volumen y capacidad como base anatómica posee 7 vértebras lumbares.

• **Extremidades**, son cortas, las extremidades anteriores son más cortas que las posteriores. Ambos miembros tienen dedos, los anteriores poseen uñas cortas mientras que los posteriores tienen uñas grandes y gruesas. La cantidad de dedos es variable, desde 4 para los miembros anteriores y 3 para los miembros posteriores. Las garras de los posteriores son callosas y fuertes, ya que lo utilizan para pararse (Zaldívar 1976, Cooper y Schiller 1975).

2.1.3 Aparato digestivo

Constituido por la boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, glándulas salivales, páncreas e hígado.

En el estómago se disuelve el alimento a partir del ácido clorhídrico que se secreta y así convirtiéndolo en una solución denominada quimo. Este ácido clorhídrico además participa en la destrucción de las bacterias que ingresan al estómago con el alimento lo cual protege el organismo.

Gran parte de la digestión y absorción se da en el intestino delgado, aquí se absorbe en su mayoría el agua, las vitaminas y distintos microelementos.

En el intestino grueso, específicamente en el ciego, el cual tiene un gran desarrollo, se da una digestión microbiana, los alimentos que no han sido digeridos, cantidades de agua que no ha sido absorbida, sodio, vitaminas y las secreciones de la parte final del intestino delgado, se absorben a este nivel, haciendo una comparación con el intestino delgado aquí la absorción es limitada. Por último el material que no ha sido digerido tampoco absorbido llega al recto, para ser eliminado posteriormente a través del ano (INIA, 1995).

2.1.4 Fisiología digestiva

Se encarga del estudio de los diferentes mecanismos para la transfusión de nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio externo al medio interno, que luego serán conducidos por la sangre a cada célula que conforma el organismo. Se considera un proceso de alta complejidad, este proceso comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes, además del desplazamiento de estos a lo largo del sistema digestivo (Chauca, 1993).

- **Ingestión:** incorporación de los alimentos a la vía digestiva por la boca.
- **Digestión:** proceso por el cual los alimentos son degradados en moléculas pequeñas absorbibles que atraviesan la membrana celular. Intervienen los ácidos y enzimas específicas y en algunos casos es por una acción microbiana.
- **Absorción:** paso de las moléculas degradadas a través de las células epiteliales de intestino a la sangre y a la linfa.

El cuy es una especie herbívora monogástrica, donde en su estómago se inicia la digestión enzimática, para luego en el ciego se realice la fermentación bacteriana; esta actividad varía de acuerdo a la composición de la ración. En el cuy se puede observar la cecotrófia, esto da lugar a la reutilización del nitrógeno, lo que permite un adecuado comportamiento productivo con raciones de bajos o medios niveles de proteína.

El cuy según su anatomía gastrointestinal se le considera como fermentador postgástrico, ya que posee microorganismos a nivel del ciego. El movimiento del bolo alimenticio a través del estómago y el intestino delgado se da de una forma rápida, la ingesta no demora más de dos horas en llegar la mayor parte del ciego (Gómez y Vergara 1993). La ingesta ya degradada al pasar por el ciego pasa de

una manera más lenta pudiendo esta permanecer parcialmente por alrededor de 48 horas. Como se sabe la celulosa en la dieta causa un retardo en los movimientos del contenido intestinal, lo que permite una eficiencia mayor en la absorción de nutrientes, es por eso que en el ciego e intestino grueso se realiza la absorción de ácidos grasos de tiene cadenas cortas.

Los otros nutrientes son absorbidos en el estómago e intestino delgado, donde también se absorbe los ácidos grasos de cadenas largas. Se considera que el ciego de los cuyes constituye cerca del 15% del peso total de estos, lo que indicaría que es un órgano grande (Gómez y Vergara, 1993).

El buen aprovechamiento de la fibra en el ciego se realiza gracias a la flora bacteriana que existe en este órgano (Gómez y Vergara, 1993).

Las bacterias gram-positivas, son responsables de la producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B, que pueden cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilizan el nitrógeno a través de la cecotrófia.

Una de las características esenciales de la digestión en el cuy es la cecotrofia, este produce dos tipos de heces, una que es rica en nitrógeno reutilizable (cecótrofo) y otra que es eliminada como heces duras. El cuy ingiere nuevamente las heces e inicia un segundo ciclo de digestión que se realiza generalmente durante la noche. Esta doble digestión tiene una singular importancia para el aprovechamiento de azufre.

Se podría decir que el ciego del cuy es menos eficiente que el rumen ya que los microorganismos se multiplican a tal punto que sobrepasa la acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos del

ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo soluciona mediante mecanismos que aumentan el tiempo de su permanencia y consecuentemente la utilización de la digesta (Gómez y Vergara 1993).

CUADRO 1. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo.

ESPECIE	RETÍCULO RUMEN	CIEGO	COLON Y RECTO	TOTAL
Cobayo	-	46	20	66
Vacuno	64	5	5 – 8	75
Ovino	71	8	4	83
Caballo	-	15	54	69
Cerdo	-	15	54	69
Conejo	-	43	8	51
Gato	-	-	16	16

FUENTE: GÓMEZ Y VERGARA, 1993.

2.1.5 Necesidades nutritivas del cuy

Es imprescindible conocer los requerimientos nutritivos del cuy para así poder elaborar raciones que tengan un adecuado balance con el fin de lograr satisfacer las necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción.

Los nutrientes que requiere el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. estos requerimientos varían con la edad, el estado fisiológico, el genotipo y medio ambiente donde se desarrolle su producción.

CUADRO 2. Requerimientos nutricionales del cobayo.

NUTRIENTES	UNIDADES	CRECIMIENTO
Proteínas	(%)	18.0
Energía	(Kcal/kg)	3000.0
Fibra	(%)	10.0
Calcio	(%)	1
Fósforo	(%)	0,5
Vitamina C,	mg/kg	200.0

FUENTE: NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1995)

2.1.5.1 Requerimientos proteicos del cuy

Según las normas de NRC (1995), el nivel de proteína en un 18% es adecuado para los animales en crecimiento, con un equilibrio entre los aminoácidos y la energía, pero si hay variación de la cantidad de minerales en la fase de gestación y lactancia (Milla R, 2005).

Según Remigio R. (2008) niveles de 15% de proteínas se consideran insuficientes como promotor de una correcta tasa de crecimiento, esto por un aporte menor de aminoácidos, determinándose que niveles de proteína de 18 al 20%, mejoran el peso de la camada al destete.

2.1.5.2 Necesidades energéticas del cuy

Los cobayos de acuerdo a la concentración de energía, son capaces de regular la ingesta de alimento lo que influye sobre el crecimiento y también sobre la tasa de la conversión de alimento (Vergara, 2008).

Lo más importante para el cobayo es la necesidad de energía y esta tiene una variación dependiendo de la edad, estado fisiológico, actividad del animal, temperatura ambiental y nivel de producción.

Es un nivel adecuado de energía digestible 3000 Kcal/Kg de dieta. (National Research Council, 1995). Cuando se evalúa raciones que tienen distinta densidad energética, se encuentra una mejor respuesta en la ganancia de peso y en la eficiencia alimenticia con dietas que tienen una mayor densidad energética.

2.1.5.3 Requerimientos de fibra en el cuy

La fibra es de suma importancia para la composición de las raciones alimenticias de los cobayos, ya que a pesar de que son capaces de digerirla, favorecen en la digestión de otros nutrientes, específicamente retardando el tránsito del alimento por el tracto digestivo (Chauca, 1997).

2.1.5.4 Necesidades de minerales en cuyes

Los minerales están presentes en el cuerpo del cobayo cumpliendo diversas funciones estructurales, funciones fisiológicas, etc (INIA, 1995). Un gran porcentaje de minerales esenciales se encuentran en suficientes cantidades incluidas en el

forraje y el concentrado. Otros minerales deben ser suministrados mediante suplementos (INIA, 1995).

Cuando hay una falta de minerales se observan trastornos que alteran el apetito, el rído de la madera y la ingestión de tierra. También se observa, crecimiento lento o pobre, tamaño de camada reducido, muertes al nacimiento o abortos, postura anormal y lesiones en piel.

2.1.5.5 Requerimientos de ácido ascórbico (vitamina C) en el cuy

La vitamina C es fundamental para la formación y para el sostenimiento de sustancias que participan manteniendo unidas las células de los tejidos. También contribuye en la protección del organismo contra sustancias tóxicas (INIA, 1995).

En incorporaciones de 18, 20, 25, 32 y 39 mg de vitamina C por cada 100 g. de alimento en cobayos en crecimiento, los niveles mayores de vitamina c reducían significativamente tejido adiposo que cubre la cara externa de la canal o grasas de cobertura (Benito D, 2008).

La carencia del ácido ascórbico ocasiona ausencia de apetito, crecimiento lento, parálisis de miembros posteriores y puede llegar hasta la muerte.

2.1.5.6 Requerimientos de agua en el cuy

Los requerimientos varían de acuerdo al tamaño del cobayo, su estado fisiológico, el tipo y la cantidad de alimento que ingiere, también de la temperatura y humedad ambiental (INIA-CIID, 1994).

El cobayo en la etapa de recría necesita una cantidad de agua al día que varía entre 50 y 100 ml, este volumen puede aumentar hasta 250 ml, dependiendo si el cobayo recibe o no forraje verde, además si la temperaturas supera los 30 °C.

La restricción total de agua incrementa la mortalidad, siendo más afectadas las hembras gestantes, seguido por los lactantes y después la etapa de recría. (Chauca *et al.*, 1992).

2.1.6 Sistemas de alimentación en cuyes

En cuyes estos sistemas se adaptan dependiendo la disponibilidad de alimento que haya. Debido a la restricción de forraje o concentrado se puede combinar los alimentos, y esto hace que la alimentación del cuy sea versátil, ya que puede tener un comportamiento como herbívoro o puede forzar su alimentación a base de alimento balanceado.

Sistemas de alimentación que se puede utilizar en cuyes:

- Alimentación con forraje
- Alimentación con forraje + concentrado (mixta)
- Alimentación con concentrado + agua + vitamina C

2.1.6.1 Alimentación con forraje

El cobayo o cuy es considerada una especie netamente herbívora, su alimentación tiene principalmente como base el forraje verde y este alimento es de su predilección por encima de otros.

Con una alimentación a base de forraje no se logra un rendimiento mayor de los animales, ya que cubre solamente la parte voluminosa pero no llega a cubrir las necesidades nutritivas.

Las leguminosas debido a la calidad nutritiva que posee son consideradas un alimento excelente, pese a esto la capacidad de ingesta del cuy ocasiona que no logre satisfacer los requerimientos nutritivos. Se recomienda combinarlas con gramíneas, estas tienen un valor nutritivo menor, lo que permite combinarlas con las leguminosas para enriquecerlas.

2.1.6.2 Alimentación mixta

Consiste en la combinación de concentrado con forraje. En la crianza y producción de cuyes se utiliza básicamente forrajes para su alimentación con poca participación de concentrados. La suministración de forraje proporciona una adecuada ingestión de fibra, vitamina C y también cubre en parte algunos requerimientos de nutrientes, mientras que el alimento concentrado complementa una adecuada alimentación que satisface los requerimientos de proteína, energía, minerales, y vitaminas.

2.1.6.3 Alimentación a base de concentrado

Al suministrarle solamente concentrado, este de cumplir con lograr satisfacer las necesidades nutritivas del cuy. A partir de esta premisa los consumos animal/día se tendrán que incrementar, y de acuerdo con la calidad de la ración pueden estar entre 40 a 60 g/animal/día. Se dice que el porcentaje de fibra está en el rango de 9 y 18%. Se debe considerar que en este sistema de alimentación se debe suplementar vitamina C diariamente.

2.2 Importancia socioeconómica del cuy y sus beneficios

2.2.1 Importancia socioeconómica

Por un largo tiempo la producción de cuyes en el Perú fue principalmente de tipo rural y familiar, con mayor extensión en la sierra. Pese a ello ha estado influenciando de manera significativa en la producción de carnes. En la actualidad la producción para autoconsumo está cambiando, ya que hay un mayor interés para una producción comercial. (Bustamante, 1993).

Las ventajas de la crianza de cuyes considera que este animal es una especie herbívora, que posee un ciclo reproductivo corto, tiene gran facilidad para adaptarse a distintos ecosistemas y la alimentación variada donde se utiliza insumos que no compiten con la alimentación de otros animales monogástricos (Bustamante, 1993; Aliaga, 1995; Chauca, 1997).

Para el poblador peruano la crianza del cuy es considerado un recurso como fuente de ingreso, lo que ayudaría en su economía y además en la nutrición evitando problemas de este tipo ya que anualmente en nuestro país aumenta las consecuencias debido a la mala nutrición. Hay reportes que indican con respecto a la producción de carne de cuy (17 000 toneladas de carne anual) está principalmente ligada al autoconsumo (Zevallos, 2001; INIA, 2003).

En lima la población es considerada potencialmente consumidora de carne de cuy, lo que nos lleva a concluir que hay una demanda que no está siendo satisfecha por la poca oferta en el mercado. Es por ello que la crianza del cuy es una alternativa para que se incremente el consumo de proteína de origen animal, para que genere empleo, para disminuir la migración, importación de productos alimenticios, siendo

una manera de combatir la extrema pobreza en el país, especialmente en las zonas rurales.

A partir del año 2000 se ha notado un gran desarrollo en la cadena productiva de cuyes de carne, debido a la notable demanda de la carne de esta especie, con la aparición de granjas comerciales de distintos tamaños, encontrándose en Lima y su alrededor las más grandes.

Las grandes granjas comerciales de cuyes que se encuentran en Lima son considerados grandes e importantes proveedores de carne de cuy para el público de esta región. Estas granjas cuentan con tecnología en el manejo, lo que favorece la competitividad y la rentabilidad, además trabajan con líneas mejoradas, en especial con la raza Perú. Pero los recursos para el incremento en cantidad y en población de estas granjas son escasos, por el desplazamiento con potencial agropecuario de las zonas urbanas a la zona rural (Jiménez, 2010).

Para una mejor proyección en el futuro es conveniente realizar un desarrollo de crianzas comerciales en valles interandinos, ya que aquí hay una gran y sostenible disponibilidad de recursos. (Jiménez, 2010).

2.2.2 Beneficios del cuy

2.2.2.1 En la alimentación

Se considera a la carne del cuy como fuente importante de proteína animal, esto es porque presenta un 20.3% de proteína, 0.8% de minerales, 7.8% de grasa y 70.6% de humedad, en comparación con la carne de otros animales es una muy buena alternativa. En nuestro país esta carne tiene preferencia durante las diversas festividades andinas; pero los años recientes la carne de cuy ha incrementado su

consumo en la costa, esto se da por la migración hacia las ciudades principales que ocurrió desde décadas anteriores, así como también la valoración reciente de este producto nutritivo y tradicional (Aliaga, 1995).

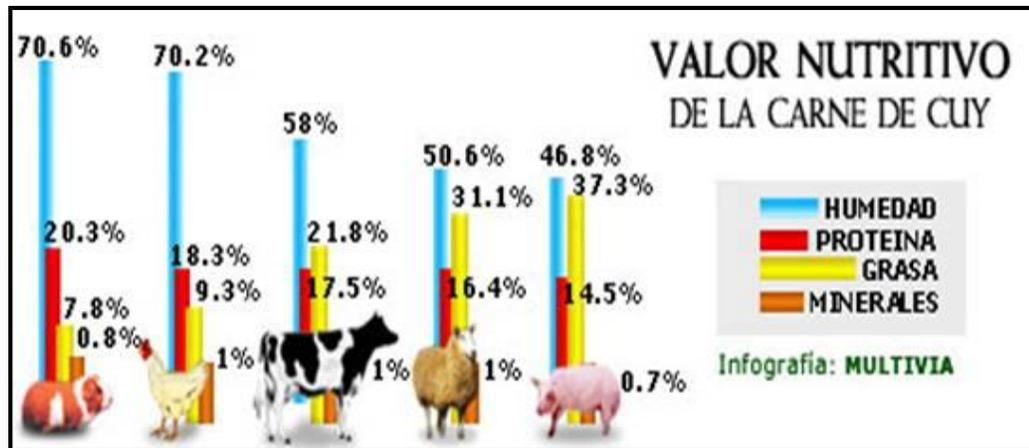


FIGURA 1. Valor nutritivo de la carne de cuy

Fuente: Infografía, MULTIVIA

2.2.1.2 En investigación

A inicios del Siglo XX se empezaron a utilizar a los cuyes en experimentación sin embargo actualmente su utilización es reducida (menor al 1% del total). Debido a las características zootécnicas que posee es considerado favorable para realizar investigaciones, características como: reproducción fácil, destete a temprana edad, incapacidad para sintetizar vitamina C, sensibilidad a las radiaciones y tener piel y pelos que se parecen a los del ser humano (Canchari, 1995; Villanueva, 2001).

Se emplean en la producción de vacunas así como distintos productos biológicos; para investigar algunas enfermedades infecciosas (tuberculosis, difteria,

leptospirosis y brucelosis); para estudiar cambios hormonales y glandulares durante la gestación, evaluar los efectos residuales que tienen algunos productos químicos (herbicidas, insecticidas, y fungicidas), en exámenes de sensibilización de cremas y olores. (Villanueva, 2001).

2.2.1.3 Como mascotas

La utilización del cuy como mascota no es rara, incluso se podría decir que es común en algunos países, tales como Estados Unidos, México, Inglaterra, Alemania, España, Francia, Suecia, aquí hay diversos clubes donde crían estos animales, existen propietarios que llevan a los cuyes para participar en concursos donde los exhiben.

A estas mascotas se les conoce también con el nombre de “cavy” o “guinea pig”, son considerados una gran opción para que los niños empiecen su experiencia con el cuidado de mascotas y se les cría casi de la misma manera que a los hámsteres.

2.3 Tipos y genotipos de cuyes

2.3.1 Tipos de cuyes

2.3.1.1 Clasificación por conformación del cuerpo

- **Tipo A**

Este tipo de cuyes tienen una forma alargada. Lo que se entiende por su alto desarrollo a nivel muscular y una buena conformación ósea. Su carácter es tranquilo, favorece un adecuado manejo y tienen buena conversión alimenticia.

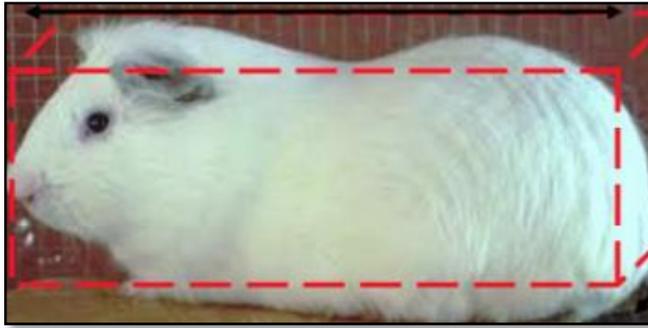


Figura 2. Cuy Tipo A

- **Tipo B**

Posee un bajo desarrollo muscular. Posee la cabeza alargada y de forma triangular, su oreja tiene distintos tamaños. Son altamente nerviosos, por lo que el manejo es un tanto dificultoso.

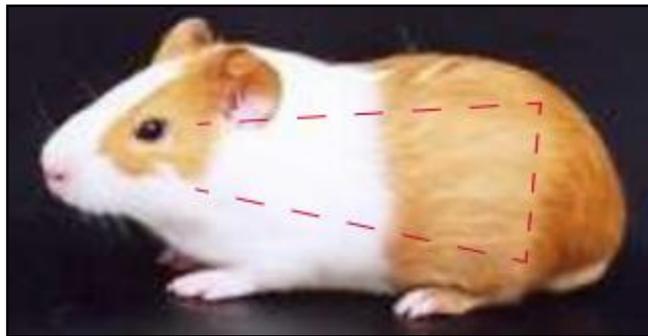


Figura 3. Cuy Tipo B

2.3.1.2 Clasificación por su forma de pelaje

- **Tipo 1**

Tiene pelo corto, lacio y pegado al cuerpo. Su difusión es alta, considerado el mejor cuy peruano productor de carne. Presentan diversidad en cuanto a los colores.



Figura 4. Cuy Tipo 1

- **Tipo 2**

También de pelo corto y lacio, presenta remolinos en todo el cuerpo. A diferencia de otros cuyes no es tan precoz. Posee variedad de colorees. Como productor de carne posee buen comportamiento.



Figura 5. Cuy Tipo 2

- **Tipo 3**

Posee el pelo largo, lacio y a veces presenta rosetas. Su difusión es poca, debido a que son considerados bellos son bastante solicitados. Como productor de carne no es muy bueno. Normalmente lo utilizan como mascota.



Figura 6. Cuy Tipo 3

- **Tipo 4**

Posee el pelo ensortijado, más notorio posterior al nacimiento, y conforme crece va desapareciendo, para luego mostrarse algo erizado. Tienen la cabeza y cuerpo de forma redondeada, de un tamaño mediano. Posee una adecuada implantación muscular. Se destaca por el sabor agradable de su carne. Como productor de carne posee parámetros idóneos.



Figura 7. Cuy Tipo 4

2.3.1.3 Clasificación por coloración del pelaje

- **Pelaje simple:** Pelaje de color único, se pueden encontrar de colores blanco, bayo, alazán, violeta, negro, estos con algunas variaciones.



Figura 8. Cuyes de pelaje simple

- **Pelaje compuesto:** Cuyes con pelaje de dos o más colores donde se encuentran colores como; moro (blanco con negro), lobo (bayo y negro), ruano (alazán y negro).



Figura 9. Cuyes de pelaje compuesto

- **Overos:** Pelos con combinaciones de dos colores, donde hay presencia de un color moteado blanco, ya se predominante o no.



Figura 10. Cuyes de pelaje overo

- **Fajados:** Los colores se observan divididos en franjas de distintas tonalidades.



Figura 11. Cuy de pelaje tipo fajado

- **Combinados:** Poseen zonas que tienen forma irregular y de distintos colores.



Figura 12. Cuyes de pelaje combinado

- **Particularidades en el cuerpo:** Poseen manchas en un manto de color claro.

-**Nevado:** Pelos blancos salpicados

-**Mosqueado:** Pelos negros salpicados

- **Particularidades en la cabeza:** Luceros, tienen manchas en la cabeza

Fuente: Chauca, 1972; Zaldívar, 1976.

2.3.2 Genotipos de cuyes

2.3.2.1 Cuy Criollo

Tienen poca profundidad con respecto al cuerpo, además presentan un escaso desarrollo a nivel muscular. Posee la cabeza con una forma triangular, alargada y angulosa. Tienen un temperamento nervioso, no se adaptan a las pozas, se dificulta el manejo debido que tiene la cualidad de dar saltos altos, no les afecta mucho las condiciones adversas de clima y alimentación. El nivel genético que tienen es bajo, seleccionados naturalmente sin la intervención directa del hombre.

Es criado principalmente en el sistema familiar; hay mejora de su productividad cuando con crianza tecnificada, al cruzarlo con cuyes mejorados de líneas precoces obtienen tiene un adecuado comportamiento productivo (Chauca, 1997).

2.3.2.2 Cuy Mejorado

Es el cuy donde ha habido intervención del hombre en la mejora genética seleccionando los mejores ejemplares y en su crianza, teniendo en cuenta su precocidad y prolificidad.

En 1970 el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), inició programas de selección con la idea de mejorar el cuy criollo desarrollando así las líneas mejoradas que veremos a continuación:

2.3.2.2.1 Línea Perú

La línea Perú posee un desarrollo muscular marcado, es precoz y también es un eficiente convertidor del alimento. Tiene la prolificidad de 2.3 crías nacidas vivas como promedio. La coloración de su capa es alazán con blanco; puede ser combinada o fajada, debido al pelo liso, corresponde al Tipo 1 (Chauca, 1997).



Figura 13. Cuyes de Línea Perú

2.3.2.2.2. Línea Andina

Se caracteriza debido a la alta prolificidad que tiene (3,2 crías por parto) ya que presenta un mayor celo post parto. El color de su pelaje es blanco, posee el pelo liso pegado al cuerpo y tiene ojos negros (Chauca, 1997).



Figura 14. Cuy de Línea Andina

2.3.2.2.3 Línea Inti

Esta línea se caracteriza por ser prolífica (3.2 crías por parto); tiene una buena adaptación para la producción, logrando así conseguir los más altos índices de sobrevivencia. Se considera una raza que está entre la raza Perú y la raza Andina. Al evaluar el peso total de la camada, se ha encontrado que esta línea junto a la Andina, presentan una respuesta mayor al Perú, debido a que la raza andina tiene un mayor tamaño de camada. Predomina el color bayo, ya sea puro o combinado con blanco, el pelo es liso y pegado al cuerpo, algunos presentan remolinos en la cabeza, tiene ojos negros (Chauca, 1997).



Figura 15. Cuy de Línea Inti

2.4 **Sistemas de producción**

Los sistemas de crianza conocidos son el familiar, el familiar-comercial y el comercial. En el área rural el desarrollo de la crianza ha considerado que los productores tengan que pasar por los tres sistemas de producción (Chauca, 1997).

2.4.1 Crianza familiar

En este tipo de crianza se logra la seguridad alimentaria de la familia mediante el autoconsumo, tiene mayor difusión en la zona andina (Chauca, 1997).

La población predominante refiere a animales criollos, el manejo es realizado por la familia, y sus integrantes (Chauca, 1997).

Los cuyes son alimentados con sobrantes de cocina y de algunos pastos. Normalmente la crianza se da en la cocina, donde el cuy se siente protegido a los cambios de temperatura por la fuente de calor que les da el fogón. El manejo es rudimentario, por lo cual presenta los siguientes problemas:

- Alimentación mala o inadecuada.
- Falta de control en el empaque.
- Alta consanguinidad.
- Alta mortalidad.
- Pocas crías por parto.
- Alta incidencia de enfermedades y parasitosis.
- Competencia por alimento y espacio.



Figura 16. Crianza Familiar

2.4.2. Crianza familiar-comercial

Se da a partir de la crianza familiar organizada bien llevada, los productores tienen proyección de mercados, el manejo es más tecnificado con respecto a las instalaciones, el material genético, la alimentación y la sanidad, lo que lleva a mejorar los índices productivos.

Su alimentación básicamente se da a través de subproductos agrícolas, pastos que se cultivan y en otros casos se suministra alimentos balanceados. Para controlar los ectoparásitos se realizan campañas sanitarias periódicamente (Chauca, 1997)

La población es manejada en una misma poza o galpón, agrupándolos de acuerdo a la edad, sexo y clase, hay una producción de forraje conectada a la granja, por ello es necesario mayor mano de obra para las diferentes actividades que de la crianza (Chauca y Zaldívar, 1985).



Figura 17. Crianza Familiar-Comercial.

2.4.3 Crianza comercial

Aquí se emplea alta tecnología, ya que es una actividad que realiza una empresa agropecuaria (Chauca, 1997).

Para este tipo de crianza es necesario la inversión económica para lograr incrementar la productividad y generar mayores ingresos. La inversión considera la construcción de infraestructura que brinda condiciones ambientales apropiadas, la adquisición de reproductores, estos deben ser de líneas selectas, precoces, prolífica, de buena conversión alimenticia; la siembra de forrajes, adquisición de alimento balanceado, botiquín veterinario y mano de obra, entre otros.



Figura 18. Crianza Comercial

2.5 PROBIÓTICO

Probiótico es una palabra de origen griego que quiere decir "a favor de la vida" este término se utiliza para las bacterias amigables que viven en el tracto gastrointestinal. Tienen un efecto beneficioso para el hospedero influyendo en la inmunidad sistémica y de la mucosa. Otorga un balance nutricional y microbiano (Naidu *et al.*, 1999).

En 1965 el término "probiótico" se utilizó para referirse a cualquier sustancia u organismo que intervengan en el balance microbiano del intestino, fundamentalmente de animales de granjas, luego fue considerado un suplemento alimenticio microbiano con vida, ya no una sustancia, de manera que tenga mayor relevancia para los humanos (Fuller, 1989)

Los probióticos fueron definidos como "microorganismos vivos, los cuales al ser consumidos o administrados en cantidades adecuadas como parte del alimento confieren un beneficio sanitario al hospedero" (FAO/WHO, 2001).

En la actualidad los microorganismos que más se utilizan como probióticos, ya sea en humanos o en animales son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* y levaduras como *Saccharomyces* y *Torulopsis* y hongos del género *Aspergillus* (Dunne *et al.*, 2001).

Dentro de las bacterias probióticas que se utilizan más para el consumo humano están las llamadas bacterias ácido lácticas (BAL), que son las siguientes:

Lactobacillus acidophilus, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. casei spp rhamnosus*, *L. delbrueckii spp bulgaricus*, *L. fermentum*, *L. reuteri*, *Lactococcus lactis spp lactis*, *Lactococcus lactis spp, cremoris*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. infantis*, *B. adolescentis*, *B. longum*, *B. breve*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, entre otros (Farnworth, 2001).

2.5.1 Probióticos en la nutrición animal

A mediados del siglo 20, se implementaron nuevos conceptos que promovían la salud animal y aseguraban el rendimiento durante el crecimiento, eficiencia en la alimentación, y eficiencia en la calidad del producto (Zimmermann et al., 2001).

Los antibióticos desde un inicio han sido añadidos a los alimentos con la intención de prevenir infecciones en los animales, así mismo, los antibióticos pueden promover el crecimiento. Los problemas asociados a la utilización de antibióticos para prevenir o promover el crecimiento por preocupaciones sobre la resistencia a los antibióticos, causó que la utilización de antibióticos en la alimentación animal sea vea gradualmente disminuido y haya sido prohibido completamente su uso desde el 2006, esto genero la búsqueda de opciones nuevas para la prevención y el control de problemas sanitarios gastrointestinales, viendo al probiótico como alternativa a futuro (Morales *et al.*, 2007).

Diferentes estudios reportaron que los probióticos estimulan el crecimiento durante de estrés de alguna clase (Yeo y Kim 1997, Thomke y Elwinger 1998), tal como se encontró mayormente en granjas que en ensayos realizados en universidades. Lo que se interpreta como una relación cercana entre la salud y los efectos zootécnicos.

Los beneficios que te brinda los probióticos se puede clasificar en nutricionales y beneficios terapéuticos. Con respecto al beneficio nutricional está en que el probiótico aumenta la disponibilidad biológica de calcio, hierro, zinc, cobre, manganeso y fósforo. Por el lado terapéutico, se utilizan para tratamientos de problemas intestinales, hipercolesterolemia, entre otras alteraciones (Prasad *et al.*, 1998).

Los efectos de los probióticos son considerablemente más notables durante las primeras semanas de vida de los animales, en especial en el período posterior al destete, esto es para los mamíferos, puesto que los animales están expuestos a varios factores estresantes como el cambio de comida y hábitat, los cuales

determinan un desequilibrio microbiano a nivel intestinal desencadenándose procesos diarreicos ocasionando pérdidas económicas (Rodríguez, 1994).

Los beneficios de los probióticos se da debido a distintos mecanismos que pueden ser generadas por causas variables; como a la exclusión por competitividad de bacterias dañinas, ya sea por competencia por nutrientes, competencia por sitios de fijación en el intestino, elevación de la respuesta inmunológica del hospedero, y por aportes benéficos al proceso digestivo del hospedero, a través del aporte de micro y macronutrientes para el hospedero o al aporte de enzimas digestivas (Hassan y Frank, 2001).

La manera de actuar de los probióticos no solo se da por lo cambios en el pH del contenido gastrointestinal, sino por diferentes efectos directos como: acción antagónica a la colonización de bacterias enteropatógenas o exclusión competitiva (Corcionivoschi *et al.*, 2010; Brown, 2011), disminución del pH (Blanchard y Wright, 2000), neutralización de toxinas, actividad bactericida y efecto benéfico sobre el sistema inmune (Guerin - Danan *et al.*, 2001). De igual modo, crece la disponibilidad de aminoácidos, mejora la eficiencia de utilización de energía (Vassalo *et al.*, 1997) y otros componentes que estna dentro de la dieta como la fibra que se utiliza para obtener energía (Matew *et al.*, 1998).

CUADRO 3. Efectos benéficos de *Lactobacillus* en producción animal.

ESPECIES ANIMALES	ESPECIES DE LACTOBACILLUS	EFFECTOS
Broilers	<i>L. acidophilus</i>	Aumenta la ganancia de peso corporal (+6%).
Pollos Broilers	<i>L. acidophilus, L.casei</i>	Aumenta el rendimiento de la producción.
Pollos Broilers	Probiótico basado en <i>Lactobacillus</i>	Efectos en la inmunidad mediada por células de pollos, como fue mostrado por niveles aparentes mejores de invasión intestinal y desarrollo de oocitos de <i>Fimeria acervulina</i> , en base a mayores niveles de secreción de IL-2 y menores niveles de producción de oocitos de <i>Eimeria acervulina</i>
Gallinas en periodo de postura tardía	<i>L. species</i>	Aumenta la producción de huevos, disminuye la mortalidad, aumenta el factor de conversión pero no la calidad del huevo.
Conejos	<i>Enterococcus faecium</i> y <i>L. jugurt</i>	El producto de soya fermentada causa una reducción del 18.4% en el colesterol total y aumento del 17.8% en la fracción HDL.

Fuente: Bernardeu *et al.*, 2005

2.6 Hematología

2.6.1 Sangre

La sangre es un 6-8% del peso corporal, está compuesta por distintas células (eritrocitos, leucocitos, plaquetas) se encuentran en el plasma.

Las plaquetas son consideradas el segundo tipo celular de mayor número, desde 100,000/mm³ en caballos a varios cientos de miles por mm³ en otras especies. El número total de glóbulos blancos es bastante inferior a los de los eritrocitos o plaquetas, que va desde 5,000/mm³ a 20,000/mm³ aproximadamente; la proporción de tipos de leucocitos varía dependiendo de la especie, donde los neutrófilos es el tipo de leucocito de mayor número en los carnívoros mientras que los linfocitos son los de mayor número en los rumiantes (Meyer y Harvey, 2007).

La sangre tiene una participación directa o indirecta en la mayoría de procesos bioquímicos en el cuerpo, la alteración de estos procesos ayuda a la detección de lesiones o determinar el mecanismo existente. Los componentes sanguíneos participan influyendo en los mecanismos de inmunidad ante invasiones bacterianas (Medway, 1990).

CUADRO 4. Composición de la Sangre

Componentes Celulares o Morfológicos	Eritrocitos	
		Neutrófilos
		Eosinofilos
	Leucocitos	Basófilos
		Monocitos
		Linfocitos
	Trombocitos	
	Células varias	Infrecuentes en la sangre, como:
		<ul style="list-style-type: none"> • Células Retículo-endoteliales • Megacariocitos • Núcleos expulsados de los eritrocitos • Partículas del citoplasma de los eritrocitos • Leucocitos degenerantes
		Proteínas (7%): se incluyen los anticuerpos y factores de coagulación.
Contenido del Plasma:	Componentes Orgánicos de los sólidos	Substancias nitrogenadas, grasas neutras, fosfolípidos, colesterol, glucosa, enzimas, hormonas
	Componentes Inorgánicos de los sólidos (0.9%)	Na, Ca, K, Mg, P, I, Fe, Cu, HCO ₃
	<ul style="list-style-type: none"> • Agua 91-92% • Sólidos 8-9% 	

Fuente: Medway *et al.*, 1973

2.6.2 Composición de la sangre

2.6.2.1 Eritrocitos

Los eritrocitos también llamados glóbulos rojos son principalmente responsables del transporte de oxígeno conjuntamente con la hemoglobina.

El transportar el oxígeno depende de la integridad de los eritrocitos y el llevar hemoglobina, una hemoglobina libre por la hemólisis de los eritrocitos no es adecuada para transportar oxígeno.

El eritrocito también contribuye con el volumen sanguíneo, entonces, también participa en la dinámica de la circulación. Los eritrocitos que se deterioran o sufren una lesión son fagocitados por macrófagos del sistema reticuloendotelial del bazo.

Composición de los eritrocitos:

- Estructura o estroma.
- Colorante de la sangre o hemoglobina.

Los eritrocitos son considerados los más numerosos, ya que hay varios millones/mm³ de sangre; depende de la especie, estos eritrocitos pueden llegar a representar hasta la mitad del volumen total sanguíneo.

2.6.2.2 Leucocitos

Son células sanguíneas que tiene participación en el sistema inmune cuando se enfrenta a distintos agentes infecciosos (bacterias, virus, hongos y otros). Hay dos mecanismos mediante los cuales el organismo se defiende; la fagocitosis de sustancias identificadas como ajenas y la reacción inmunitaria (Jardon, 2003).

División por su granulación.

- Granulocitos: presencia de gránulos en el citoplasma (neutrófilos, eosinófilos, basófilos).
- Agranulocitos: ausencia de granulaciones en el citoplasma (linfocitos y monocitos).

2.6.2.2.1 Neutrófilos

Son las de mayor número en la sangre periférica, con un diámetro de 10-12 μm y tienen un solo núcleo con varias muescas producto de la división en lóbulos que va de 3 a 5, su núcleo es oscuro y partes más claras que se muestran azurófilos.

Como función principal de los neutrófilos esta la fagocitosis de bacterias y pequeñas partículas de materia, son considerados parte de la primera línea de defensa (Medway, 1990).

2.6.2.2.2 Eosinófilos

Son células mediadoras que participan en los procesos inflamatorios y también alérgicos, como parasitocidas y diferentes toxinas. La médula ósea es el lugar donde se producen (Guzmán, 2009).

Es ligeramente más grande que un neutrófilo maduro, presenta núcleo segmentado pero no de un modo tan estrecho, tiene solamente 2-3 lóbulos, de color violáceo.

2.6.2.2.3 Basófilos

Su presencia en la sangre periférica es rara, en algunos casos pueden ser escasos o ausentes, presenta un diámetro de 12-20 μ m, tiene el núcleo lobulado, segmentado y un citoplasma de color púrpura gris con pocos gránulos.

Los gránulos contienen histamina, la cual tiene un importante papel en la reacción de hipersensibilidad inmediata; y la heparina que inhibe la coagulación y tiene una función importante en la inflamación (Rebar, 2002).

2.6.2.2.4 Linfocitos

Después de los neutrófilos son los leucocitos más numerosos en la circulación. Los linfocitos varían mucho en su tamaño que va desde 6-18 μ de diámetro (Villiers y Blackwood, 2005).

Tiene como función reconocer sustancias que son extrañas para el organismo (antígenos), también presentan memoria celular.

En animales en condiciones óptimas, sus linfocitos que circulan derivan aproximadamente 70% del Timo (linfocitos T), y un 30% del Bazo (linfocitos B). Son células que pertenecen al sistema inmunitario específico, por tal motivo, producen anticuerpos y liberan moléculas conocidas como citoquinas (Rebar, 2002).

2.6.2.2.4 Monocitos

Son considerados los leucocitos de mayor tamaño con 15-20 μ de diámetro; tienen un citoplasma de moderado a abundante con respecto a la cantidad y de color azul-

cielo o azul-gris, con presencia de múltiples vacuolas transparentes, y algunas veces gránulos de color rosado y finos, parecidos a polvo.

Su función es de fagocitosis y remoción de partículas extrañas, sintetizan factores de complemento y participan en las reacciones inmunes. Se encuentran en menor proporción en el recuento diferencial, se forman en la médula ósea, se liberan a la circulación donde permanecen un corto tiempo y después entran a los tejidos para convertirse en macrófagos fijos o libres (Guzmán, 2009).

2.6.2.3 Trombocitos o plaquetas

Los trombocitos o plaquetas son cuerpos irregulares de forma redonda u ovoides pequeños, tienen el citoplasma claro de un color gris pálido con varios y finos gránulos rosa-purpuras o rojizos; de 2 a 4 μ de tamaño, derivados de la porción del citoplasma de grandes células (megacariocitos); no contienen núcleo y ya que a la vista al microscopio óptico se observan algunos detalles se han denominado “elementos formes” y ya no células (Jardon, 2003).

Son de suma importancia ya que participan en la coagulación sanguínea debido a su capacidad para agregarse unas con otras como respuesta a diferentes estímulos. Gracias a que tiene gránulos de sustancias activadoras de la coagulación tienen la capacidad de formar coágulos (Campbell, 2008).

2.6.2.4 Plasma sanguíneo

El plasma básicamente contiene agua, donde aproximadamente 6-88 g/dl son proteínas plasmáticas y 1,5 g/dl son sales inorgánicas, carbohidratos, lípidos, hormonas y vitaminas. Obtenemos plasma a partir de la sangre con anticoagulante, posteriormente a una centrifugación; al tomar la muestra sin anticoagulante, lo que se obtiene tras realizar la centrifugación se llama suero (Meyer y Harvey, 2007).

2.6.2.4.1. Proteínas plasmáticas

Las proteínas plasmáticas tienen una función nutritiva, realizan presión coloidal osmótica para el mantenimiento del equilibrio ácido-base. Cada proteína en forma individual es utilizada como enzimas, factores de coagulación, hormonas y sustancias de transporte. El hígado es el lugar principal para su síntesis y el otro lugar para la síntesis es el sistema inmunitario (Duncan y Prasse, 2005).

El plasma presenta un color amarillo característico debido a la presencia de proteínas.

La gran parte de la proteína total contiene albúmina y globulina, con una pequeña concentración de fibrinógeno. Las albúminas son utilizadas generalmente para ligar hormonas esteroideas, y las globulinas en algunos casos forman los anticuerpos que son utilizados en la defensa contra las diversas enfermedades; y el fibrinógeno que se disuelve en el plasma, es el responsable de la coagulación en presencia del calcio (Boffi, 2007).

La albúmina se considera como la proteína de mayor concentración en el plasma, esta transporta varias moléculas pequeñas en la sangre (ej. bilirrubina, calcio, progesterona y drogas), en animales domésticos (equinos, bovinos), representa un 35-50% de la concentración total de proteínas. Es de vital importancia para que no haya filtración del líquido de la sangre a los tejidos.

Las globulinas están en un 40% en el plasma. Se dividen en α -globulinas, β -globulinas y γ -globulinas. Las α y β -globulinas se sintetizan en el hígado y transportan lípidos y vitaminas liposolubles en la sangre. Las γ -globulinas (gammaglobulinas) son anticuerpos que son producidos por las células plasmáticas y son fundamentales para la defensa del organismo contra las diversas infecciones que se presentan.

El fibrinógeno es un fundamental factor de la coagulación. Su síntesis se realiza en el hígado y representa el 2-4% de las proteínas del plasma.

2.6.2.4.2 Sales inorgánicas

Sales minerales; o electrolitos, sustancias que al ser puesta en solución, se disocian en cationes y aniones. Son producto de la digestión de alimentos y las reacciones químicas que tiene lugar en el organismo. Ejemplos: cloruro de sodio y de potasio, fosfatos y carbonatos de calcio, bicarbonato, etc.

2.6.2.4.3 Sustancias nutritivas

En el plasma sanguíneo se encuentran productos finales del metabolismo de los alimentos ingeridos como: aminoácidos, ácidos grasos, glucosa, y glicerol (grasas neutras), vitaminas.

2.6.3 Valores hematológicos reportados

Se encontraron valores hematológicos normales de diferentes autores que presentan algunas diferencias. Y se puede concluir que debido al tamaño y origen de la muestra, el sexo, la raza, la salud, la actividad muscular, la temperatura ambiental, la altitud, el estado nutritivo y de hidratación de los animales en estudio, tienen influencia en los resultados de un hemograma, así como también el método de recolección de sangre y las diferentes técnicas que se emplean para su determinación (Jain, 1993).

En el Primer Curso Nacional de Cuyes Huancayo-1976, se reportaron valores hematológicos, donde se observan promedios de cada parámetro (Cuadro 5).

Valores reportados por Schalm *et al.* (1975) son de cuyes en diferentes edades y también especifica el sexo. En el cuadro se observa valores de cuyes machos de 63-90 días de edad (Cuadro 6).

Medway *et al.* (1986), muestra valores hematológicos normales en cuyes, pero sin especificar sexo, edad y tampoco tamaño muestral (Cuadro 7).

En 1999, ISIS (International Species Information System) reporta valores hematológicos de cuyes de diversos laboratorios y zoológicos del mundo, sin especificar edad ni sexo (Cuadro 8).

CUADRO 5. Valores hematológicos del cuy

	MACHOS	HEMBRAS
Glóbulos rojos (millones por mm³)	5.520	5.011
Glóbulos blancos (miles por mm³)	3.792	4.081
Hemoglobina (g. por 100 ml)	13.72	13.50
Hematocrito (%)	40.42	40.11
Volumen globular medio (μ³)	78.13	83.42
Hemoglobina globular media (uug)	24.86	27.15
Concentración media de hemoglobina globular (%)	3.474	34.71

FUENTE: PRIMER CURSO NACIONAL DE CUYES. HUANCAYO - 1976

CUADRO 6. Valores Hematológicos de cuyes machos de 63 - 90 días de edad

PARÁMETROS	MEDIA ± DESVÍO ESTANDAR
Glóbulos Rojos (10⁶/μl)	5.64 ± 0.38
Hematocrito (%)	46.3 ± 2.3
Hemoglobina (g/dl)	14.04 ± 0.9
VCM (fl)	82.2 ± 2.7
CHCM (g/dl)	30.3 ± 1.2
Glóbulos Blancos (10³/μl)	5.94 ± 1.23
Neutrófilos (%)	31.9 ± 10.7
Linfocitos (%)	65.9 ± 10.6
Monocitos (%)	1.3 ± 1.1
Plaquetas (10³/μl)	489 ± 109

FUENTE: SCHALM *et al.*, 1975

CUADRO 7. Valores Hematológicos normales del Cobayo

PARÁMETROS	MEDIA	RANGO
Glóbulos rojos (10⁶/μl)	6	4 - 7
Hemoglobina (g/dl)	14	11 - 17
Hematocrito (%)	40	33 - 45
Leucocitos (10³/μl)	10	7 - 14
Neutrófilos (células /mm³)	4000	2000 - 6000
Linfocitos (células /mm³)	5500	3000 - 8000
Monocitos (células /mm³)	1100	200 - 2000

FUENTE: MEDWAY *et al.*, 1986

CUADRO 8. Valores Hematológicos para cuyes.

	Animales	Media		Desvió estándar	Rango
Glóbulos Rojos (10⁶/μl)	12	4.9		0.73	4.04 - 6.70
Glóbulos Blancos (10³/μl)	14	7.012		3.463	3 - 14.4
Hemoglobina (g/dl)	12	13.1		1.6	10.6 - 16.2
Hematocrito (%)	14	38		5.2	28 - 46.7
VCM (fl)	12	78.2		8.2	55.2 - 84
CHCM (g/dl)	12	34		2	30.2 - 37.5
HCM (PG)	12	26.5		2.6	20 - 29.1
Neutrófilos (%)	14	37.5		31.2	13.3 - 52
Linfocitos (%)	14	55.1		27.7	33 - 51
Monocitos (%)	11	6.8		5.8	3 - 9.4
Eosinófilos (%)	8	3.1		3.5	1 - 5.2
Basófilos (%)	4	1		0.37	0.6 - 1.3
Neutrófilos en Banda (%)	1	1.2		0	-

FUENTE: ISIS VALUES, 1999

2.6.4 Hemograma

En Hematología un análisis principal o exámen que se debe realizar, es la Biometría Hemática Completa principalmente conocida como Hemograma; el cual consiste en determinar de manera cuantitativa y cualitativa los distintos componentes de la sangre, tales como: los Eritrocitos, Leucocitos y Plaquetas, así como también el Plasma y las Proteínas Plasmáticas.

El hemograma habitual te brinda información con respecto al estado nutricional en lo concerniente a la presencia o no de anemia, estado de hidratación, etc. Que se acompaña frecuentemente de disminución de la cantidad de linfocitos, que tienen deterioro de la función inmuno-celular (Marcos, 2003).

2.6.4.1 Componentes del hemograma e importancia

2.6.4.1.1 Glóbulos rojos o eritrocitos. Indican si hay presencia o no de anemia.

a) Determinación del hematocrito

Determina la relación entre el volumen de los eritrocitos y el de la sangre total. Esta prueba te orienta de manera valiosa en casos de anemia.

b) Determinación de hemoglobina

Indica la relación entre el hematocrito y el conteo de glóbulos rojos, de manera que sus variaciones ayudaría en caso de anemia.

c) Determinación de índices eritrocitarios

Para determinar estos valores es necesario obtener valores de Hematocrito, Hemoglobina y Recuento de Eritrocitos. Los índices eritrocitarios nos brindan información respecto al tamaño, la concentración de hemoglobina y la cantidad de esta. Nos indican el tipo de anemia.

- VCM (Volumen Corpuscular Medio)
- CMHC (Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular)
- HMC (Hemoglobina Media Corpuscular)

Si se quiere conocer el tipo de anemia es necesario interpretar estos índices.

2.6.4.1.2 **Glóbulos blancos o leucocitos.** La respuesta leucocítica y el campo del diagnóstico pueden dividirse en varias categorías dependiendo la cuenta leucocítica total y el patrón celular diferencial.

- El aumento (leucocitosis) o la disminución (leucopenia) de la cuenta leucocítica total, así como la alteración de un tipo de célula en particular puede ser significativo.
- Las alteraciones puede deberse a la forma de las células que normalmente no esten presentes en la sangre circulante, como células inmaduras o anormales.
- Algunos estados patológicos no producen alteración en las cuentas leucocitarias total o diferencial; en éstos, un cuadro normal sería significativo (Benjamín, 1991).

a) Neutrofilos

- **Neutrofilia**, se denomina así a una elevación en el número de neutrófilos que están circulando. Ocasionada por infecciones agudas, intoxicaciones, hemorragias, neoplasias malignas, traumas (Benjamín, 1991).

- **Neutropenia**, es la disminución en el número de neutrófilos que circulan en la sangre. Se presenta ante algunas infecciones víricas, en el inicio de una infección bacteriana localizada o generalizada, finalizando una infección bacteriana septicémica (Guzmán, 2009).

b) Linfocitos

- **Linfocitosis**, es el aumento en la cantidad de linfocitos con relación a los valores de referencia que se tenga. Las causas principales son; después de una vacunación, en animales jóvenes, enfermedades bacterianas crónicas, leucemia linfocítica.
- **Linfopenia**, es la disminución en la cantidad de linfocitos con relación a los valores de referencia que se tenga. Las causas principales son; infecciones virales, estrés grave, hiperadrenocorticismos, administración de corticoides (Núñez, 2007).

c) Eosinófilos

- **Eosinofilia**, es el aumento en el número de los eosinófilos. Se observa en casos como parasitosis, shock anafiláctico, estados alérgicos, reacción anafiláctica en microfilariosis (Benjamín, 1991).
- **Eosinopenia**, es la disminución en el número de eosinófilos. Se observa en casos como hiperfunción corticoadrenal, el estrés y la administración de corticosteroides. Generalmente la eosinopenia se desarrolla en enfermedades agudas (Sodikoff, 1996).

d) Monocitos

- **Monocitosis**, es el aumento en número de los monocitos, se observa en casos de administración de corticosteroides, infecciones bacterianas localizadas crónicas a veces asociadas a neutrofilia, infecciones micóticas difundidas, anemias hemolíticas, infección o inflamación aguda crónica, desórdenes inmunomediados. El grado de monocitosis indicaría que tan crónica es una infección (Guzmán, 2009).

e) Basófilos

- **Basofilia**, es el aumento en el número de basófilos, se observa en casos de la enfermedad respiratoria crónica, en parasitosis por dirofilaria immitis, en Hiperadrenocorticismo, hipotiroidismo, y leucemia basofílica (Benjamín, 1991).

2.6.4.1.3 Plaquetas o trombocitos

- **Trombocitosis**, es el aumento del número de plaquetas, se observa en trastornos mieloproliferativos, procesos malignos o infecciosos, en deficiencia de hierro, en traumatismos, en hemorragias, en esplenectomía y anemias regenerativas (Guzmán, 2009).
- **Trombocitopenia**, es la disminución del número de plaquetas. La trombocitopenia puede ser heredada o adquirida. Se observa en casos de múltiples enfermedades, además de ser un indicativo de pérdida de sangre en animales, CID etc

2.6.5 Química sanguínea

Los indicadores que normalmente se determinan son los siguientes:

2.6.5.1 Glucosa

La glucosa es la fuente de energía del cuerpo y se regula por la acción conjunta de insulina y glucagón.

- Hiperglucemia, normalmente por diabetes mellitus. Se puede observar una hiperglucemia transitoria tras la liberación de adrenalina y posterior colección de muestras después de haber comido recientemente.
- Hipoglucemia, en casos de neoplasias pancreáticas, el shock, la desnutrición, los tumores no pancreáticos, el hipoadrenocorticismo y los grandes esfuerzos (Sodikoff, 1996).

2.6.5.2 Urea

Producto obtenido a partir de la desintegración durante el metabolismo de las proteínas endógenas y exógenas, su síntesis es a nivel hepático, se filtra y reabsorción se da a nivel renal.

El aumento, se presenta en casos como insuficiencia renal, hemorragias, bacterias entéricas, dietas ricas en proteínas.

La disminución indica problemas como enfermedad hepática avanzada, hidrataciones excesivas, caquexia.

2.6.5.3 Creatinina

La creatinina se obtiene a partir del metabolismo muscular, es un producto nitrogenado. Los niveles que se encuentran depende de la alimento ingerido y el catabolismo proteico (Sodikoff, 1996).

La creatinina se ve aumentada en la sangre cuando hay disminución de la filtración glomerular, esto se da en enfermedades renales (insuficiencia renal con uremia, nefritis agudas, nefrotoxicosis). De igual manera cuando hay daños musculares extensos (Guzmán, 2009).

2.6.5.4 Alanina aminotransferasa (ALT)

La ALT, se encuentra en altas cantidades en el citoplasma de las células hepáticas. Esta es una enzima, es un indicador de alguna lesión a nivel hepático, sin embargo no indica la causa o si el daño tiene reversibilidad (Sodikoff, 1996).

2.6.5.5 Aspartato aminotransferasa (AST)

La AST, es una enzima que se encuentra en la mitocondrias. La presencia elevada de la AST sérica se observa en necrosis del músculo esquelético y cardiaco y en la necrosis hepática. Cuando la elevación de la AST sérica no va acompañada de la elevación de ALT indica necrosis muscular (Sodikoff, 1996).

2.6.5.6 Fosfatasa Alcalina (ALP)

La fosfatasa alcalina se puede encontrar ya sea a nivel hepático como en el tejido óseo. Cuando hay una reparación de una lesión hepática los niveles de ALP estarán elevados, por lo que su incremento no es indicador de un mal pronóstico.

2.6.5.7 Proteínas totales

El Plasma, contiene muchas proteínas diferentes y cada una de ellas cumple distintas funciones. Estas proteínas, se dividen en Albúminas, Alfa-Globulinas, Beta-Globulinas y Gamma-Globulinas.

El aumento indica obstrucciones y/o rotura del tracto urinario, fallo a nivel renal oligurico-anurico, hipoadrenocorticismo, acidosis metabólica.

La disminución se presenta en casos como hemorragias, enteropatía con pérdida proteica, mala digestión, mala asimilación, mala absorción, mala nutrición, enfermedades exudativas cutáneas graves.

- Hipoalbuminemia, presente en deficiencia hepática, deficiencia renal: Glomerulonefritis, Efusiones crónicas.
- Hipoglobulinemia, presente en recién nacidos, Inmunodeficiencias (congénitas o adquiridas)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Localización

El lugar donde se realizó la investigación es en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)- Proyecto cuyes ubicado en Avenida la Molina 1981, La Molina-Lima. El procesamiento de las muestras se llevó a cabo en Lab-Vet Biopacific ubicado en Av. Nicolás Arriola 861 La Victoria-Lima.

3.1.2 Material biológico

La investigación se realizó con 20 cuyes machos divididos en dos grupos:

- Grupo control: consta de 10 cuyes.
- Grupo experimental: consta de 10 cuyes a los cuales se les suplementó el probiótico.

Los dos grupos fueron criados con iguales condiciones en cuanto a la alimentación, manejo y control sanitario.

3.1.3 Materiales empleados en la fase de campo

En la fase experimental se evaluó el crecimiento de 20 cuyes alimentados con una ración con alta densidad nutricional con o sin suplementación de probiótico *Lactobacillus sp.* (*L. acidophilus*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*).

La alimentación en la crianza de ambos grupos se realizó utilizando una combinación de forraje verde (chala) más concentrado (maíz amarillo, torta de soya, pasta de algodón).

El manejo se consideró la limpieza de las pozas, en el control sanitario se consideró la bioseguridad (protección física, química e inmunológica).

Con respecto al control sanitario se evaluó el comportamiento como las actitudes, costumbres de los cuyes y también se consideró un examen clínico observando la presencia o no de lesiones, control de peso, apetito.

Suplementación de probiótico vía oral (5×10^8 ufc).

3.1.4 Materiales para la recolección de sangre

- Tubos tipo Vacutainers de 3ml, con anticoagulante EDTA.
- Tubos tipo Vacutainers de 3ml, sin anticoagulante.
- Guantes.
- Caja de Tecnopor.
- Hielo y/o refrigerante.
- Algodón.
- Alcohol 96°
- Agujas 23Gx1”

3.2 Metodología

3.2.1 Procedimiento y obtención de muestras

Los animales fueron criados bajo condiciones de temperatura, luz y humedad adecuadas para garantizar su correcto desarrollo.

A partir del destete (dos semanas de vida) se les administró a los cuyes el probiótico diariamente vía oral durante siete semanas (recreía) hasta su beneficio, esto se realizará en horas de la mañana (8-10 am).

La toma de muestra se realizó en el momento del beneficio, pasada las siete semanas de la aplicación diaria del probiótico, para ello se utilizó tubos con anticoagulante EDTA y sin anticoagulante.

Posteriormente, las muestras de sangre se llevaron en un contenedor con gel refrigerante al laboratorio Lab-Vet Biopacific, para su respectivo procesamiento, luego se analizará los resultados correspondientemente.

3.2.2 Métodos de evaluación hematológica

Hemograma

- Hemoglobina: Espectrofotómetro.
- Hematocrito: Conteo por impedancia.
- Eritrocitos: Conteo eritrocítico por impedancia.
- Leucocitos: Conteo leucocitario por impedancia.

- Plaquetas: Conteo plaquetario por impedancia.

3.2.3 Métodos de evaluación bioquímica

- Proteínas totales: Método de Biuret.
- Albúmina: Unión a colorantes BCG (verde BromoCresol).
- Globulina: Relación A/G.
-

3.3 Análisis de datos

3.3.1 Tamaño muestral

El tamaño muestral con el que se trabajó fue de 10 cuyes machos del grupo al que se le suplementó el probiótico y 10 cuyes machos del grupo control.

En ambos casos se tomaron al total de los individuos para obtener la muestra de sangre.

3.3.2 Análisis estadístico

Se utilizaron los valores promedio o medias (\bar{X}) como medidas de tendencias central y el Desvío Estándar como medida de dispersión para el análisis de los datos. Así mismo se presentaron los rangos para cada variable evaluada.

Con el fin de comparar los parámetros hematológicos y bioquímicos se realizó la prueba estadística t-student.

IV. RESULTADOS

En los siguientes cuadros se puede observar los resultados de las evaluaciones hematológicas y bioquímicas de las 20 muestras que se obtuvieron. El cuadro 5 corresponde a 10 cuyes que no fueron suplementados con el probiótico y el cuadro 6 corresponde a los 10 cuyes que si fueron suplementados con probiótico.

CUADRO 9. Valores del hemograma y bioquímica en cuyes sin suplementación de probiótico

	Media	Desv. Estándar	Intervalo de ref.
HEMOGRAMA			
ERITROCITOS (10⁶/μl)	5,75	0,31	3,2 - 8,0
Hb (g/dL)	15,59	0,88	10,0 - 17,2
Ht (%)	46,67	3,00	32 – 50
VCM (fL)	79,80	2,25	67 – 77
HCM (pg)	26,64	0,97	26 – 29
CHCM (g/dL)	33,47	0,77	30- 34
LEUCOCITOS (10³/μl)	10,65	4,71	5,5 - 17,5
NEUTROFILOS (%)	56,70	8,03	22 – 48
LINFOCITOS (%)	37,40	7,35	39 – 72
MONOCITOS (%)	0,70	0,48	0 – 9
EOSINFILOS (%)	5,20	1,81	0 – 7
BASOFILOS (%)	0	0,00	0 - 2,7
PLAQUETAS (10³/μl)	724,80	105,00	260 - 740
BIOQUIMICA			
PROTEINAS TOTALES (mg/dl)	6,67	0,99	4,2 - 6,8
ALBUMINAS (mg/dl)	3,07	0,34	2,1 - 3,9
GLOBULINAS (mg/dl)	3,70	0,78	1,7 - 2,6

VCM: Volumen Corpuscular Medio

CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

HCM: Hemoglobina Corpuscular Media.

***Parámetros referenciales:** Exotic Small Mammal Care and Husbandry 2013

CUADRO 10. Valores del hemograma y bioquímica en cuyes suplementados con probiótico *Lactobacillus spp.*

	Media	Desv. Estándar	Intervalo de ref.
HEMOGRAMA			
ERITROCITOS (10⁶/μl)	5,04	0,83	3,2 - 8,0
Hb (g/dL)	13,57	2,29	10,0 - 17,20
Ht (%)	40,60	7,14	32 - 50
VCM (fL)	79,70	6,65	67 - 77
HCM (pg)	27,34	1,24	26 - 29
CHCM (g/dL)	34,00	2,94	30- 34
LEUCOCITOS (10³/μl)	2,75	1,04	5,5 - 17,5
NEUTROFILOS (%)	77,70	11,19	22 - 48
LINFOCITOS (%)	17,70	9,07	39 - 72
MONOCITOS (%)	3,70	1,64	0 - 9
EOSINFILOS (%)	0,60	1,58	0 - 7
BASOFILOS (%)	0	0	0 - 2,7
PLAQUETAS (10³/μl)	480	232,42	260 - 740
BIOQUIMICA			
PROTEINAS TOTALES (mg/dl)	5,17	0,72	4,2 - 6,8
ALBUMINAS (mg/dl)	2,90	0,22	2,1 - 3,9
GLOBULINAS (mg/dl)	2,17	0,59	1,7 - 2,6

VCM: Volumen Corpuscular Medio

CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

HCM: Hemoglobina Corpuscular Media.

CUADRO 11. Valores del hemograma y bioquímica en cuyes con y sin suplementación de probiótico *Lactobacillus spp.*

	Cuyes sin probiótico		Cuyes con probiótico		Intervalo de ref.*
	Media	Desv. Estándar	Media	Desv. Estándar	
HEMOGRAMA					
ERITROCITOS (10 ⁶ /μl)	5,75	± 0,31	5,04	± 0,83	3,2 - 8,0
Hb (g/dL)	15,59	± 0,88	13,57	± 2,29	10,0 - 17,20
Ht (%)	46,67	± 3,00	40,60	± 7,14	32 - 50
VCM (fL)	79,80	± 2,25	79,70	± 6,65	67 - 77
HCM (pg)	26,64	± 0,97	27,34	± 1,24	26 - 29
CHCM (g/dL)	33,47	± 0,77	34,00	± 2,94	30- 34
LEUCOCITOS (10 ³ /μl)	10,65	± 4,71	2,75	± 1,04	5,5 - 17,5
NEUTROFILOS (%)	56,70	± 8,03	77,70	± 11,19	22 - 48
LINFOCITOS (%)	37,40	± 7,35	17,70	± 9,07	39 - 72
MONOCITOS (%)	0,70	± 0,48	3,70	± 1,64	0 - 9
EOSINFILOS (%)	5,20	± 1,81	0,60	± 1,58	0 - 7
BASOFILOS (%)	0	± 0	0	± 0	0 - 2,7
PLAQUETAS (10 ³ /μl)	724,80	± 105,00	480	± 232,42	260 - 740
BIOQUIMICA					
PROTEINAS TOTALES (mg/dl)	6,67	± 0,99	5,17	± 0,72	4,2 - 6,8
ALBUMINAS (mg/dl)	3,07	± 0,34	2,90	± 0,22	2,1 - 3,9
GLOBULINAS (mg/dl)	3,70	± 0,78	2,17	± 0,59	1,7 - 2,6

VCM: Volumen Corpuscular Medio

CHCM: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

HCM: Hemoglobina Corpuscular Media.

***Parámetros referenciales:** Exotic Small Mammal Care and Husbandry 2013

4.1 Hemograma

Los resultados mostrados en las tablas con respecto a los valores del hemograma en ambas poblaciones, muestran diferencias estadísticas significativas para la serie leucocítica, donde el promedio hallado en la investigación para estos es de $10,65 \pm 4,71 \times 10^3/\mu\text{l}$, para los cuyes a los que no se les suplemento el probiótico y $2,75 \pm 1,4 \times 10^3/\mu\text{l}$, para los cuyes a los que se le suplemento probiótico; para neutrófilos es de $56,70 \pm 8,03 \%$, en caso de los cuyes a los que no se les suplemento probiótico y de $77,70 \pm 11,19 \%$, para los cuyes a los cuales se les suplemento probiótico; para linfocitos es de $37,40 \pm 7,35 \%$, para los cuyes a los que no se les suplemento el probiótico, y de $17,70 \pm 9,07 \%$, para los cuyes a los que se les suplemento el probiótico. El promedio hallado para las plaquetas es de $724,80 \pm 105,00 \times 10^3/\mu\text{l}$, para los cuyes a los que no se les suplemento el probiótico, y de $480 \pm 232,42 \times 10^3/\mu\text{l}$, para los cuyes a los que se les suplemento probiótico.

4.2 Bioquímica

Los resultados hallados para estos valores en ambas poblaciones, indican que no hay diferencia estadísticas significativas, ya que el promedio encontrado para las proteínas totales es de $6,67 \pm 0,99 \text{ mg/dl}$, para los cuyes a los que no se les suplemento probiótico, y de $5,17 \pm 0,72 \text{ mg/dl}$, para los cuyes a los que se les suplemento probiótico; en el caso de albuminas es de $3,07 \pm 0,34 \text{ mg/dl}$ para los cuyes a los que no se les suplemento probiótico, y de $2,90 \pm 0,22 \text{ mg/dl}$, para los cuyes a los que se le suplemento el probiótico; en el caso de globulinas es de $3,70 \pm 0,78 \text{ mg/dl}$, en cuyes a los que no se les suplemento probiótico, y de $2,7 \pm 0,59 \text{ mg/dl}$, para los cuyes a los que se les suplemento probiótico.

V. DISCUSIÓN

Para intentar interpretar los valores obtenidos en el presente estudio es necesario conocer los valores normales y también las variaciones normales que pudieran ocurrir. Se debe tener presente que los valores se pueden ver alterados por distintos motivos o sustancias como anestésicos generales y sedantes, comúnmente utilizados, lo que generan resultados elevados que no son reales.

La discusión se basará con los promedios y sus respectivas desviaciones estándar (DE) de los valores hallados en cuyes de la base de datos del International Species Information System (ISIS - 1999), datos de MEDWAY *et al.*, 1986, Exotic Small Mammal Care and Husbandry 2013

los valores obtenidos en el estudio para ambas poblaciones muestran resultados que se pueden interpretar, que no hay diferencia estadística significativa en el caso de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, VCM (volumen corpuscular medio), HCM (hemoglobina corpuscular media), CHCM (concentración de hemoglobina corpuscular media), pero para el caso de Leucocitos, Neutrofilos, Linfocitos; los valores hallados indican que si hay diferencia estadística significativa.

Los valores hallados para Bioquímica (Proteínas totales, albuminas, globulinas), también indican que no hay diferencia estadística significativa.

VI. CONCLUSIÓN

Los valores obtenidos de las dos poblaciones en la investigación muestran que están dentro del intervalo de referencia (Exotic Small Mammal Care and Husbandry 2013).

La suplementación de probiótico *Lactobacillus* sp. (*L. acidophilus*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*) en la dieta incide en los parámetros hematológicos y bioquímicos nutricionales en cuyes en la etapa de recría.

Hay diferencia estadística para los valores de leucocitos, neutrofilos, monocitos y Plaquetas.

En los valores del parámetro bioquímico no presenta mayor diferencia estadística.

La suplementación de probiótico *Lactobacillus* sp. (*L. acidophilus*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*) tiene importancia en los parámetros hematológicos y bioquímicos nutricionales, ya que inciden en sus valores.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ministerio de Agricultura y Riego. (2003). Cuyes. Junio 2008, de Ministerio de Agricultura y Riego Sitio web: <http://www.minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/300-cuyes>
2. Chauca, L. (1997) Estudio FAO producción y sanidad animal 138. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. *Producción de Cuyes (Cavia porcellus)*.
3. Jiménez, R. (2010). E.E. IVITA El Mantaro. Fac. Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Manual para el manejo de reproductores híbridos especializados en producción de carne*.
4. Medway, W., Prier, J., y Wilkinson, J. (1986) *Patología Clínica Veterinaria*. México: Editorial Hispano – Americana, S.A.
5. Tsai, C., Hsih, H., Chiu, H., Lai, Y., Liu, J., Yu, B., et al. (2005). Int J Food Microbiol. *Antagonistic activity against Salmonella infection in vitro and in vivo for two Lactobacillus strains from swine and poultry* 102(2):185-94.
6. Erickson, K. y Hubbard, N. (2000). Journal Nutrition. *Probiotic immunomodulation in health and disease*, 130(2S Suppl): 403S-409S.
7. Wittwer, F. y Contreras, P. (1998). Avances en Nutrición Animal. *El perfil metabólico en el control de los desbalances nutricionales*. Universidad Austral de Chile.
8. Bidegain, J. (1985). *Efecto de una suplementación mineral en los perfiles metabólicos y la ganancia de peso en novillos entre 6 y los 18 meses de edad, mantenidos a pastoreo*. (Tesis). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.
9. Spotorno, A., Valladares, J., Marin, J., y Zeballos, H. (2004) Molecular diversity among domestic guinea-pigs (*Cavia porcellus*)

and their close phylogenetic relationship with the Andean wild species *Cavia tschudii*. ISSN 0716-078X. vol. 77, n°.2, pp. 243-250.
Recuperado de: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v77n2/art04.pdf>

10. Aliaga, L. (1979). *Producción de Cuyes*. Universidad del Centro del Perú.
11. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y El Caribe. Roma.
12. Moreno, R. *El cuy*. 2a ed. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
13. Zaldivar, A. M. (1976) Crianza de cuyes y generalidades. *I Curso Nacional de Cuyes. Universidad Nacional del Centro*. Huancayo, Perú.
14. Cooper, G., y Schiller, A. (1975). *Anatomy of the guinea pig*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
15. Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA. (1995). *Crianza de Cuyes*. Reimpresión. Lima, Perú.
16. Chauca, F. L. (1993). Experiencias de Perú en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). En: Libro de conferencias: *IV Symposium de especies animales subutilizadas*. UNELLEZ-VPA. Barinas, Venezuela.
17. Gómez, B. C., y Vergara, V. (1993). Fundamentos de nutrición y alimentación. En: *I Curso Nacional de Capacitación en Crianzas Familiares*. INIA. p. 38-50. Lima. Perú.
18. National Research Council. (1995). Nutrient Requirements of Laboratory Animals. A report of the Board on Agriculture. Subcommittee on Laboratory Animal Nutrition. Committee on Animal Nutrition: National Academy Press. 4th rev. ed. Washington, D.C.

19. Milla, M. (2005). *Evaluación de tres niveles de proteína y su efecto sobre el comportamiento productivo de cobayos de engorde bajo un sistema de crianza con exclusión de forraje verde*. (Tesis). Facultad de Zootecnia, Dpto. de Producción Animal UNALM. Lima, Perú.
20. Remigio Espinoza, Rosa. (2008). *Evaluación de raciones con diferente densidad nutricional sobre dos bases genéticas de cobayos *Cavia Porcellus**. (tesis doctoral). Facultad de Zootecnia, UNLAM. Perú.
21. Vergara Rubín, Víctor. (2008). Avances en nutrición y alimentación de cobayos. En *XXXI Reunión Científica Anual De La Asociación Peruana De Producción Animal APPA*. UNALM.
22. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. (1995). *Crianza de Cuyes*. Lima, Perú.
23. Benito López, Diannett. (2008). *Evaluación de la suplementación de vitamina c estabilizada en dietas peletizadas de inicio y crecimiento en cobayos mejorados (*Cavia porcellus*)*. (Tesis de maestría). Escuela de Post Grado. Especialidad Nutrición, UNALM. Perú.
24. INIA-CIID. (1994). *Investigaciones en cobayos*. Asociación Peruana de Producción Animal. Informe Técnico N° 6 94. 197 págs. Lima, Perú.
25. Chauca, F. L. (1992). Efecto del agua de bebida en la producción de cuyes hembras en empadre. En: *XV Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA)*, Pucallpa, Perú.
26. Bustamante, J. (1993). *Producción de Cuyes*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Facultad de Medicina Veterinaria. Lima.
27. Aliaga, L. (1995). Dirección General de Transferencia de Tecnología. Programa de Investigación en Crianzas Familiares. Instituto Nacional de Investigación Agraria. *Crianza de Cuyes*.

28. Zevallos, D. (2000). *El cuy su crianza y explotación*. Lima: Ediciones Enrique Capelleti.
29. Instituto Nacional de Investigación Agraria-INIA. (2003) *Libro azul. Proyectos de la DNI de crianzas*. Recuperado de: http://www.inia.gob.pe/images/AccDirectos/publicaciones/LibroAzul/A_II.pdf
30. Villanueva, Y. (2001). *Crianza de Cuyes*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
31. Canchari, A. (1995). *El cuy*. Manual práctico para su crianza en la comunidad. Ministerio de Agricultura. PRONAMACHCS.
32. Naidu, A.S., Bidlack, W.R., y Clemens, R.A. (1999). Crit. Rev. In Food Sci and Nutr. *Probiotics spectra of lactic acid bacteria (LAB)*. 38:13-126.
33. Fuller, R. (1989). Journal of Applied Bacteriology. Probiotics in man and animals. 66: 365-378.
34. Dunne, C.L., O'Mahony, L., Murphy, G., Thornton, D., Morrisen, S., O'Halloran, M., Feeney, S., Flynn, G., Fitzgerald, C., Daly, B., Kiely, G., O'Sullivan, F., y Shanahanand, Collins, J.K. (2001). J. of Clin. Nutr. *In vitro selection criteria for probiotic bacteria of human origin: correlation with in vivo findings*. Am. 73(Supl.): 386S-392S.
35. Farnworth, E.R. (2001). *Probiotics and prebiotics*. En *Handbook of Nutraceutical and functional foods*. Ed. CRC Press. Cap. 25: 407 – 422.
36. Zimmermann, B., Bauer, E., y Mosenthin, R. (2001). J Anim Feed Sci. *Pro- and prebiotics in pig nutrition—potential modulators of gut health?* 10: 47–56.
37. Morales, S., Mattos, J., y Calle, S. (2007). Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) en la dinámica de la infección por *Salmonella*

- entérica* en cobayos. En: *XXX reunión Científica Anual. Cuzco; Asociación Peruana de Producción Animal. Cuzco – Perú.*
38. Yeo, J., y Kim, K.I. (1997). *Poult Sci. Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic or Yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks.* 76: 381–385.
39. Thomke, S., y Elwinger, K. (1998). *Annals of Zootechnology. Growth promotants in feeding pigs and poultry III. Alternatives to antibiotic growth promotants.* 47: 245–271.
40. Prasad, J.H., Gill, J, y Gopal, P.K. (1998). *Int. Dairy J. Selection and characterization of Lactobacillus and Bifidobacterium strains for use as probiotics.* 8:993-1002.
41. Rodríguez, M. (1994). *Bacterias productoras de ácido láctico: Efecto sobre el crecimiento y la flora intestinal de pollos, gazapos y lechones.* (Tesis doctoral). Fac. de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
42. Hassan A, Frank J. (2001). *Starter cultures and their use.* En H.E. Marth y L. Steele; *Applied dairy microbiology. Second edition. Revised and expanded.* Ed. Marcel Dekker, INC, New York, EEUU.
43. Corcionivoschi, N., Drinceanu, D., Stef, L., Luca, I., Julean, C., y Mingyart, O. (2010). *Innovative Romanian Food Biotechnol. Probiotics-identification and ways of action.* 6: 1-11.
44. Blanchard, P., y Wright, F. (2000). *Pig Progr. Less buffering more enzymes and organic acids.* 16 (3): 23–25.
45. Guerin-Danan, C., Meslin, J., Chambard, A., Charpiliense, A., Relano, P., y Bouley, C. (2001). *J Nutr. Food supplementation with milk fermented by Lactobacillus casei DN-114 001 protects suckling rats from rotavirus associated diarrhea.* 131: 111-117.

46. Vassalo, M., Fíalo, E., Oliviera, A., Teixeira, A., Bertechini, A, y De-Oliveira, A. (1997). Rev Soc Bras Zoot. Probiotic of piglets from 10 to 30 kg live weight. 26(1): 131-138.
47. Matew, A., Chatin, S., Robbins, C., y Golden, D. (1998). J Anim Sci. Effect of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations, fermentation acids, performance of weanling pigs. 76: 2138-2145.
48. Bernardeau, M., Guguen, M., y Vernoux, J. (2005). *Beneficial lactobacilli in food and feed: long-term use, biodiversity and proposals for specific and realistic safety assessments*. Laboratoire de Microbiologie Alimentaire. ISBIO. Université de Caen Basse-Normandie. Caen. France.
49. Meyer, D. J., y Harvey, J. W. (2007). *Medicina laboratorial veterinaria: interpretación y diagnóstico*. San Cugat del Vallés, Barcelona: Multiméfica Ediciones Veterinarias.
50. Medway, W., In Prier, J. E., y Wilkinson, J. S. (1990). *Patología clínica veterinaria*. México: UTEHA.
51. Jardon, G. (2003). *Hematología en veterinaria*. Mexico D.F.: Universidad Nacional Autónoma De Mexico.
52. Rebar, A.P., Mac, W., y Metzger, F. (2002). *Manual de Hematología de perros y gatos*. Barcelona: Multimedia S.A.
53. Villiers, E., y Blackwood, L. (2005). *Manual de Diagnóstico de Laboratorio en Pequeños Animales*. España: BSAVA. 2 ed. Lexus. 657 p.
54. Latimer, K. S., Mahaffey, E. A., y Prasse, K. W. (2005). *Patología clínica veterinaria*. Sant Cugat del Vallès: Multiméfica Ediciones Veterinarias.
55. Mutis, A., y Ramírez, E. (2003). *Determinación y análisis de valores fisiológicos pre y post ejercicio en una población de atletas equinos*

de salto en Bogotá, Colombia. (Tesis). Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

56. Boffi, F. M. (2007). *Fisiología del ejercicio en equinos*. Buenos Aires: Inter-Médica.
57. Benjamín, M. (1991). *Manual de patología clínica en veterinaria*. México: Limusa. 3ª Ed.
58. Guzmán, J. (2009). *Guía de Patología Clínica Veterinaria*. Bolivia: FCV. UAGRM. Santa Cruz. pp. 2 – 46.
59. Nuñez, L. (2007). *Patología Clínica Veterinaria*. Mexico: UNAM.
60. Sodikoff, C. (1996). *Pruebas diagnósticas y de laboratorio en las enfermedades de pequeños animales*. Madrid, España: Mosby-Doyma. 2º ed. 435 p.