



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Perfil Metabólico básico de cobayos machos “*Cavia porcellus*” en tres sistemas de crianza**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista.

**Autores:**

Tania Alexandra Encalada Sinche

CI: 0302496849

[taesencalada@gmail.com](mailto:taesencalada@gmail.com)

Laura Gabriela Ortega Benites

CI: 0107163255

[laumo@hotmail.es](mailto:laumo@hotmail.es)

Director:

Dr. Cornelio Alejandro Rosales Jaramillo

CI: 0300919214

Cuenca – Ecuador

30-septiembre-2020



## Resumen

El objetivo del presente estudio fue analizar los valores séricos de Calcio, Fósforo, Magnesio, Proteínas Totales, Albúmina, Globulina y Glucosa en el cobayo "*Cavia porcellus*" mediante química seca. Se emplearon 90 cuyes machos, con edades entre 50 a 60 días de una línea mejorada, con pesos comprendidos entre 800 a 900 gr de peso vivo; los mismos fueron distribuidos en 3 grupos: familiar, familiar-comercial y comercial, en dos parroquias del cantón Cuenca; tanto para la parroquia Baños como Ricaurte se muestreo 45 cobayos machos en cada una de ellas, los cuales se dividieron en 15 muestras por sistema de producción. La muestra fue tomada utilizando la técnica de venopunción, para luego ser procesada en el Laboratorio Clínico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se utilizaron instrumentos de estadística descriptiva; análisis de varianza, prueba de significancia, además correlación y regresión lineal. En conclusión los valores de referencia generales para cobayos en los tres sistemas de producción fueron: Calcio  $8,7 \pm 1,15$ ; Fósforo  $5,8 \pm 1,21$ ; Magnesio  $3,4 \pm 0,44$ ; Glucosa  $121,9 \pm 26,46$ ; Proteínas Totales  $5,3 \pm 0,71$ ; Albúmina  $2,2 \pm 0,19$ ; Globulinas  $3,1 \pm 0,6$ . Observándose una influencia del sistema de producción sobre Magnesio, Glucosa, Proteínas Totales y Globulina; sobre todo en el Sistema Comercial presentando una correlación significativa con respecto a los analitos mencionados, debido a la composición de la dieta comercial. La Glucosa es uno de los valores más representativos, presentando una relación del 33% con el sistema de producción. Los datos obtenidos en esta investigación quedan como precedente para futuras investigaciones con el fin de establecer datos referenciales que servirán para el posible diagnóstico clínico de enfermedades de esta especie.

**Palabras clave:** Valores Séricos. Metabolitos. Sistema de Producción. Analito. Salud.



## ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze serum values of Calcium, Phosphorus, Magnesium, Total Proteins, Albumin, Globulin and Glucose in the guinea pig (*Cavia porcellus*) by dry chemistry. They were used 90 male guinea pigs, ages between 50 to 60 days of an improved line, with weights between 800 to 900 gr of live weight were used; they were distributed in 3 groups: family, family-commercial and commercial, in two parishes of located in Cuenca, Azuay province; for both parishes Baños and Ricaurte, 45 male guinea pigs were sampled in each of them, which were divided into 15 samples per production system. The sample was taken using venipuncture technique, after that procedure, samples were processed at the Clinical Laboratory of the Agricultural Sciences Faculty. Were used descriptive statistical instruments were applied like; analysis of variance, significance test, also correlation and linear regression. In conclusion, the general reference values for guinea pigs in the three production systems were: Calcium  $8.7 \pm 1.15$ ; Phosphorus  $5.8 \pm 1.21$ ; Magnesium  $3.4 \pm 0.44$ ; Glucose  $121.9 \pm 26.46$ ; Total Proteins  $5.3 \pm 0.71$ ; Albumin  $2.2 \pm 0.19$ ; Globulins  $3.1 \pm 0.6$ . Observing an influence of the production system on Magnesium, Glucose, Total Proteins and Globulin; especially the Commercial System, presenting a significant correlation with respect to the aforementioned analytes, due to the composition of the commercial diet. Glucose is one of the most representative values, presenting a 33% relationship with the production system. Data obtained in this research remains as a precedent for future research with the purpose to establish referential data that will serve for the possible clinical diagnostic of illness in this species.

**Keywords:** Serum values. Metabolites. Production system. Analyte. Health.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Generalidades de los Cobayos.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Sistemas de Producción. ....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1 Crianza Familiar .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2 Crianza Familiar- Comercial.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3 Crianza Comercial .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Nutrición y Alimentación.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1 Requerimientos Nutricionales del Cobayo.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 Perfil Metabólico .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 Minerales .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.1 Fuente de los Minerales .....</b>	<b>28</b>
<b>2.6 Calcio / Ca .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.1 Descripción del Calcio. ....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.2 Funciones del Calcio.....</b>	<b>30</b>
<b>2.6.3 Absorción del Calcio. ....</b>	<b>30</b>
<b>2.6.4 Hipocalcemia.....</b>	<b>30</b>
<b>2.6.5 Hipercalcemia .....</b>	<b>31</b>
<b>2.7 Fósforo / P .....</b>	<b>31</b>
<b>2.7.1 Descripción del Fósforo.....</b>	<b>31</b>
<b>2.7.2 Funciones del Fósforo. ....</b>	<b>32</b>
<b>2.7.3 Absorción del Fósforo.....</b>	<b>32</b>
<b>2.7.4 Hipofosfatemia.....</b>	<b>32</b>



<b>2.7.5 Hiperfosfatemia.....</b>	<b>33</b>
<b>2.8 Magnesio / Mg .....</b>	<b>33</b>
<b>2.8.1 Descripción del Magnesio.....</b>	<b>33</b>
<b>2.8.2 Funciones del Magnesio. ....</b>	<b>34</b>
<b>2.8.3 Absorción del Magnesio. ....</b>	<b>34</b>
<b>2.8.4 Hipomagnesemia .....</b>	<b>34</b>
<b>2.8.5 Hipermagnesemia.....</b>	<b>35</b>
<b>2.9 Glucosa.....</b>	<b>35</b>
<b>2.9.1 Descripción de la Glucosa .....</b>	<b>35</b>
<b>2.9.2 Funciones de la Glucosa.....</b>	<b>36</b>
<b>2.9.3 Absorción de la Glucosa .....</b>	<b>36</b>
<b>2.9.4 Hipoglucemia .....</b>	<b>36</b>
<b>2.9.5 Hiperglucemia .....</b>	<b>36</b>
<b>2.10 Proteínas Totales .....</b>	<b>37</b>
<b>2.10.1 Descripción de las Proteínas Totales.....</b>	<b>37</b>
<b>2.10.2 Funciones de las Proteínas Totales.....</b>	<b>37</b>
<b>2.11 Albúmina.....</b>	<b>37</b>
<b>2.11.1 Descripción de la Albúmina .....</b>	<b>37</b>
<b>2.11.2 Funciones de la Albúmina .....</b>	<b>37</b>
<b>2.11.3 Hipoalbuminemia.....</b>	<b>38</b>
<b>2.11.4 Hiperalbuminemia .....</b>	<b>38</b>
<b>2.12 Globulina .....</b>	<b>38</b>
<b>2.12.1 Descripción de la Globulina .....</b>	<b>38</b>
<b>2.12.2 Funciones de la Globulina .....</b>	<b>38</b>
<b>2.12.3 Hipoglobulinemia .....</b>	<b>38</b>



2.12.4	Hiperglobulinemia .....	39
2.13	Química Seca .....	39
2.13.1	Ventajas de la Química Seca.....	39
2.13.2	Desventajas de la Química Seca .....	40
2.14	Química Húmeda.....	40
2.14.1	Ventajas de la Química Húmeda .....	40
2.14.2	Desventajas de la Química Húmeda.....	40
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	41
3.1	Materiales .....	41
3.1.1	Materiales Biológicos.....	41
3.1.2	Materiales de Trabajo .....	41
3.1.3	Materiales Químicos y Reactivos .....	41
3.1.4	Material de Laboratorio y Equipos .....	41
3.1.5	Material de Oficina.....	42
3.2.	Métodos .....	43
3.2.1	Área de estudio.....	43
3.2.2.	Ubicación política-geográfica, aspectos ecológicos y socio-económicos del lugar.....	43
3.3.	Metodología para la investigación descriptiva observacional.....	44
3.3.1	Determinación de la población. ....	44
3.3.2	Variables .....	44
3.3.2.1	Variable independiente.....	44
3.3.2.2	Variables dependientes.....	44
3.3.3	Recolección de datos .....	45
3.3.3.1	Toma y procesamiento de la muestra.....	45



3.4	Diseño Experimental .....	46
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1	Resultados.....	47
4.1.1	Niveles séricos de Calcio.....	47
4.1.2	Niveles séricos de Fósforo. ....	48
4.1.3	Niveles séricos de Magnesio .....	49
4.1.4	Niveles séricos de Glucosa .....	50
4.1.5	Niveles séricos de Proteínas Totales.....	51
4.1.6	Niveles séricos de Albúmina .....	52
4.1.7	Niveles séricos de Globulina .....	53
4.1.8	Correlación de los Analitos .....	54
4.1.9	Regresión Lineal de Magnesio. ....	56
4.1.10	Regresión Lineal de Glucosa.....	56
4.1.11	Regresión Lineal de Proteínas Totales.....	56
4.1.12	Regresión Lineal de Globulina .....	57
4.1.9	Niveles Séricos Generales .....	58
4.2	Discusión .....	59
5	CONCLUSIONES.....	65
8	ANEXOS .....	74



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos Nutricionales de los cuyes .....	25
<b>Tabla 2</b> Parámetros Bioquímicos en Plasma para Cobayos .....	26
<b>Tabla 3</b> Intervalos de referencia de parámetros bioquímicos en cobayos .....	27
<b>Tabla 4</b> Macro y Micro minerales .....	28
<b>Tabla 5.</b> Distribución del tamaño de la muestra de cuyes según el sistema de producción .....	44
<b>Tabla 6.</b> Estadísticos descriptivos del calcio sérico en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	47
<b>Tabla 7</b> Estadística descriptiva de fósforo sérico en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	48
<b>Tabla 8.</b> Estadística descriptiva de magnesio sérico en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	49
<b>Tabla 9.</b> Estadística descriptiva de glucosa sérica en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	50
<b>Tabla 10.</b> Estadística descriptiva de proteínas totales sérica en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	51
<b>Tabla 11.</b> Estadística descriptiva de albúmina sérica en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	52
<b>Tabla 12.</b> Estadística descriptiva de globulina sérica en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	53
<b>Tabla 13</b> Tabla de correlaciones entre minerales y el sistema de producción .....	54
<b>Tabla 14.</b> Estadística descriptiva general de Ca, P, Mg, Gluc, PT, Alb, Glob sérico en cuyes bajo tres sistemas de producción.....	58



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Mapa geopolítico, ubicación de las parroquias de la provincia del Azuay. .... 43



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Inmovilización del Cobayo.....	74
<b>Anexo 2</b> Depilación del miembro anterior.....	74
<b>Anexo 3</b> Desinfección del área.....	75
<b>Anexo 4</b> Aplicación del torniquete .....	75
<b>Anexo 5</b> Recolección de la muestra .....	76
<b>Anexo 6</b> Colocación de la muestra en los tubos eppendorf.....	76
<b>Anexo 7</b> Rotulación de las muestras .....	77
<b>Anexo 8</b> Transportación de las muestras .....	77
<b>Anexo 9</b> Centrifugación de las muestras .....	78
<b>Anexo 10</b> Colocación de la muestra en la maquina analizadora .....	78
<b>Anexo 11</b> Colocación de los reactivos en la maquina analizadora .....	79
<b>Anexo 12</b> Obtención de los resultados .....	79
<b>Anexo 13</b> Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Calcio en cuyes, según el sistema de producción.....	80
<b>Anexo 14</b> Probabilidad al 95,4 % de los cambios en los niveles séricos de Fósforo en cuyes, según el sistema de producción.....	80
<b>Anexo 15</b> Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Magnesio en cuyes, según el sistema de producción.....	81
<b>Anexo 16</b> Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Glucosa en cuyes, según el sistema de producción.....	81
<b>Anexo 17</b> Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Albúmina en cuyes, según el sistema de producción.....	82
<b>Anexo 18</b> Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Proteínas Totales en cuyes, según el sistema de producción .....	82
<b>Anexo 19</b> Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Globulina en cuyes, según el sistema de producción.....	83
<b>Anexo 20</b> Interpretación de Correlaciones.....	83
<b>Anexo 21</b> Regresión lineal de magnesio .....	84
<b>Anexo 22</b> Anova Magnesio.....	84
<b>Anexo 23</b> Regresión lineal de la glucosa.....	85



<b>Anexo 24</b> Anova Glucosa .....	85
<b>Anexo 25</b> Valor de $\hat{y}$ , X1, X2 de la Glucosa.....	86
<b>Anexo 26</b> Regresión lineal de proteínas totales .....	86
<b>Anexo 27</b> Anova Proteínas Totales. ....	87
<b>Anexo 28</b> Valor de $\hat{y}$ , X1, X2 de Proteínas Totales.....	87
<b>Anexo 29</b> Regresión lineal de las globulinas .....	88
<b>Anexo 30</b> Anova Globulinas .....	88
<b>Anexo 31</b> Valor de $\hat{y}$ , X1, X2 de Globulinas.....	89



Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Tania Alexandra Encalada Sinche, autora del trabajo de titulación "**Perfil metabólico básico de cobayos machos *Cavia porcellus* en tres sistemas de crianza**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 30 de septiembre del 2020

---

Tania Alexandra Encalada Sinche

C.I: 0302496849



Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Laura Gabriela Ortega Benites, autora del trabajo de titulación "**Perfil metabólico básico de cuyes machos *Cavia porcellus* en tres sistemas de crianza**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 30 de septiembre de 2020

---

Laura Gabriela Ortega Benites

C.I: 0107163255



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional

---

Tania Alexandra Encalada Sinche en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"Perfil metabólico básico de cobayos machos *Cavia porcellus* en tres sistemas de crianza"**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 30 de septiembre del 2020

---

Tania Alexandra Encalada Sinche

C.I: 0302496849



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional

---

Laura Gabriela Ortega Benites en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"Perfil metabólico básico de cobayos machos *Cavia porcellus* en tres sistemas de crianza"**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 30 de septiembre de 2020

---

Laura Gabriela Ortega Benites

C.I: 0107163255



## **Agradecimientos**

A la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y a sus docentes por brindarme sus conocimientos y permitirme hacer realidad mi profesión.

A mi director de tesis Dr. Cornelio Rosales por su orientación en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Agradezco a mi familia, mi madre Amable, mis tíos Nelson, Marlene y mis hermanos Patricio, Carlos, Ángela y Fernanda por su apoyo incondicional y motivación a lo largo de esta carrera, pese a la distancia y los obstáculos que se han presentado.

A mis amigas Monserrat, Joseline por su amistad y amor quienes incondicionalmente estuvieron conmigo brindándome su apoyo. A Paola, Isabel, Pedro y David por su gran amor y apoyo moral que me brindaron en los momentos difíciles en esta hermosa ciudad.

A mi compañera de tesis Laura por su paciencia y comprensión.

*Tania Alexandra.*



## **Agradecimientos**

Al Dr. Cornelio Rosales director de tesis quien con su apoyo y guía supo darnos fuerza y ánimo para concluir con este trabajo de investigación.

A cada uno de los docentes que durante toda la carrera supieron impartirme sus conocimientos, quienes ayudaron a formarme no solo en la parte académica si no en la parte humana con sus consejos y experiencias.

A mis padres Gerardo Ortega, Rocío Benites y a mi hermana Alexandra que fueron, son y serán los pilares fundamentales en mi vida.

A mis amigas Alejandra y Samantha con quienes inicié esta aventura de la universidad, a mis compañeros con los que compartí risas, llantos, penas y alegrías dejando en cada aula una anécdota vivida.

A mi compañera de tesis Tania que tuvo la paciencia y fortaleza para lograr culminar este trabajo.

*Laura Gabriela.*



## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico de manera muy especial a mi madre Amable por sus esfuerzos, sacrificios, apoyo incondicional y ese amor tan grande que me permitieron cumplir una de mis metas tan anheladas.

A mi hermana Fernanda por acompañarme y compartir conmigo esos buenos y malos momentos durante mis años de estudio.

*Tania Alexandra*



## **Dedicatoria**

A Dios quien me da fuerza, empuje para seguir adelante y alcanzar cada una de las metas que me he trazado.

Con amor a mis padres Gerardo y Rocío quienes que con su dedicación y paciencia supieron guiarme y llevarme de la mano por el mejor camino, por quienes soy lo que soy.

A mi hermana Alexandra que con sus palabras y ocurrencias supo entenderme y ayudarme a alcanzar esta meta.

*Laura Gabriela.*



## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

**Alb:** Albúmina

**ATP:** Adenosín trifosfato

**Ca:** Calcio

**CV:** Coeficiente de Variación

**DE:** Desviación estándar

**Kcal:** Kilocalorías

**Kg:** Kilogramos

**g / dL:** gramo por decilitro

**Glob:** Globulina

**Gluc:** Glucosa

**IC:** Intervalo de confianza

**Ig:** Inmunoglobulinas

**mg / dL:** Miligramo por decilitro

**mL:** Mililitros

**Mg:** Magnesio

**P:** Fósforo

**PTH:** Parathormona

**PT:** Proteínas Totales

**SC:** Sistema Comercial

**SF:** Sistema Familiar

**SFC:** Sistema familiar-comercial

**μL:** Microlitro

**%:** Porcentaje.



## 1. INTRODUCCIÓN

La importancia del cuy como especie radica en su enorme potencial de constituirse como una actividad económica empresarial, capaz de generar utilidades similares incluso superiores a las otras especies en producción (aves, cerdos y ovinos) dentro de las industrias pecuarias (Gil Santos, 2007).

Por otro lado, la especie (*cavia porcellus*) también es considerado como un animal de compañía por su relativa y fácil de manejo en la actividad de crianza. En la producción las características que más se resaltan; son, la no demanda altos costos de inversión, tampoco de espacios físicos extensos y su capacidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales y de manejo (Chauca, 2007).

A nivel nacional, la especie (*cavia porcellus*) no cuenta con valores referenciales de metabolitos sanguíneos que ayuden a la detección de estados morbosos. El perfil metabólico es un método de diagnóstico que se basa en las mediciones hematoquímicas que permite la evaluación clínicamente de los desórdenes metabólicos (insuficiencia renal, diarrea, raquitismo, etc.), lo cual permitirá tomar medidas para evaluar los estados nutricionales en las diferentes especies de animales, entre ellos la producción de cuyes. El empleo de estos métodos en el diagnóstico clínico en los animales sirve como una herramienta de precisión, como por ejemplo en el ajuste de las dietas para optimizar la producción y reducir los efectos de alteraciones nutricionales y metabólicas (Campos, Coldebella, Gonzáles & Lacerda 2005).

Los cobayos, en los diferentes sistemas de producción se hallan expuestos a diversos regímenes nutricionales constituidos por dietas variadas, así como verse afectados por distintas enfermedades de diversa etiología que influyen en los niveles sanguíneos de los metabolitos. El contar con valores referenciales en cuanto a química sanguínea, resulta importante para el diagnóstico clínico de trastornos y carencias, así como la prevención de éstos dentro de una explotación de cobayos o cría como animal de compañía, disminuyendo posibilidades de pérdidas productivas o no en el proceso de crianza.



Con esta investigación, se quiere generar información local considerando los diferentes sistemas de producción y así aportar con datos relevantes de un perfil metabólico de la especie, pudiendo ser usado en la parte médica y zootécnica como herramienta para ejecutar un diagnóstico y una crianza de cuyes de manera correcta y óptima.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 General

Analizar los valores séricos de calcio, fósforo, magnesio, proteínas totales, albúmina, globulina y glucosa en el cobayo "*Cavia porcellus*".

### 1.1.2 Específicos

- Establecer la influencia de los sistemas de producción sobre los metabolitos estudiados.
- Determinar la correlación y regresión lineal de los metabolitos estudiados y sistema de producción.
- Obtener un perfil metabólico para *Cavia porcellus* de los metabolitos estudiados.

## 1.2 HIPÓTESIS

El sistema de producción influye en los valores séricos de calcio, fósforo, magnesio, proteínas totales, albúmina, globulina y glucosa de los cobayos "*Cavia porcellus*".



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades de los Cobayos

El cuy es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú que se caracteriza por su rusticidad, corto ciclo biológico y gran capacidad de fertilidad, siendo así un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural (Chauca, 2007).

Solorzano y Sarria (2014), indican que la actual genética surge de la domesticación de las *cavias* o cuyes silvestres como la *Cavia cutleri* y la *Cavia tschudii*, animales que presentan por lo general color barrado o atigrado, nariz puntiaguda y orejas verticalmente erectas.

Este roedor tiene la capacidad de transformar el pasto que consume en carne de manera más eficiente en comparación con otros animales, es decir produce más proteína por cada kilo de materia seca que consume (Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, 2014). Su carne tiene un alto valor nutricional, un buen contenido de proteína y hierro, baja cantidad de sodio, grasa, posee ácidos grasos esenciales que contribuyen al desarrollo del sistema nervioso e intelectual de las personas (Montes, 2012).

El cobayo es uno de los pocos animales domésticos que convive con el hombre en el interior de las casas, es un animal noble (Áviles, Landi & Delgado, 2014).

### 2.2 Sistemas de Producción.

#### 2.2.1 Crianza Familiar

Se caracteriza por el escaso manejo que se les da a los animales, se los mantiene en un solo grupo sin tener en consideración la clase, sexo, edad, existiendo un alto grado de consanguinidad y una alta tasa de mortalidad de crías (Paucar, 2011). Se desarrolla en función al apoyo de la mano de obra familiar, la producción generada es exclusiva



para el autoconsumo; sin embargo, al existir un excedente de animales los comercializan para generar ingresos para el hogar (Solorzano & Sarria, 2014).

### **2.2.2 Crianza Familiar- Comercial**

Se mantiene una población no mayor a 400 animales, se pone en práctica mejores técnicas de cría, la alimentación es a base de pasto cultivado y subproductos agrícolas, en ciertos casos se complementa con balanceado. El control sanitario es más estricto, son agrupados en lotes por edad y sexo (Solorzano & Sarria, 2014); es un sistema tecnificado con animales mejorados en su mayoría y con parámetros productivos y reproductivos que permiten rentabilidad económica en la explotación (Paucar, 2011).

### **2.2.3 Crianza Comercial**

Robles, (2010) plantea que la crianza comercial o tecnificada, tiene como objetivo producir carne de cuy para la venta con el fin de obtener beneficios, por tanto, se emplea gran tecnología en infraestructura, alimentación, manejo, sanidad, y comercialización. Los animales se encuentran en ambientes protegidos y en pozas que permite separarlos por sexo, edad y etapa fisiológica evitando así el problema de consanguinidad.

## **2.3 Nutrición y Alimentación**

La alimentación de los cobayos requiere de proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua en sus respectivas dietas, los niveles van a depender de diversos factores como son la edad, el medio donde se crían, el estado fisiológico, etc. (Bondi, 1988).

El cobayo es un herbívoro monogástrico, tiene dos tipos de digestión: una enzimática a nivel del estómago y otra microbial a nivel del ciego. La nutrición es vital en cualquier tipo de explotación pecuaria, el uso adecuado de nutrientes conlleva a una mejor producción. Meza y Cabrera (2014), menciona que al brindar una alimentación baja en



calidad y cantidad puede repercutir en factores productivos, reproductivos de la especie.

Los nutrientes son sustancias que se encuentran en los alimentos y que el animal utiliza para el mantenimiento fisiológico, productivo y reproductivo. Una alimentación óptima consiste en seleccionar y combinar diferentes nutrientes de los alimentos con el fin de obtener una buena eficiencia productiva tanto para el punto de vista económico como nutricional (Bondi, 1988). Junto con los nutrientes los compuestos químicos del cuerpo permiten cumplir funciones vitales como: reparar y mantener los tejidos del cuerpo y proporcionar energía para las diversas actividades (Barrie, 1989).

### 2.3.1 Requerimientos Nutricionales del Cobayo

**Tabla 1.** *Requerimientos Nutricionales de los cuyes*

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18-22	13-17
Energía Digestible	Kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8-10
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

**Fuente:** *Producción Sostenible de Cuyes (ASINDETEC, 2011).*

### 2.4 Perfil Metabólico

Álvarez (2007), recalca que el perfil metabólico es un examen paraclínico, empleado para el diagnóstico de las enfermedades de la producción, mediante el cual se determina en grupos representativos de animales la concentración de varios constituyentes orgánicos, indicadores del balance de algunas vías metabólicas y se



comparan sus resultados con los valores de referencia de la población y permite la evaluación de los desórdenes metabólicos, estado de salud y nutricional del animal.

La determinación del perfil metabólico no es un esquema rígido de trabajo, pues el número de indicadores puede ser seleccionado por el médico veterinario (Álvarez, 2007). Es un método más rápido y específico comparado con otros y el cual otorga datos para evaluar la dieta.

La concentración sanguínea de los metabolitos es regulada por el balance entre el aporte de nutrientes de la dieta y su excreción por la leche, feto, orina, estiércol, y pérdidas cutáneas. Beltrán (2015), menciona que por lo general, una concentración sanguínea menor a la normal sugiere que el aporte del precursor en la dieta es inadecuado y una concentración mayor indicaría que el aporte en la dieta es generoso y puede ser reducido con beneficio económico.

El análisis bioquímico en plasma es necesario para evaluar la función del órgano, así como la glucosa y proteínas en plasma. Es importante interpretar los resultados de un panel de química en conjunto con el historial, los hallazgos del examen físico y los resultados de otras pruebas de diagnóstico (Shannon Riggs, 2009).

**Tabla 2** *Parámetros Bioquímicos en Plasma para Cobayos*

<b>Parámetros Bioquímicos</b>	<b>Intervalo de Referencia</b>
Sodio (mEq/L)	120-150
Potasio (mEq/L)	4-8
Cloruro (mEq/L)	90-115
Glucosa (mg/dL)	60-125
Nitrógeno ureico (mg/dL)	9-32
Creatina quinasa (mg/dL)	0.6-2.2
Calcio (mg/dL)	8-12
Fósforo (mg/dL)	3-8
Proteínas Totales (g/dL)	4-7



Albumina (g/dL)	2-5
Globulina (g/dL)	2-4
Aspartato transferasa (IU/L)	60-110
Colesterol (mg/dL)	20-50

*Fuente: Guinea Pigs (Shannon Riggs, 2009).*

**Tabla 3** Intervalos de referencia de parámetros bioquímicos en cobayos

<b>Parámetros Bioquímicos</b>	<b>Intervalo de Referencia</b>
Fosfatasa Alcalina (UI/L)	55 -108
Bilirrubina ( mg/dl)	0,3 - 0,9
Colesterol (mg/dl)	16 – 43
Creatinina ( mg/dl)	0,6 – 2,2
Glucosa (mg/dl)	60 – 180
AST ( UI/L)	27 – 68
ALT ( UI/L)	25 – 59
Proteínas Totales ( g/dl)	4,7 – 6,4
Albumina (g/dL)	2,1 – 3,9
Globulina (g/dL)	1,7 – 2,6

*Fuente: (Meredith & Redrobe, 2012)*

## 2.5 Minerales

Los minerales cumplen diversas funciones estructurales y fisiológicas. Los minerales esenciales se encuentran en cantidades suficientes en los alimentos cotidianos de los animales; sin embargo, existen otros que deben ser suministrados en base a suplementos (Solorzano & Sarria, 2014).

Espinosa (2011), indica que los animales deben recibir en la ración una serie de elementos minerales, que se clasifican en dos grupos: los macro y micro elementos.



**Tabla 4** Macro y Micro minerales

<b>Macro minerales</b>	<b>Micro minerales</b>
Calcio / Ca	Manganeso / Mn
Fósforo / P	Zinc / Zn
Magnesio / Mg	Hierro / Fe
Sodio / Na	Cobre / Cu
Potasio / k	Selenio / Se
Cloro / Cl	

**Fuente:** *Minerales y Vitaminas. (Espinosa, 2011)*

Un desequilibrio de minerales en la dieta de los animales ya sea por deficiencia o por exceso, reduce la producción por alteración de las funciones fisiológicas, ocasiona retraso en el crecimiento, aprovechamiento deficiente de los nutrientes, trastornos en la fertilidad y el estado sanitario en general. La deficiencia de minerales puede ocasionar un alto índice de mortalidad, de igual manera trastornos como alteración del apetito, roído de madera e ingestión de tierra según lo descrito por Aliaga, Moncayo y Rico (2009). La deficiencia que comúnmente se observan son las de calcio, fósforo y yodo.

### 2.5.1 Fuente de los Minerales.

Los animales pueden obtener los minerales a partir de las siguientes fuentes: (Ortiz, 2019).

- **Agua:** el agua es rica en sodio, cloro, magnesio, yodo, cobalto y azufre. En ciertas regiones el agua puede contener elementos tóxicos como el arsénico, flúor, plomo, cadmio, nitritos y nitratos.
- **Suelo:** es una fuente de cobalto, selenio, mendelevio y yodo. El consumo del suelo puede ser indirecto a través del pastoreo, o bien directo.
- **Alimento:**  
**Vegetales**



**Cereales:** Son deficientes en calcio, potasio, sodio, cobre, manganeso y zinc.

**Pastas de oleaginosas:** Son más ricas en minerales que los cereales

**Melaza:** Es alta en manganeso, potasio y azufre, y baja en fósforo y zinc.

**Pajas:** Son deficientes en minerales excepto en potasio y hierro.

## Animales

**Subproductos animales:** Son excelentes fuentes de minerales excepto en magnesio.

**Excretas:** Son buenas fuentes de minerales, pero contienen demasiado calcio con respecto al fósforo, exceso de hierro y cobre (hasta 686 ppm).

**Compuestos inorgánicos:** Se incluyen tanto fuentes naturales como roca fosfórica, conchas marinas, cascarón de huevo, etc., así como las presentaciones comerciales (Ortiz, 2019).

## 2.6 Calcio / Ca

### 2.6.1 Descripción del Calcio.

El calcio es el mineral de mayor proporción en el organismo animal, encontrándose principalmente en los huesos; componente importante de los tejidos de sostén que forman la estructura del esqueleto y dientes. (Carcausto, 2017).

Durante períodos de exceso o déficit prolongado de calcio, sólo la parathormona o PTH parece tener una importancia real en el mantenimiento de la calcemia; la hipocalcemia y la hipercalcemia tienen diversas manifestaciones en los mamíferos (García-Sacristan, 1995).



### **2.6.2 Funciones del Calcio.**

Es de importancia en la actividad de este elemento la relación calcio-fósforo de la dieta, un desbalance de estos minerales produce una disminución en la velocidad del crecimiento, rigidez de las articulaciones y alta incidencia de depósitos de sulfato de calcio (Grupo Asis, 2003).

Guyton y Hall, (2006). El 99% se encuentran en los huesos, el 1 % restante se encuentra en los tejidos blandos, fluidos del cuerpo y es esencial en el funcionamiento del sistema nervioso, cardíaco y la actividad muscular. Se presenta en estado iónico alrededor del 1%, comprendido en diversas funciones fisiológicas, tales como: contracción muscular, transmisión de impulsos nerviosos, la activación de las reacciones enzimáticas, el funcionamiento de las membranas celulares (Ortíz, 2019)

### **2.6.3 Absorción del Calcio.**

La absorción del calcio ocurre a través del intestino delgado influyendo en ello varios factores, todos los elementos que favorecen el pH ácido del contenido intestinal incrementan la absorción del calcio (Carcausto, 2017). Por lo contrario, cuando el pH es alcalino se producen fosfatos y carbonatos neutros más insolubles y con ello menos calcio absorbido.

Otro factor empleado para la absorción de calcio es la vitamina D, que incrementa el transporte activo, a nivel del intestino delgado, requerido para su absorción. De igual forma actúan los azúcares, las proteínas y las grasas favoreciendo la absorción del calcio. Una vez absorbido el calcio se localiza en todo el organismo, bien en forma iónica como  $\text{Ca}^{2+}$ , en forma de complejos orgánicos o en forma de sales disolubles o no (Cunningham, 2003)

### **2.6.4 Hipocalcemia.**

Una disminución de la concentración de Ca plasmático activa la glándula paratiroides para aumentar la secreción de la hormona paratiroidea (HPT), la cual estimula la biosíntesis en forma metabólica de la vitamina D (1,25 dihidroxicolecalciferol) en el



riñón a la vez se produce un aumento de la reabsorción ósea activando las glándulas tiroideas para que se libere calcitonina, la cual disminuye el nivel plasmático de Ca al inhibir la reabsorción ósea. (Moe, 2005).

Las cobayas gestantes pueden presentar hipocalcemia aguda por la demanda metabólica del parto y la lactancia, se ve esta condición más en hembras multíparas, obesas y estresadas. Ortiz, (2019). La deficiencia de calcio se desarrolla antes o después del parto, pudiendo ser asintomáticos y presentar muerte súbita, en algunas ocasiones pueden mostrar deshidratación, depresión, anorexia, espasmos musculares y convulsiones.

Algunas condiciones fisiológicas hacen variar los niveles de calcio, como: sexo, edad, estación y gestación. Burtis, Ashwood y Bruns (2006), indican que, durante la gestación, el calcio total declina paralelamente a la albúmina sérica.

### **2.6.5 Hipercalcemia.**

La hipercalcemia es un desorden en el metabolismo del calcio, las principales causas pueden ser: el resultado del incremento de la reabsorción de calcio óseo, el descenso en la excreción renal, el incremento en la absorción gastrointestinal o de la combinación de las anteriores. La hipercalcemia puede ser tóxica para todos los tejidos, pero lo es en especial para los riñones, el sistema nervioso y el sistema cardiovascular (Burtis, Ashwood, & Bruns, 2006).

La hipercalcemia moderada o severa puede disminuir la tasa de filtración glomerular y el flujo renal, causando vasoconstricción renal y reducción del coeficiente de ultrafiltración glomerular.

## **2.7 Fósforo / P**

### **2.7.1 Descripción del Fósforo.**

Mineral esencial para el metabolismo del organismo animal, juega un papel importante en el desarrollo y mantenimiento de las estructuras óseas, está en mayor



concentración en los huesos en un 85%. Es el segundo mineral más importante del organismo, cumple diversas funciones metabólicas y tiene un papel importante en el crecimiento celular (Carcausto, 2017). El nivel de fósforo en la dieta de cuyes es importante, porque modifica los requerimientos de otros elementos. Un exceso de fósforo en la dieta incrementa el requerimiento de Mg.

### **2.7.2 Funciones del Fósforo.**

Los compuestos fosforados dan rigidez al hueso, lo que asegura la función del sistema músculo esquelético, importante para la formación y conservación del hueso, es un componente importante del ácido desoxirribonucleico (ADN) y ácido ribonucleico (ARN) esencial para el crecimiento y diferenciación de las células (Elizondo, 2007). Además, interviene en la glucogénesis, en el transporte de ácidos grasos, en la síntesis de aminoácidos, proteína y en la actividad de la bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ .

### **2.7.3 Absorción del Fósforo.**

La absorción del fósforo ocurre en el intestino delgado en condiciones ácidas; siendo las pérdidas fecales altas, con lo que la digestibilidad verdadera de fósforo es del orden del 60-70%, elevándose su absorción hasta un 90% cuando la ingesta alimenticia disminuye, por el contrario, su absorción desciende con la edad. También su absorción es favorecida por el sodio y perjudicada por altos niveles de hierro y aluminio por la formación de fosfatos insolubles (Carcausto, 2017).

Cunningham, (2003) A diferencia del calcio, la absorción de fosfatos se lleva principalmente en el yeyuno y la vitamina D no parece favorecerla de manera directa, sino indirectamente por el transporte de fosfato junto con el calcio.

### **2.7.4 Hipofosfatemia.**

El déficit de fósforo produce un crecimiento lento, disminución del apetito y baja conversión alimenticia. En la circulación su concentración está regulada por los niveles



de vitamina D, las glándulas endocrinas, se observa variaciones fisiológicas de acuerdo a la ingesta, gestación, actividad física y edad (Mullo, 2009).

Su deficiencia tiende a desarrollar raquitismo debido a una falta de fijación de fosfato tricálcico en los huesos. El fósforo en el plasma sanguíneo de los herbívoros domésticos varía entre 4.0-8.0 mg/100mL, en la edad juvenil es más alto y declina en adultos (Castro, 2009).

### **2.7.5 Hiperfosfatemia.**

El exceso de fósforo provoca una secreción interna de la parathormona, esta moviliza el Ca a partir de las reservas óseas, lo que provoca una osteoparálisis o fracturas. Un exceso de fósforo o una relación Ca/P muy baja provoca en los animales en crecimiento urolitiasis por el trabajo excesivo de los riñones (Aliaga, Moncayo, & Rico, 2009).

## **2.8 Magnesio / Mg**

### **2.8.1 Descripción del Magnesio.**

El 50% de magnesio se encuentra en los huesos. Forma parte del desarrollo normal del esqueleto y en el aprovechamiento de la energía, interviene en el metabolismo de carbohidratos y lípidos activando algunos sustratos para enzimas que se utilizan para la oxidación celular en las mitocondrias, ejerce una influencia en la actividad neuromuscular (Villanueva, 2010).

Carcausto, (2017) El magnesio esta intimamente relacionado con el metabolismo de calcio y fósforo. Cerca del 60% de magnesio del organismo forma parte del esqueleto, de ahí que se le considere también un mineral osteotrófico, el resto se encuentra distribuido en forma muy similar al fósforo, formando parte de más de 80 reacciones enzimáticas en el organismo, repartido entre músculos y otros tejidos blandos.



### **2.8.2 Funciones del Magnesio.**

El magnesio cumple un rol muy importante en la fisiología animal, participa en el metabolismo energético a través de la activación del ATP, en la transferencia de fosfatos de alta energía y en el ion activador de muchas enzimas involucradas en el metabolismo de lípidos, carbohidratos y proteínas; el magnesio es un mediador en mecanismos de conducción y transporte a través de las membranas (Carcausto, 2017).

El magnesio es un ion útil en diferentes funciones del organismo, se encuentra dentro de las células y sobre todo en el tejido óseo, forma parte o actúa como activador de numerosas enzimas importantes en el metabolismo energético de las células e interviene en la excitabilidad neuromuscular (Aranda, Planell, & Llopis, 2000)

### **2.8.3 Absorción del Magnesio.**

Los animales herbívoros ingieren magnesio en la dieta suministrada y en las plantas verdes, ya que éste forma parte de la clorofila (Álvarez, 2001). El magnesio se absorbe en el intestino delgado, solo en animales adultos, luego el metabolito es transportado a los distintos tejidos, donde se encuentra en mayor proporción en el tejido óseo (Aranda, Planell & Llopis, 2000). Su absorción se da en la porción del yeyuno e íleon, por difusión pasiva y mediante un sistema de transporte saturable. Es importante indicar que el magnesio es un mineral sin depósito y cuyo nivel plasmático depende fundamentalmente de la ingesta diaria y que no está regulado por el sistema humoral (Kaneko, 1989).

### **2.8.4 Hipomagnesemia.**

Una baja de magnesio en cuyes jóvenes causa un retardo en el crecimiento, pérdida de pelo, anemia, disminución de la actividad física, escasa coordinación muscular y rigidez en miembros posteriores (Aliaga, Moncayo & Rico, 2009). La hipomagnesemia, se asocia a la hipocalcemia y la hipofosfatemia, lo cual complica más el desorden metabólico.



En los animales, la concentración promedio del magnesio en la sangre es de 2-3 mg/dL. Los valores por debajo de este se consideran frecuentemente como una hipomagnesemia, se observa como síntomas clínicos de enfermedad como tetania, calambres violentos en distintos grupos de músculos.

### **2.8.5 Hipermagnesemia.**

Es raro encontrar una hipermagnesemia a no ser que exista insuficiencia renal, o en individuos que ingieren exceso de compuestos que contengan magnesio. La relación Ca: Mg es de 4:1, hay cuadros en donde esta relación puede alterarse, por ejemplo, en el posparto, en donde la hipocalcemia va acompañada de una hipermagnesemia (Ortíz, 2019).

La hipermagnesemia es un desequilibrio electrolítico con un nivel alto de magnesio en la sangre. El magnesio es uno de los muchos electrolitos en el organismo. Los niveles normales de magnesio son importantes para el funcionamiento del corazón y el sistema nervioso (Capquequi, 2011)

## **2.9 Glucosa**

### **2.9.1 Descripción de la Glucosa.**

En monogástricos es el producto principal de la digestión de carbohidratos principalmente del almidón. Componente químico de la sangre, conocida como azúcar sanguínea o dextrosa (Sencara, 2015). La mayoría de carbohidratos pasa al torrente sanguíneo en forma de glucosa o es convertida en el hígado para transformarse en fuentes de reserva (grasa y glucógeno) y a partir de ella pueden formarse los demás carbohidratos.



### **2.9.2 Funciones de la Glucosa.**

Función Energética: Es la principal fuente de energía para los seres vivos, mediante la respiración celular por su oxidación le proporciona al organismo la energía para la actividad vital. (Jaramillo, 2015).

Forma parte del ciclo de Krebs mediante la oxidación del piruvato derivada de la glucosa, produciendo acetil CoA de las mitocondrias para formar energía en forma de ATP (Sencara, 2015).

### **2.9.3 Absorción de la Glucosa.**

La glucosa en sangre se absorbe en el intestino delgado y se almacena como glicógeno en músculos e hígado. En ocasiones la glucosa se libera de los tejidos y sostiene una concentración plasmática óptima (Montoya, 2017).

### **2.9.4 Hipoglucemia.**

Se debe al uso excesivo de glucosa por células normales, por deficiencia de hormonas diabetogénicas, bajo consumo de glucosa y otros elementos necesarios para la gluconeogénesis hepática o la combinación de estos mecanismos. (Díaz & Cerda, 2015)

### **2.9.5 Hiperglucemia.**

Al existir un aumento en el consumo de alimentos los niveles sanguíneos se incrementan, esto se observa después del suministro diario de la alimentación en monogástricos (Díaz & Cerda, 2015).



## **2.10 Proteínas Totales**

### **2.10.1 Descripción de las Proteínas Totales.**

Las proteínas totales en el suero se componen principalmente de albúminas y globulinas. Contienen factores de coagulación y anticuerpos (Bogin & Otto, 2005). Se encuentra como componente de casi todos los tejidos e intervienen en todas las reacciones metabólicas. (Seelig & Meiners, 2011)

### **2.10.2 Funciones de las Proteínas Totales.**

La principal función de las proteínas es la unión y transporte de agua, además sirve como sustancia buffer y coloides protectores (Bogin & Otto, 2005).

Son una reserva para el crecimiento y regeneración de los tejidos.

Son usados como transportador por sustancias liposolubles y lípidos.

Aportan factores necesarios para la coagulación como fibrinógeno.

## **2.11 Albúmina**

### **2.11.1 Descripción de la Albúmina.**

Es la principal proteína que se encuentra en la sangre primordialmente en el plasma sanguíneo, se sintetiza en el hígado; el resto de proteínas en la sangre se llama en conjunto globulinas (Paredes, Robles, Cordova & De la Cruz, 2017).

### **2.11.2 Funciones de la Albúmina.**

Fuente de reserva de aminoácidos usados para la síntesis proteica.

La albúmina es esencial para mantener la presión oncótica.

Distribuye los fluidos entre el compartimiento intravascular y extravascular.



### **2.11.3 Hipoalbuminemia.**

Compromete la homeostasis, puede resultar en una reducción en la entrega tisular de oxígeno, edema tisular, hipovolemia, hipotensión, retardo en cicatrización de heridas (Sanz & López, 2011).

### **2.11.4 Hiperalbuminemia.**

En medicina veterinaria se habla de una hiperalbuminemia reversible y transitoria por el uso prolongado de corticoides sin embargo puede haber complicaciones severas en pacientes críticos (Torrente, 2014).

## **2.12 Globulina**

### **2.12.1 Descripción de la Globulina.**

Se encuentra en el suero sanguíneo e interviene en los procesos de coagulación. La síntesis tanto de las globulinas como de la albúmina se da en el hígado, sin embargo, la Inmunoglobulina G o también conocida como gamma globulina se sintetiza en el interior de las células plasmáticas. Las globulinas más importantes son: seroglobulinas (de la sangre), lactoglobulinas (de la leche), las ovoglobulinas (del huevo); algunas de las globulinas se clasifican como "reactante de fase aguda", es decir que son proteínas cuya concentración en el plasma aumenta o disminuye en caso de procesos inflamatorios o infecciosos y que por tanto sirven para determinar ciertas patologías. (Clavo & Ramírez, 2009)

### **2.12.2 Funciones de la Globulina.**

Otorgan inmunidad innata y adquirida mediante la formación de anticuerpos contra diversas infecciones (Sencara, 2015).

### **2.12.3 Hipoglobulinemia.**

Puede ser de origen fisiológico, congénitas, otra causa suele ser hemorragias externas y enteropatías por la misma pérdida de las proteínas. (Fontana , 2016)



#### **2.12.4 Hiperglobulinemia.**

Se puede dar por alteraciones hepáticas, cuadros infecciosos agudos o crónicos, procesos inflamatorios, etc. (Molina, 2015)

#### **2.13 Química Seca**

Se basa en la estabilización de los componentes de la reacción necesarios para el análisis (indicadores, enzimas y reactivos auxiliares), por penetración y secado de las respectivas soluciones, en papel de filtro, fijado a su vez sobre una tira de material sintético (Técnicas Analíticas, 2015).

El análisis químico en "slide" seco o tecnología química en fase sólida, se refiere a metodologías de aplicación en el laboratorio, donde todos los ingredientes activos para la reacción de la prueba se han inmovilizado y exigen sólo que se agregue la muestra del paciente a ser analizada. Yung Silva (2001), indica que este método permite hacer una gran variedad de exámenes y analiza muestras de suero, plasma, orina y líquido cefalorraquídeo con protocolos controlados y estandarizados. La metodología que incluye son las pruebas colorimétricas, potenciométricas y cinéticas que utilizan "slides" multicapas. La aplicación de la muestra a los "slides" da como resultado a una reacción entre el componente y el reactivo, la formación de una señal (color, potencial) y la medición de dicha señal. La cantidad de señal se correlaciona con la cantidad del componente biológico del paciente.

##### **2.13.1 Ventajas de la Química Seca**

- Los reactivos se almacenan por mucho tiempo
- Requiere de un volumen bajo de muestra (10 uL)
- Precisión y exactitud
- Equipo sencillo de utilizar
- Realiza ensayos de múltiples parámetros de química clínica
- Proceso totalmente automático
- Obtención de resultados de 6 a 7 minutos



### **2.13.2 Desventajas de la Química Seca**

- Alto costo
- La máquina analizadora recepta únicamente slide de una sola casa comercial.

### **2.14 Química Húmeda**

Es un método clásico donde el análisis se hace en fase líquida. Disuelve un químico o muestra en un reactivo estandarizado y el resultado es analizado.

#### **2.14.1 Ventajas de la Química Húmeda**

- Bajo costo

#### **2.14.2 Desventajas de la Química Húmeda**

- Alto índice de error
- Es el método que menos ha evolucionado.
- Este método es muy tardado y menos preciso (Técnicas Analíticas, 2015).



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 Materiales Biológicos

- Cobayos machos
- Suero

##### 3.1.2 Materiales de Trabajo

- Guantes de látex
- Torniquete
- Rasuradora
- Cinta y marcador para rotular
- Agujas hipodérmicas calibre 23
- Jeringas hipodérmicas de 3 ml
- Tubos eppendorf
- Cooler

##### 3.1.3 Materiales Químicos y Reactivos

- Fósforo inorgánico para química seca
- Calcio para química seca
- Magnesio para química seca
- Proteínas totales para química seca
- Albúmina para química seca
- Glucosa para química seca

##### 3.1.4 Material de Laboratorio y Equipos

- Equipo Analizador de Química Clínica de marca FUJIFILM, modelo NX-500
- Centrífuga



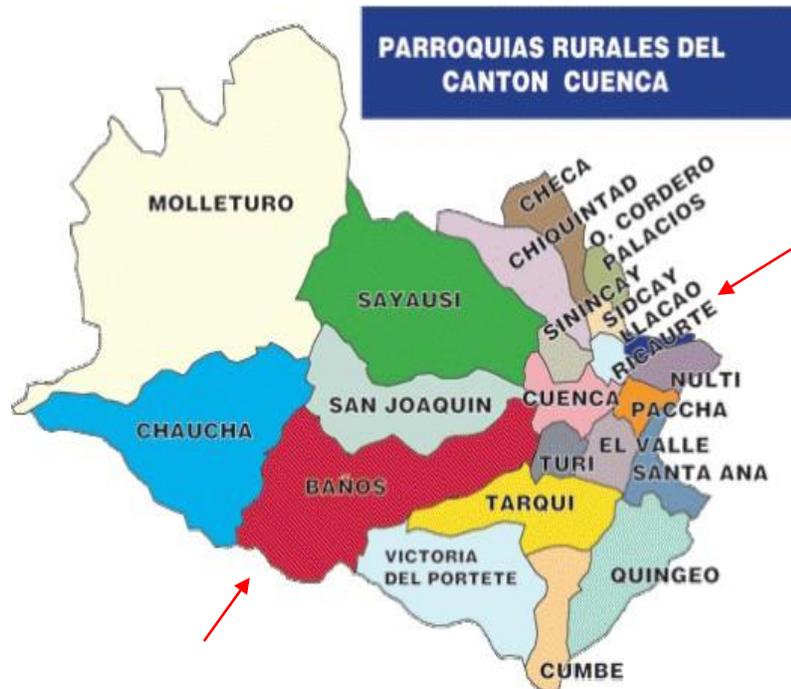
### 3.1.5 Material de Oficina

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Programa estadístico (SPSS® versión 24.0, Microsoft Excel)
- Registros
- Libreta de apuntes
- Plantillas



## 3.2. Métodos

### 3.2.1 Área de estudio



*Figura 1 Mapa geopolítico, ubicación de las parroquias de la provincia del Azuay.*

### 3.2.2. Ubicación política-geográfica, aspectos ecológicos y socio-económicos del lugar

El estudio se realizó en dos parroquias rurales del cantón Cuenca: (1) **Ricaurte** cuyas coordenadas son Latitud sur: 78°57'45.9' y longitud occidental 2°51'333,8" con una altitud de 2500 m.s.n.m. y (2) **Baños** cuyas coordenadas son Latitud sur: 2°55'17.9" y longitud oeste 79°3'52.5" con una altitud de 2600 m.s.n.m.



### 3.3. Metodología para la investigación descriptiva observacional.

#### 3.3.1 Determinación de la población.

Se emplearon 90 cuyes machos, con edades entre 50 a 60 días de una línea mejorada, con pesos comprendidos entre 800 a 900 gr de peso vivo, la distribución se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.** Distribución del tamaño de la muestra de cuyes según el sistema de producción

Sistema de Producción	Sector		Total
	Ricaurte	Baños	
Sistema Familiar	15	15	30
Sistema Familiar-Comercial	15	15	30
Sistema Comercial	15	15	30
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>90</b>

*Fuente: Autores.*

#### 3.3.2 Variables

##### 3.3.2.1 Variable independiente

- Sistema de crianza

##### 3.3.2.2 Variables dependientes

- Calcio (Ca)
- Fósforo (P)
- Magnesio (Mg)
- Glucosa (Gluc)



- Proteínas totales (PT)
- Albúmina (Alb)
- Globulina (Glob)

### 3.3.3 Recolección de datos

#### 3.3.3.1 Toma y procesamiento de la muestra.

El muestreo sanguíneo se realizó a todos los animales en estudio (90 cobayos), con edades entre 50 a 60 días de una línea mejorada, en etapa de engorde con pesos comprendidos entre 800 a 900 gr de peso vivo; tomando en cuenta el sistema de producción al cual pertenecen, pudiendo ser: familiar, familiar-comercial y comercial.

Basados en la metodología descrita por Mullo en el 2009; se procedió a la sujeción del animal e inmovilización, siempre con la ayuda de un colaborador, se rasuró y desinfectó la zona del miembro anterior, se colocó un torniquete para hacer hemostasia en el miembro y así exhibir la vena cefálica. Se obtuvo 1 ml de sangre con jeringuilla armada con aguja hipodérmica calibre 23, posteriormente se colocó en tubos eppendorf. Se rotuló y registró los tubos de acuerdo al número del animal y sistemas de producción, dejándose reposar por 10 min a temperatura ambiente antes de ser transportada en un cooler con gel refrigerante para conservarla; se consideró que la muestra tiene un tiempo máximo de conservación de 1 hora y una vez obtenido el suero este se puede conservar máximo 8 horas. Finalmente, las muestras fueron trasladadas al Laboratorio Clínico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca para su respectivo análisis.

En el laboratorio se procedió a centrifugar la muestra a 3000 r.p.m. durante 10-15min. Una vez centrifugada se colocó directamente el tubo eppendorf en la máquina analizadora de química seca, la misma toma únicamente el suero de la muestra para empezar el análisis. Previamente, se debe ajustar el equipo para la especie con la que se va a trabajar. Para cada muestra se cambió la punta desechable, la cual toma el suero de la muestra centrifugada. Los seis reactivos fueron colocados de forma ordenada y paralela (Ca, P, Mg, Gluc, PT, Alb) procediéndose al análisis. Los



resultados fueron obtenidos a partir de los seis a siete minutos de haber sido colocada la muestra; para la obtención del valor de la globulina se procedió a realizar una diferencia entre el resultado obtenido de las proteínas totales y la albúmina.

### 3.4 Diseño Experimental

Para el análisis de las variables en estudio, los datos registrados fueron introducidos en el programa informático de Microsoft Excel y posteriormente sistematizados y tabulados en el programa estadístico SPSS® versión 24.0

Se realizó una estadística descriptiva, para determinar y establecer diferencias de cada analito, el valor mínimo, máximo, media, mediana, coeficiente de variación e intervalo de confianza de acuerdo al sistema de producción; se emplearon análisis de varianza (ANOVA) y test de DUNCAN con el 5% de significancia.

Asimismo, para establecer la correlación entre variables correspondientes a sistema de producción con respecto a cada analito se manejó el coeficiente de correlación de Pearson.

Para analizar el grado de influencia de cada analito con respecto al sistema de producción se utilizó regresión lineal, cuyo modelo es:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e_{ij}$$



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Niveles séricos de Calcio.

**Tabla 6.** Estadísticos descriptivos del calcio sérico (mg/dL) en cuyes bajo tres sistemas de producción.

Sistema de Producción	N	Media $\pm$ DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Sistema Familiar	30	8,92 $\pm$ 1,26 <sup>b</sup>	6,50	10,90	9,25	14,12	8,45	9,39
Sistema Familiar Comercial	30	8,10 $\pm$ 0,99 <sup>b</sup>	6,50	9,80	8,00	12,21	7,73	8,47
Sistema Comercial	30	9,34 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>	7,20	11,20	9,40	8,74	9,04	9,64

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ )

Realizada la prueba de Duncan, se observa que no existe diferencia significativa entre el sistema Familiar-Comercial y el sistema Familiar ( $P > 0,05$ ), sin embargo, estos dos difieren en comparación con el sistema Comercial ( $P < 0,05$ ).

La diferencia encontrada en el tenor de calcio sérico entre los animales mantenidos en el sistema Familiar es de 0,82 mg/dL con respecto al sistema Familiar-Comercial, la diferencia entre el sistema Comercial es 0,42 mg/dL con respecto al sistema Familiar, y la diferencia entre el sistema Comercial es 1,24 mg/dL con referencia al sistema Familiar-Comercial.



#### 4.1.2 Niveles séricos de Fósforo.

**Tabla 7** Estadística descriptiva de fósforo sérico (mg/dL) en cuyes bajo tres sistemas de producción.

Sistema de Producción	N	Media ± DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Sistema Familiar	30	5,45 ± 1,21 <sup>a</sup>	2,90	8,20	5,30	22,15	5,00	5,90
Sistema Familiar Comercial	30	6,23 ± 1,46 <sup>b</sup>	3,50	8,90	6,30	23,99	5,69	6,77
Sistema Comercial	30	5,86 ± 0,76 <sup>ab</sup>	4,60	7,50	5,60	13,02	5,57	6,14

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre grupos (p<0,05)

Mediante la prueba de Duncan, se concluyó que no existe diferencia significativa entre el sistema familiar y el sistema comercial (P>0,05), de igual manera no existe diferencia significativa entre el sistema familiar-comercial y el sistema comercial (P>0,05), sin embargo, el sistema familiar difiere en comparación con el sistema familiar-comercial. (P<0,05).

Al realizar la diferencia en el mineral fósforo sérico entre los animales mantenidos en el sistema Familiar-Comercial es de 0,78 mg/dL con respecto al sistema Familiar, entre el sistema Comercial es 0,41 mg/dL con respecto al sistema Familiar, y entre el sistema Familiar-Comercial es 0,37 mg/dL con referencia al sistema Comercial.



### 4.1.3 Niveles séricos de Magnesio.

**Tabla 8.** Estadística descriptiva de magnesio sérico (mg/dL) en cuyes bajo tres sistemas de producción.

++ Sistema de Producción	N	Media ± DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Sistema Familiar	30	3,33 ± 0,47 <sup>a</sup>	2,60	4,80	3,25	14,00	3,16	3,5
Sistema Familiar Comercial	30	3,41 ± 0,32 <sup>ab</sup>	2,90	4,10	3,40	9,32	3,29	3,53
Sistema Comercial	30	3,60 ± 0,50 <sup>b</sup>	3,10	5,10	3,40	13,79	3,41	3,78

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ )

Al ejecutar la prueba de Duncan, se encontró que no existe diferencia significativa entre el sistema familiar y el sistema familiar-comercial ( $P > 0,05$ ), de igual manera no existe diferencia significativa entre el sistema familiar-comercial y el sistema comercial ( $P > 0,05$ ), sin embargo, el sistema familiar difiere en comparación con el sistema comercial. ( $P < 0,05$ ).

El valor del analito magnesio sérico entre los diferentes sistemas de producción fue: en el sistema Familiar-Comercial de 0,08 mg/dL con respecto al sistema Familiar, con el sistema Comercial es de 0,27 mg/dL en relación al sistema Familiar, y la diferencia entre el sistema Comercial es 0,19 mg/dL con referencia al sistema Familiar-Comercial.



#### 4.1.4 Niveles séricos de Glucosa

**Tabla 9.** Estadística descriptiva de glucosa sérica (mg/dL) en cuyes bajo tres sistemas de producción.

Sistema de Producción	N	Media ± DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Sistema Familiar	30	102,7± 17,9 <sup>a</sup>	60	160	101	17,43	96,01	109,39
Sistema Familiar Comercial	30	122,1±21,87 <sup>b</sup>	93	184	116,5	17,9	114	130,33
Sistema Comercial	30	141,1± 24,2 <sup>c</sup>	110	199	134,5	17,16	132,06	150,14

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ )

La prueba de Duncan, refleja que existe diferencia significativa entre los tres sistemas de producción ( $P < 0,05$ ).

La diferencia encontrada en el analito glucosa sérica fue en el sistema Familiar-Comercial de 19,4 mg/dL con referencia al sistema Familiar, entre el sistema Comercial es de 38,4 mg/dL con relación al sistema Familiar, y la diferencia entre los tenores encontrados en el sistema Comercial es 19 mg/dL con referencia al sistema Familiar-Comercial.



#### 4.1.5 Niveles séricos de Proteínas Totales

**Tabla 10.** Estadística descriptiva de proteínas totales sérica (g/dL) en cuyes bajo tres sistemas de producción.

Sistema de Producción	N	Media $\pm$ DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Sistema Familiar	30	5,27 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup>	4,00	7,30	5,20	12,13	5,03	5,51
Sistema Familiar Comercial	30	5,05 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>	4,20	6,40	4,95	12,42	4,82	5,29
Sistema Comercial	30	5,70 $\pm$ 0,72 <sup>b</sup>	4,50	7,50	5,65	12,65	5,43	5,97

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ )

Al realizar la prueba de Duncan, presenta que no existe diferencia significativa entre el sistema Familiar-Comercial y el sistema Familiar ( $P > 0,05$ ), sin embargo, estos dos difieren en comparación con el sistema Comercial ( $P < 0,05$ ).

Las proteínas totales séricas presentan una diferencia entre el sistema Familiar de 0,22 g/dL en relación al sistema Familiar-Comercial, el sistema Comercial es de 0,43 g/dL con respecto al sistema Familiar, y entre el sistema Comercial es de 0,65 g/dL con referencia al sistema Familiar-Comercial.



#### 4.1.6 Niveles séricos de Albúmina

**Tabla 11.** Estadística descriptiva de albúmina sérica (g/dL) en cuyes bajo tres sistemas de producción.

Sistema de Producción	N	Media $\pm$ DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Sistema Familiar	30	2,23 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	1,40	2,60	2,30	10,54	2,14	2,32
Sistema Familiar Comercial	30	2,15 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	1,80	2,50	2,10	8,09	2,08	2,21
Sistema Comercial	30	2,24 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	2,00	2,60	2,20	6,27	2,19	2,29

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ )

Ejecutada la prueba de Duncan, se observa que no existe diferencia significativa entre los tres sistemas de crianza ( $P > 0,05$ ).



#### 4.1.7 Niveles séricos de Globulina

**Tabla 12.** Estadística descriptiva de globulina sérica (g/dL) en cuyes bajo tres sistemas de producción.

Sistema de Producción	N	Media ± DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Sistema Familiar	30	3,04 ± 0,55 <sup>a</sup>	2,10	5,00	3,00	18,19	2,83	3,24
Sistema Familiar Comercial	30	2,91 ± 0,49 <sup>a</sup>	2,20	4,00	2,80	16,78	2,72	3,09
Sistema Comercial	30	3,46 ± 0,62 <sup>b</sup>	2,40	4,90	3,50	17,89	3,23	3,69

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ )

La prueba de Duncan, estimó que no existe diferencia estadística entre el sistema Familiar-Comercial y el sistema Familiar ( $P > 0,05$ ), sin embargo, estos dos difieren en comparación con el sistema Comercial ( $P < 0,05$ ).

Realizada la diferencia de globulina sérica entre el sistema Familiar es de 0,13 g/dL con respecto al sistema Familiar-Comercial, entre el sistema Comercial de 0,42 g/dL en relación al Familiar, y entre el sistema Comercial es de 0,55 g/dL con referencia al sistema Familiar-Comercial.



4.1.8 Correlación de los Analitos.

Tabla 13 Tabla de correlaciones entre minerales y el sistema de producción.

		Correlaciones							
		SISTEMA	Ca	P	Mg	Gluc	PT	Alb	Glob
SISTEMA	Correlación de Pearson	1	,149	,138	,247*	,596**	,251*	,022	,290**
	Sig. (bilateral)		,162	,194	,019	,000	,017	,840	,005
	N	90	90	90	90	90	90	90	90
Ca	Correlación de Pearson	,149	1	-,597**	,197	-,157	,521**	,469**	,469**
	Sig. (bilateral)	,162		,000	,063	,140	,000	,000	,000
	N	90	90	90	90	90	90	90	90
P	Correlación de Pearson	,138	-,597**	1	,221*	,360**	-,341**	-,398**	-,278**
	Sig. (bilateral)	,194	,000		,036	,000	,001	,000	,008
	N	90	90	90	90	90	90	90	90
Mg	Correlación de Pearson	,247*	,197	,221*	1	-,008	,342**	,241*	,329**
	Sig. (bilateral)	,019	,063	,036		,943	,001	,022	,002
	N	90	90	90	90	90	90	90	90
Gluc	Correlación de Pearson	,596**	-,157	,360**	-,008	1	-,220*	-,234*	-,187
	Sig. (bilateral)	,000	,140	,000	,943		,037	,026	,078
	N	90	90	90	90	90	90	90	90
PT	Correlación de Pearson	,251*	,521**	-,341**	,342**	-,220*	1	,674**	,972**
	Sig. (bilateral)	,017	,000	,001	,001	,037		,000	,000
	N	90	90	90	90	90	90	90	90
Alb	Correlación de Pearson	,022	,469**	-,398**	,241*	-,234*	,674**	1	,482**
	Sig. (bilateral)	,840	,000	,000	,022	,026	,000		,000
	N	90	90	90	90	90	90	90	90
Glob	Correlación de Pearson	,290**	,469**	-,278**	,329**	-,187	,972**	,482**	1
	Sig. (bilateral)	,005	,000	,008	,002	,078	,000	,000	
	N	90	90	90	90	90	90	90	90

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).



No se encontró correlación entre Ca, P, Alb y el sistema de producción ( $P > 0,05$ ). Pero Mg presentó una correlación positiva baja, Gluc una correlación positiva moderada, PT y Glob una correlación positiva media con respecto al sistema de producción ( $P < 0,05$ ).

Al analizar la correlación con los otros analitos podemos decir que, entre el Ca y P existe una correlación negativa moderada y con las fracciones de origen proteico como son PT, Alb y Glob, existe una relación positiva moderada con el primer analito y positiva media para los dos siguientes ( $P < 0,05$ ). No existió correlación con los analitos Mg y Gluc ( $P > 0,05$ ). (Anexo 20).

Al 95% de confianza se observa una relación entre P y Mg una correlación positiva baja, en cambio entre P y Gluc es positiva media. Con respecto a los metabolitos PT, Alb y Glob una relación negativa media, para los dos primeros elementos y negativa baja para el último. (Anexo 20).

La correlación de Mg al 95% de confianza presentó una correlación positiva media con PT y Glob y una correlación positiva baja con el analito Alb. No hubo correlación con los analitos Ca y Gluc ( $P > 0,05$ ). (Anexo 20).

Con el analito Gluc se encontró una correlación negativa media con respecto a Pt y Alb con un ( $P < 0,05$ ). No se encontró correlación con Ca, Mg y Glob ( $P > 0,05$ ). (Anexo 20).

PT presenta una correlación positiva moderada con Alb y una correlación positiva alta con Glob ( $P < 0,05$ ). (Anexo 20).

Alb presentó una correlación positiva media con Glob ( $P < 0,05$ ) (Anexo 20).

En cuanto al analito Glob presentó una correlación con todos los analitos excepto con Gluc ( $P > 0,05$ ).



#### 4.1.9 Regresión Lineal de Magnesio.

Realizada la regresión lineal se observa que la proporción de variación del nivel sanguíneo de Mg con respecto al tipo de crianzas es muy baja  $R^2=0,048$  (Anexo 21), por lo que la relación analizada no resulta significativa  $p=0,118>0,05$  (Anexo 22) es decir el tipo de crianza no incide significativamente sobre los tenores de Mg sanguíneo.

#### 4.1.10 Regresión Lineal de Glucosa.

Se observa en la regresión lineal que la proporción de variación del nivel sanguíneo de Gluc y su tipo de crianza presenta una relación baja  $R^2=0,33$  (Anexo 23); no obstante, la relación analizada resulta significativa  $p=0,00<0,05$  (Anexo 24), es decir el tipo de crianza influye sobre los valores de Gluc sanguíneo.

#### Ecuación de la Regresión:

$$\hat{y} = 139,806 - 37,48 X_1 - 17,640 X_2$$

El coeficiente de  $X_1$  ( $p=0,00<0,05$ ), así como el de  $X_2$  ( $p=0,002<0,05$ ) es significativo, por lo que dependiendo del sistema de producción al que estén sometidos los cuyes cambiarán los niveles de glucosa (Anexo 25).

#### 4.1.11 Regresión Lineal de Proteínas Totales.

Al ejecutar la regresión lineal se observa que la variación del nivel sanguíneo de PT en referencia al tipo de crianzas es muy baja  $R^2=0,13$  (Anexo 26), no obstante, la relación analizada resulta significativa  $p=0,002<0,05$  (Anexo 27), es decir el tipo de crianza influye sobre los tenores de PT sanguíneo.

#### Ecuación de la Regresión:

$$\hat{y} = 5,677 - 0,402 X_1 - 0,624 X_2$$



El coeficiente de  $X_1$  ( $p=0,022<0,05$ ), así como el de  $X_2$  ( $p=0,000<0,05$ ) es significativo por lo que dependiendo del sistema de producción al que estén sometidos los cuyes cambiarán los niveles de proteínas totales (Anexo 28).

#### 4.1.12 Regresión Lineal de Globulina.

La regresión lineal muestra que la variación del nivel sanguíneo de Glob con respecto al tipo de crianzas es muy baja  $R^2=0,14$  (Anexo 29), sin embargo, la relación analizada resulta significativa  $p=0,001<0,05$  (Anexo 30), es decir el tipo de crianza influye sobre Globulina sanguíneo.

#### Ecuación de la Regresión:

$$\hat{y} = 3,432 - 0,381 X_1 - 0,526 X_2$$

El coeficiente de  $X_1$  ( $p=0,01<0,05$ ), así como el de  $X_2$  ( $p=0,000<0,05$ ) es significativo por lo que dependiendo del sistema de producción al que estén sometidos los cuyes cambiarán los niveles de globulinas (Anexo 31).



#### 4.1.9 Niveles Séricos Generales

En la tabla 14 se observan los niveles séricos generales de Ca, P, Mg, Gluc, PT, Alb, Glob (mg/dL y g/dL) sin considerar el sistema de producción al que están sometidos los animales.

**Tabla 14.** Estadística descriptiva general de Ca, P, Mg, Gluc, PT, Alb, Glob sérico en cuyes bajo tres sistemas de producción.

Analitos	N	Media ± DE	Valor Mínimo	Valor Máximo	Mediana	CV	IC 95%	
							Límite Inferior	Límite Superior
Ca	90	8,7 ± 1,15	6,5	11,2	9,1	13,09	8,55	9,03
P	90	5,8 ± 1,21	2,9	8,9	5,5	20,66	5,59	6,1
Mg	90	3,4 ± 0,44	2,6	5,1	3,4	12,86	3,35	3,54
Gluc	90	121,9 ± 26,46	60	199	118	21,69	116,45	127,53
PT	90	5,3 ± 0,71	4	7,5	5,3	13,29	5,19	5,49
Alb	90	2,2 ± 0,19	1,4	2,6	2,2	8,61	2,17	2,25
Glob	90	3,1 ± 0,6	2,1	5	3	19,1	<u>3,01</u>	3,26

Los resultados demuestran que los niveles tanto de los minerales Ca, P, Mg y de las moléculas Gluc, PT, Alb y Glob, coinciden con los intervalos de referencia mencionados por varios autores. Observando que no existe un rango mayor de diferencia entre sus límites inferior y superior a excepción del analito glucosa. En otras palabras, aunque los analitos no presentan una mayor desviación estándar, el coeficiente de variación presenta una variabilidad mucho mayor con respecto a su media.



## 4.2 Discusión

Los valores de calcio sanguíneo encontrados en los animales investigados provenientes de los tres sistemas de crianza, son similares a los mencionados por Smith, Meter y Pugh (2001) quienes realizaron un estudio de la variabilidad del calcio según la edad del animal, indican que los niveles normales de calcio en cobayos adultos son de 8.8 mg/dL, coincidiendo con Shannon (2009) que menciona un rango entre 8-12 mg/dL. Además, autores como Kolb (1979) y Bondi (1988) reportan que los niveles normales de calcio en la mayoría de las especies oscilan entre 9–11 mg/dL.

La diferencia encontrada en el tenor de calcio sérico en los animales mantenidos en el Sistema Comercial con respecto al Sistema Familiar y Familiar-Comercial, podría atribuirse a la variación de sus dietas, debido a que existe una planificación y mejoramiento de pastos, siendo una alimentación más balanceada en el sistema Comercial. Church (1974) indica que el nivel de calcio sanguíneo depende del tipo de alimentación y es un reflejo del equilibrio entre la absorción, retirada o deposición en el hueso y excreción vía orina o heces. Así lo corroboran Fowler y Zinkl (1989) al señalar que el valor bioquímico del suero de los animales domésticos puede variar según la disponibilidad y calidad de alimentos.

Los valores de fósforo obtenidos en este estudio, presenta un resultado similar al encontrado por Dukes (1981), Church (1974) y Kraft (1998) quienes indican que el fósforo en el plasma sanguíneo de los herbívoros domésticos varía entre 4 y 8 mg/dL. Por su parte Shimada (2003) y Bondi (1988) establecen un rango de 4 a 9 mg/dL de fósforo sérico para los animales domésticos; de igual manera si consideramos los valores mencionados por Shannon (2009) quienes establece un rango de 3-8 mg/dL.

Las diferencias en concentraciones del sistema Familiar con el sistema Familiar-Comercial se deben probablemente al tipo de alimentación, ya que en este sistema la alimentación es normalmente a base de subproductos agrícolas y pastos cultivados (alfalfa y rye grass); así lo menciona Chineke, Ologun y Ikeobi (2006), en la composición de pastizales por parte de las leguminosas la alfalfa aporta un 0,31% de P y por parte de las gramíneas el rye grass italiano aporta el 0,14% de P a la dieta.



Al encontrarse una baja de calcio sérico, el fósforo al ser el segundo mineral más importante trata de compensar esta disminución para mantener el equilibrio calcio fósforo.

Los resultados de la concentración del magnesio obtenidos en el presente estudio, son ligeramente superiores a los obtenidos por Capquequi (2011) quien reporta en machos un promedio de  $2.93 \pm 0.09$  mg/dL con valores extremos de 2.46 a 3.4 mg/dL y en hembras un promedio de  $2.73 \pm 0.10$  mg/dL con valores extremos de 2.26 a 3.36 mg/dL en cuyes mejorados de tipo I de la raza Perú, corroborado con los reportes de Ortiz, (2019) quien obtuvo en cuyes machos del CIP. Maje  $2.63 \pm 0.14$  mg/dL, promedio cercano al determinado en el presente estudio, no encontrándose diferencia estadística.

El Sistema Comercial presentó niveles superiores a los de los otros dos sistemas, esto se justifica debido al tipo de alimentación que reciben siendo de manera permanente más enriquecida con sales minerales lo cual no sucede en los sistemas familiar y familiar-comercial. Según Aliaga, Moncayo y Rico (2009) los requerimientos de magnesio van a depender de la concentración de calcio y fósforo en la dieta, al existir un incremento de cualquiera de estos dos analitos se incrementan de forma leve los requerimientos de magnesio. Underwood (2003) indica que, las leguminosas en la alimentación son más ricas en magnesio que las gramíneas; además los cobayos pueden absorber magnesio del heno de gramíneas y alfalfa dos veces más eficientes que los corderos.

Los valores de glucosa determinados en esta investigación para el sistema familiar, familiar-comercial y comercial concuerdan con los valores establecidos por Meredith y Redrob (2012) los cuales fueron 60–180 mg/dL y Shannon (2009) que menciona valores de 58–190mg/dL. Sin embargo Wikivet (2012) quien considera a los cobayos como mascotas, menciona que los valores referenciales de glucosa son 60-125 mg/dL en cobayos, rango que queda por debajo de los obtenido en esta investigación, esto con seguridad se debe al tipo de alimentación y dieta que se proporciona a los cobayos cuando son considerados animales de compañía siendo bajas en energía, sucediendo



lo contrario cuando son considerados animales de interés zootécnico en donde las dietas poseen una mayor concentración energética, proteica para lograr optimizar la producción de carne. Sencara (2015) menciona que la hiperglucemia en roedores puede ser influenciada por el tipo de alimento que se suministra, además de la falta de ayuno al momento de la toma de muestras y la ubicación geográfica de los mismos.

Los valores de todos los metabolitos en este estudio estuvieron dentro de valores aceptados como referencia. En el análisis individual se encontró diferencia estadística entre los sistemas de producción, encontrándose los valores más altos en el sistema comercial, sobrepasando numéricamente a los otros dos sistemas, posiblemente como consecuencia de la dieta basada en un 85% de forraje y un 15% de concentrado el cual contiene (60% afrechillo, 15% sema, 15% maíz o trigo y el 10% faltante lo completan con alimento comercial) que complementa la cantidad de energía. Jiménez (2007) menciona que los forrajes suelen ser deficientes en energía, por lo que, las dietas destinadas para alimentar cuyes han de contener alguna fuente energética local adicional, al del forraje, y que podría ser de granos, semillas o tubérculos que se siembren para tal fin.

En cuanto al componente proteico, Shannon (2009) menciona en su estudio valores de referencia para proteínas totales entre 4-7 g/dL lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación para los tres sistemas de producción, según los valores estipulados por Meredith y Redrobe (2012). De igual forma, en un estudio elaborado por Ayvar (2018) el valor obtenido en proteínas totales fue de  $5,17 \pm 0,72$  g/dl rangos similares a nuestro estudio, pese a que en el mismo estudio se le agregó probióticos a la dieta.

La ingestión de proteínas totales puede considerarse adecuada en los tres sistemas de producción de acuerdo a los tenores sanguíneos encontrados a pesar de utilizar, dietas diferentes caracterizadas por: sistema Comercial 85% forraje en el que predominan las leguminosas alfalfa y trébol blanco que favorecen la cantidad de proteína en la dieta y gramíneas cebada y maíz que elevan la cantidad de energía en la dieta, acompañado de un 15% del total de la dieta con sobrealimento de afrechillo,



sema y maíz o trigo; sistema Familiar forraje kikuyo, y deshechos de cocina y esporádicamente concentrado y Familiar-Comercial compuesta por 96% de forraje en su mayor parte leguminosas como alfalfa y gramíneas como el ray grass, así como subproductos y residuos de cosecha acompañado de un 4% de sobrealimento que incluye afrechillo y semilla.

La mínima variación en las concentraciones de proteínas entre los tres sistemas de producción pese a que su alimentación es diferente, esto puede atribuirse a la actividad cecotrófica que caracteriza a esta especie. (Jiménez, 2007) menciona que la cecotrofia permite a los cobayos utilizar aquella proteína microbiana que se genera durante el proceso digestivo fermentativo y, por ende, los hace menos exigentes en requerimientos de proteína en su dieta. Mullo (2009), señala que en algunas evaluaciones realizadas con balanceados con niveles de proteína entre 13 y 25% no mostraron diferencias en cuanto al crecimiento. Situación que hace que, al ingerir forrajes verdes como los que se dan en los valles interandinos, no requieran de fuentes adicionales de proteína.

Los valores de albúmina obtenidos en esta investigación para los tres sistemas de producción son similares a los valores indicados por Meredith y Redrobe (2012) los cuales fueron 2,1 – 3,9 g/dL, y con los reportados por Shannon (2009) quien menciona un rango de 2 a 5 g/dL. Tapia (2019) realizó un estudio en cobayos en el cual obtuvo valores de albúmina de 0,85 g/dl, rango que se encuentra por debajo de nuestro estudio debido a que el mismo se realizó en cobayas hembras, por lo que el sexo influye al igual que el estado fisiológico en los valores.

Wittwer (2012), menciona que la concentración sanguínea de globulinas en mamíferos es de 2,5 a 4,5 g/dL, aunque hay varios factores que inducen diferencias, por lo que es necesario valores de referencia para cada especie; por su parte, Shannon (2009) indican un rango de 2 a 4 g/dL para cobayos y Meredith y Redrobe (2012) valores de 1,7 a 2,6 g/dL para la misma especie. Los valores citados se encuentran por debajo de los valores reportados en el presente trabajo de investigación. Según Sencara (2015) menciona que valores altos de globulina se los atribuye a cambios en su dieta, la



especie, además dependiendo del lugar en el que se ubique, debido a que afecta la calidad y cantidad de forraje disponible el nivel de globulinas variará ya que este estudio fue realizado a una altitud de 3824 msnm, mientras que el presente estudio tuvo dos altitudes menores a la de dicho estudio.

El análisis de correlación entre las variables en el presente estudio reveló que, estadísticamente existe una correlación negativa moderada entre el Ca y P ( $r=-0,597$ ) y una correlación positiva baja entre P y Mg ( $r=-0,221$ ). La correlación altamente significativa entre Ca y P se deberían a que estos dos elementos juegan roles importantes en el metabolismo interactuando en muchos procesos como la contracción muscular y otras actividades enzimáticas. Kalantar - Zadeh et al. (2010) afirman esta hipótesis indicando que el calcio y el fósforo en el organismo interactúan en numerosos procesos existiendo una estrecha coordinación en la regulación de estos minerales; mientras que en un estudio realizado por (Carcausto, 2017) en conejos fue una relación positiva tomando en cuenta el sexo y la edad menciona que la relación Ca:P es mayor en animales jóvenes y hembras debido a la mayor demanda fisiológica que requiere un animal en crecimiento y en hembras gestantes, lactantes con respecto a machos sin carga fisiológica adicional.

Mientras que la correlación en este trabajo entre sistema de producción y glucosa fue positiva moderada, valores que concuerda con lo mencionado por (Beltrán, 2015) quien menciona que el consumo de materia seca y glucosa presentó una correlación positiva debiéndose estrictamente al tipo de alimentación que se proporciona, por lo que la nutrición en especial los carbohidratos generarán un incremento de glucosa en sangre.

Se encontró una correlación altamente significativa positiva media, moderada y alta entre Alb-Glob, PT-Alb y PT-Glob respectivamente, observándose que la interrelación de los niveles proteicos es tan estrecha que, con frecuencia, la interpretación de los cambios debe ser realizada en conjunto para que tengan sentido fisiopatológico. Al respecto, (Álvarez, 2007) afirma que las proteínas son partes importantes de todas las células y tejidos. Así lo corrobora Sencara, (2015) que la relación A/G mientras el nivel



Universidad de Cuenca

de albúmina incrementa y disminuye el nivel de globulina y viceversa debido a la falta de ingestión de cantidades adecuadas de proteína, esto ocurre en casos de ayuno prolongado y desnutrición.



## 5 CONCLUSIONES

- El sistema de crianza de cuyes influye sobre los tenores sanguíneos de magnesio, glucosa, proteínas totales y globulinas; mientras que no tiene influencia sobre los tenores calcio, fósforo y albúmina. El sistema que presentó niveles más elevados en casi todos los analitos fue el sistema Comercial a excepción del fósforo esto se justifica por la composición de la dieta que reciben siendo más alta en energía y proteína por su carácter comercial.
- Se encontró una correlación significativa entre el magnesio, glucosa, proteínas totales y globulinas con respecto al sistema de producción, es decir que los niveles séricos de los mismos variarán dependiendo del sistema de crianza en el que se encuentre el cobayo.
- La ecuación de regresión lineal es válida para el analito glucosa, es decir que el sistema de producción influye en un 33% sobre los niveles de glucosa presentando una correlación media.
- Se reporta el perfil metabólico para los diferentes sistemas de producción en las condiciones del Ecuador en cobayos, mostrando valores dentro de los considerados de referencia lo que refleja el uso de una dieta adecuada para la producción animal.



## 6 RECOMENDACIONES

- Proseguir estudios de bioquímica sanguínea en cuyes considerando otras variables y factores influyentes como la raza, sexo, tipo de alimentación, ubicación geográfica y otros.
- El uso de perfiles metabólicos son un recurso valioso para el ajuste y balance de las dietas nutricionales en la crianza de cobayos con fines zotécnicos.
- Los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser usados como referencia para valorar los tenores sanguíneos de cobayos criados en diferentes sistemas de producción.
- Evaluar los analitos por función: Hepática y/o renal para tener como referencia en la clínica y usar estos como herramienta diagnóstica de enfermedades de esta especie.



## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., & Caycedo, A. (2009). Producción de Cuyes. Lima, Perú: Fondo Editorial UCSS. Recuperado el 10 de febrero, 2020. Obtenido de [www.ucss.edu.pe](http://www.ucss.edu.pe)
- Álvarez, J. (2007). Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico (1<sup>o</sup> ed.). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=Noc2neOIRhkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=Noc2neOIRhkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Aranda, P., Planell, E., & Llopis, J. (2000). Magnesio. Departamento de Fisiología e Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos. Facultad de Farmacia. Campus de Cartuja, 92-99. Obtenido de <https://www.ugr.es/~ars/abstract/41-91-00.pdf>
- ASINDETEC. (2011). Producción Sostenible de Cuyes (primera ed.). Nariño, Colombia: Universidad de Nariño.
- Áviles, D., Landi, V., & Delgado, J. (2014). El Pueblo Ecuatoriano y su Relación con el Cuy. AICA, Vol.4, p.38-40. Recuperado el 13 de Febrero, 2019. Obtenido de Actas Iberoamericanas de Conservación Animal: [http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo\\_110\\_lin\\_photo/articulos/2014/Trabajo009\\_AICA2014.pdf](http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo009_AICA2014.pdf)
- Ayvar, J. (2018, Octubre 10). Parámetros Hematológicos y Bioquímicos Nutricionales en *Cavia porcellus* suplementados con probióticos *Lactobacillus* spp. Universidad Ricardo Palma, Vol.43. Recuperado el 5 de Marzo, 2020. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1682>
- Barrie, A. (1989). Mi Conejillo de Indias. (E. B. Valls, Trans.) Barcelona, España: Hispano Europea. Recuperado el 9 de febrero, 2020
- Beltrán, R. (2015). Efecto de Diferentes Niveles de Suplementación de Energía y Proteína Sobre Algunos Indicadores Metabólicos y Productivos en el Levante y Engorde en Cuyes. Universidad de Nariño, p.19-35. Obtenido de <http://sired.udenar.edu.co/1691/1/90964.pdf>



- Bogin, E., Otto, F., Ibañez, A., Lippi, E., Wittwer, F., & Uriarte, G. (2005). Patología Clínica Veterinaria. Asunción, Paraguay: IICA. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=VrEqAAAAYAAJ&pg=PA196&lpg=PA196&dq=Patolog%C3%ADa+Cl%C3%ADnica+Veterinaria+bogin&source=bl&ots=PjP5E5DS3A&sig=ACfU3U1caeOGTkVsE4tTEfn5gsOe3lQGaw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjR17-w-7jpAhWrY98KHaLICNgQ6AEwAHoECAgQAQ#v=onep>
- Bondi, A. (1988). Nutrición Animal (1<sup>o</sup> ed.). (R. Arias, Trans.) Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A. From <https://es.scribd.com/document/227237720/Nutricion-animal-A-Bondi-pdf>
- Burtis, C., Ashwood, E., & Bruns, D. (2006). Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics (Fourth Edition ed.). ELSEVIER Inc.
- Campos, R., Coldebella, A., Gonzáles, F., & Lacerda, L. (2005). Perfil Metabólico Obtenido de Pool de Sueros o de Muestras Individuales. Redalyc, Vol.54, 114. doi: ISSN 0004-0592
- Capquequi, C. (2011). Determinación de los Niveles de Calcio, Fósforo y Magnesio en el Suero Sanguíneo del Cuy (*cavia porcellus*). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, p.34-40.
- Carcausto, P. (2017). Determinación de los Niveles de Calcio, Fósforo y Magnesio en Suero Sanguíneo del Conejo Doméstico. Universidad Nacional del Altiplano, p.42. Obtenido de Repositorio Institucional UNA: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5998>
- Castro, E. (2009). Manejo de Cuyes. Universidad de Granma, p.12. Obtenido de <http://www.portalveterinaria.com>.
- Chauca, L. (2007). Realidad y Perspectiva de la Crianza de Cuyes en los Países Andinos. Producción Animal, Vol.15, p.223-228. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?la07058>
- Chineke, C., Ologun, & Ikeobi. (2006). Hematological Parameters in Rabbit Breeds and Crosses in Humid Tropics. Journal Biological Sciences, Vol.9. doi:10.3923/pjbs.2006.2102.2106



- Church, D. (1974). *Fisiología Digestiva y Nutrición de los Animales Domesticos* (Primera ed.). Zaragoza-España: Editorial Acribia. doi:978-84-200-0739-7
- Clavo, L., & Ramírez, S. (2009). Composición Química de Órganos de Cobayos de Altura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, p.34-35. Obtenido de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Salud/Ramirez\\_V\\_S/Generalidades.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Salud/Ramirez_V_S/Generalidades.htm)
- Cunningham, J. (2003). *Fisiología Veterinaria* (Tercera Edición ed.). Elsevier.
- Díaz, M., & Cerda, G. (2015, Junio 22). Comparación de niveles de glucosa sanguínea en perros adultos cuantificados mediante glucómetro portátil y ensayo enzimático colorimétrico. Recuperado el 6 de julio, 2020. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4091/1/229274.pdf>
- Dukes, H. (1981). *Fisiología de los Animales Domésticos*. (Cuarta ed.). Madrid, España: Editorial Aguilar. doi:978-84-200-1134-9
- Elizondo, J. (2007). Fósforo: Imporancia, Problemas ambientales y Requerimientos en Ganado de Leche. *eXtension*, p.3. Obtenido de <https://articles.extension.org/pages/64280/fsforo:-importancia-problemas-ambientales-y-requerimientos-en-ganado-de-leche>
- Espinosa, M. (2011). *Minerales y Vitaminas*. Tierra Adentro. Recuperado el 12 de febrero, 2020. Obtenido de <http://revistatierraadentro.com/index.php/avicultura/192-minerales-y-vitaminas>
- Fontana , L. (2016, Septiembre 18). Proteinograma de sueros felinos, una herramienta complementaria de casos clínicos. Recuperado el 8 de julio, 2020. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70158/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70158/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fowler, W., & Zinkl, D. (1989). Referente Ranges for Hematologic and Serum Biochemical Values in Llama (Lama Glama). *Journal of Veterinary Research*. doi:50(12):2049-2053
- García-Sacristan, A. (1995). *Fisiología Veterinaria*. Interamericana Mc Graw-Hill, Vol.5, cap.9. doi:9788473605717



- Gil Santos, V. (2007). Importancia del Cuy y su Competitividad en el Mercado. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú, Vol.15, p. 216-217. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?la07056>
- Grupo Asis. (2003). Portal Veterinario. Recuperado el 10 de febrero, 2020. Obtenido de Sistema Agrario para Cuyes ( *cavia porcellus*): <https://www.portalveterinaria.com/animales-de-compania/articulos/16887/sistema-agrario-para-cuyes-cavia-porcellus.html>
- Guyton, A., & Hall, J. (2006). Textbok of medical physiology (Eleventh Edition ed.). Elsevier-Saunders.
- Jaramillo, A. (2015). Biología. Sevilla, España: MAD, S.L. Recuperado el 8 de julio, 2020
- Jiménez, R. (2007). Uso de Insumos Agrícolas Locales de la Alimentación de Cuyes en Valles Interandinos. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú, Vol.15, p. 229-232. From <http://www.bioline.org.br/pdf?la07059>
- Kalantar-Zadeh, K., Gutekunst, L., Mehrotra, R., Kovesdy, C., Bross, R., Shinaberger, C., . . . Kopple, J. (2010). Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. *Clin J Soc Nephro*, 519-530.
- Kaneko, J., Harvey, J., & Bruss, M. (1989). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. London: ELSEVIER. doi:978-0-12-370491-7
- Kolb, E. (1979). *Fisiología Veterinaria (Segunda Reimpresión ed., Vol. 2)*. Zaragoza, España: Acribia.
- Kraft, H. (1998). *Métodos de Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria de Mamíferos Domésticos*. España: Editorial Acribia S.A. doi:978-84-200-0845-5
- Meredith, A., & Redrobe, S. (2012). *Manual de Animales Exóticos (4º ed.)*. Barcelona: Ediciones S.A. doi:978-84-87736-63-6.
- Meza, G., & Cabrera, R. (2014, Agosto 10). Mejora de Engorde de Cuyes (*Cavia Porcellus*) a Base de Gramíneas y Forrajes Arbustivas Trópicas en la Zona de Quevedo, Ecuador. *Scielo*, Vol.32, p.76. Recuperado el 2 Febrero, 2020. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n3/art10.pdf>
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. (2014). *Criaza de cuyes*. Recuperado el 12 de febrero, 2019. Obtenido de Proyecto "Mi Chacra Emprendedora": <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/Crianza%20de%20cuyes.pdf>



- Moe, S. (2005). Disorders of Calcium, Phosphorus, and Magnesium. *AJKD*, Vol.45, p. 213. doi:<https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2004.10.014>
- Molina, S. (2015, Diciembre 20). Concentraciones de las variables sanguíneas del metabolismo proteico y de las inmunoglobulinas G circulantes en vacas lecheras pre-parto, suplementados con una pequeña cantidad de afrecho de soya, con y sin minerales trazas quelados. Recuperado el 8 de julio, 2020
- Montes, T. (2012). Guía Técnica "Asistencia Técnica Dirigida en Crianza Tecnificada de Cuyes". UNALM, p.22-26. Recuperado el 12 de febrero, 2019. Obtenido de Asistencia Técnica Dirigida en Crianza Tecnificada de Cuyes: [https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/015-a-cuyes\\_crianza-tecnificada.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/015-a-cuyes_crianza-tecnificada.pdf)
- Montoya, L. (2017, Junio 5). Valores Bioquímicos indicadores de funcionamiento hepático y renal en perros clínicamente sanos clasificados por edad y género. Recuperado el 7 de julio, 2020. Obtenido de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1391/420049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mullo, L. (2009). Aplicación de un Promotor Natural de Crecimiento (SEL-PLEX) en la Alimentación de Cuyes Mejorados en la Etapa de Crecimiento-Engorde y Gestación-Lactancia. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, p.24-32. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1326>
- Ortíz, M. (2019). Niveles Sericos y Correlaciones del Calcio, Fósforo y Magnesio en Cuyes del CIP Majes. Universidad del Altiplano, p. 21-38. Obtenido de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11538/Ortiz\\_Chura\\_Mary\\_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11538/Ortiz_Chura_Mary_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Paredes, D., Robles, R., Cordova, O., & De la Cruz, E. (2017). Efecto de la Harina de Hojas de Erythrina sp. Sobre el Perfil Bioquímico, Parámetros Biológicos e Histopatología del Hígado de cavia porcellus. Scielo. doi:ISSN 2077-9917
- Paucar, F. (2011). Utilización de Diferentes Niveles de Harina de Algas de Agua Dulce en la Alimentación de Cuyes y su Efecto en las etapas de gestación, lactancia, crecimiento, engorde. Escuela Superior Politécnica del Chimorazo. Recuperado



- el 10 de febrero del 2020. Obtenido de  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1044/1/17T01011.pdf>
- Robles, C. (2010). Cuyes y Cambios Microclimáticos: Adaptar su Crianza a las Condiciones del Clima. Soluciones Practicas. Obtenido de  
<http://www.funsepa.net/soluciones/index.html>
- Sanz, L., & López, F. (2011, Enero 14). Administración de albúmina humana en caninos cachorros con gastroenteritis hemorrágica. *Hospitales Veterinarios*, 25. Recuperado el 8 de julio, 2020
- Seelig, H., & Meiners, M. (2011). Análisis Clínicos. *Hispano Europea*. Recuperado el 8 de julio, 2020
- Sencara, W. (2015). Niveles Séricos de Glucosa, Colesterol, Proteínas Totales en Conejos (*Oryctolagus cuniculus*) Domésticos de Altura. *UNA*, p. 6-18. Recuperao el 1 de mayo, 2019. Obtenido de  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2043/Sencara\\_Chiquija\\_Wilver.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2043/Sencara_Chiquija_Wilver.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Shannon M. Riggs, D. (2009). Guinea Pigs. In *Manual of Exotic Pet Practice* (pp. 460-461). California-USA.
- Shimada, A. (2003). *Nutrición Animal* (Primera ed.). México, México: Editorial TRILLAS. doi:978-968-24-6563-5
- Smith, C., Meter, A. T., & Pugh, D. (2001). Reproduction in Llamas and Alpacas. *Areview. Theriogenology*, Vol.41, p. 573-592. doi:[https://doi.org/10.1016/0378-4320\(96\)01538-2](https://doi.org/10.1016/0378-4320(96)01538-2)
- Solorzano, J., & Sarria, J. (2014). Crianza, Producción y Comerciaización de Cuyes. (C. Arestegui, Ed.) Lima-Perú: MACRO EIRL. doi:ISBN N° 978-612-34-242-4
- Tapia, J. (2019). Determinación de Valores de Referencia en Hemograma y Química Sanguínea de Cuyes Hembras. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*, p. 25-41. Recuperado el 4 de marzo, 2020. Obtenido de  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16945/1/UPS-CT008154.pdf>
- Técnicas Analíticas. (2015). Recuperado el 7 de enero, 2020. Obtenido de  
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4821/fichero/MEMORIA%252FCAPITULO+4.pdf>



- Torrente, C. (2014, Marzo 23). Aspectos diagnósticos y pronósticos de la concentración al albúmina en el paciente canino con síndrome de respuesta inflamatoria sistémica. Recuperado el 8 de julio, 2020. Obtenido de [https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2014/hdl\\_10803\\_284391/cta1de1.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2014/hdl_10803_284391/cta1de1.pdf)
- Underwood, E. (2003). Los Minerales en la Nutrición del Ganado. Producción Animal, p. 1-6. Obtenido de [http://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion\\_mineral/60-minerales\\_en\\_la\\_alimentacion\\_vacunos.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion_mineral/60-minerales_en_la_alimentacion_vacunos.pdf)
- Villanueva, G. (2010). Nutrición del Ganado: Magnesio. Producción Animal, p. 1-3. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/nutricion-ganado-magnesio-t28459.htm>
- Wikivet. (2012). Bioquímica del Conejillo de Indias. Retrieved Marzo 7, 2020 from [https://en.wikivet.net/Guinea\\_Pig\\_Biochemistry](https://en.wikivet.net/Guinea_Pig_Biochemistry)
- Wittwer, F. (2012). Manual de Patología Clínica Veterinaria (Segunda ed.). Valdivia, Chile: Imprenta América. Recuperado el 6 de marzo, 2020
- Yung Silva, J. (2001). Nuevas Alternativas de Química Clínica. In J. Yung, Química Clínica (pp. 17-20). Recuperado el 12 de diciembre, 2019. Obtenido de Análisis en slide secos o química en fase sólida: [http://abj.org.co/images/revistas/28/28\\_Pag\\_17\\_20\\_Nuevas\\_Alternativ.pdf](http://abj.org.co/images/revistas/28/28_Pag_17_20_Nuevas_Alternativ.pdf)



## 8 ANEXOS

### *Anexo 1 Inmovilización del Cobayo*



Fuente (Encalada & Ortega, 2019)

### *Anexo 2 Depilación del miembro anterior*



Fuente (Encalada & Ortega, 2019)



**Anexo 3** *Desinfección del área*



Fuente (Encalada & Ortega, 2019)

**Anexo 4** *Aplicación del torniquete*



Fuente (Encalada & Ortega, 2019)



**Anexo 5** *Recolección de la muestra*



Fuente (Encalada & Ortega, 2019)

**Anexo 6** *Colocación de la muestra en los tubos eppendorf.*



Fuente (Encalada & Ortega, 2019)



**Anexo 7 Rotulación de las muestras**



Fuente: (Encalada & Ortega, 2019)

**Anexo 8 Transportación de las muestras**



Fuente: (Encalada & Ortega, 2019)



### **Anexo 9** Centrifugación de las muestras



Fuente: (Encalada & Ortega, 2019)

### **Anexo 10** Colocación de la muestra en la maquina analizadora



Fuente: (Encalada & Ortega, 2019)

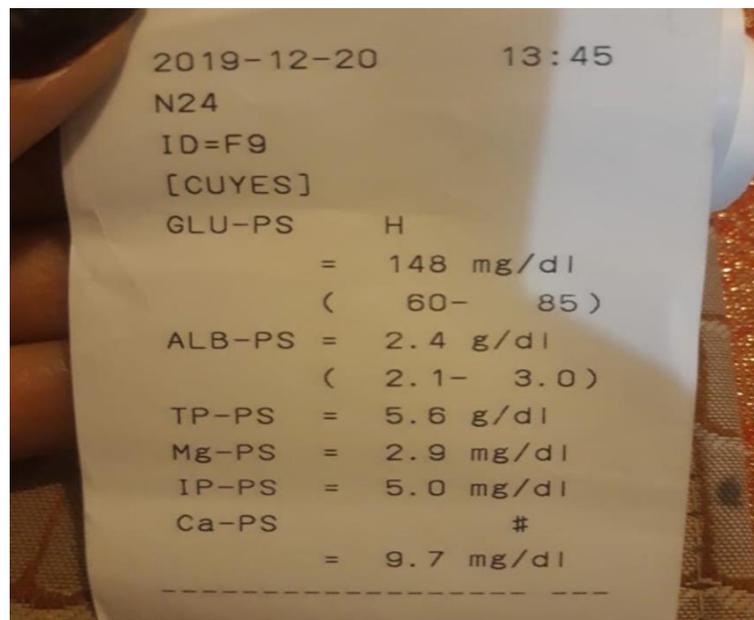


**Anexo 11** Colocación de los reactivos en la maquina analizadora



Fuente: (Encalada & Ortega, 2019)

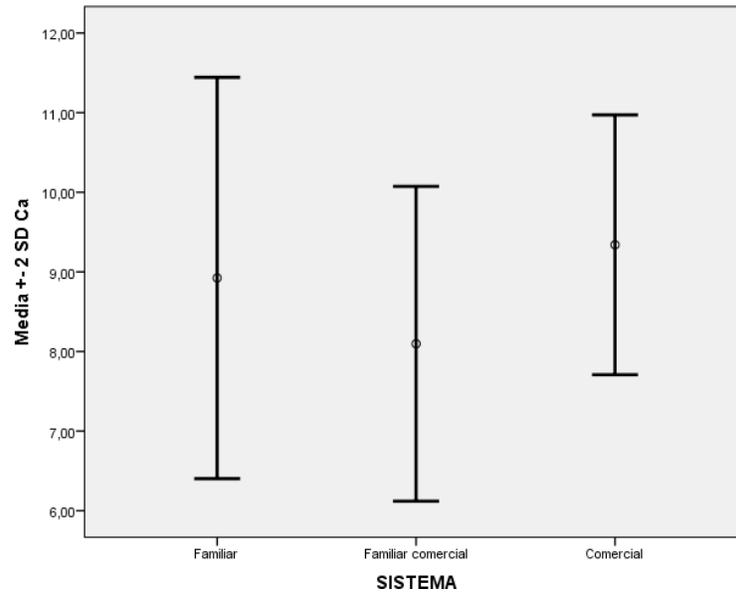
**Anexo 12** Obtención de los resultados



Fuente: (Encalada & Ortega, 2019)

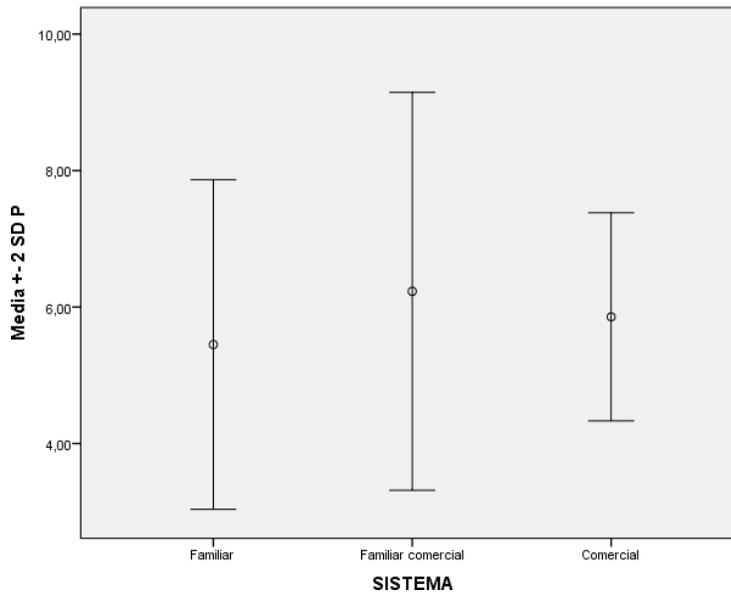


**Anexo 13** Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Calcio en cuyes, según el sistema de producción



Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

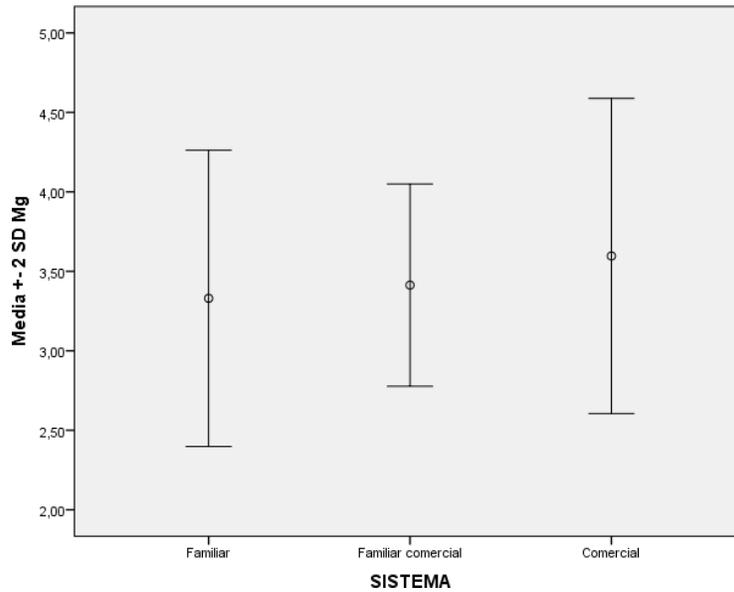
**Anexo 14** Probabilidad al 95,4 % de los cambios en los niveles séricos de Fósforo en cuyes, según el sistema de producción.



Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

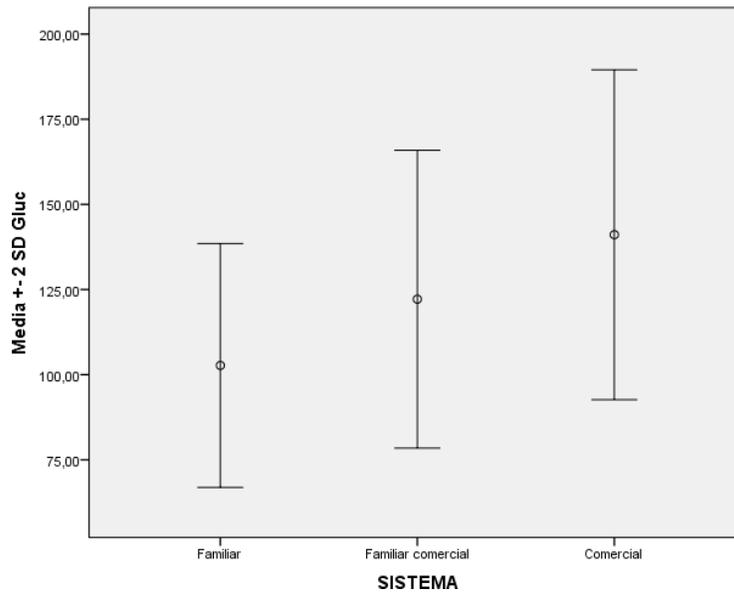


**Anexo 15** Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Magnesio en cuyes, según el sistema de producción



Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

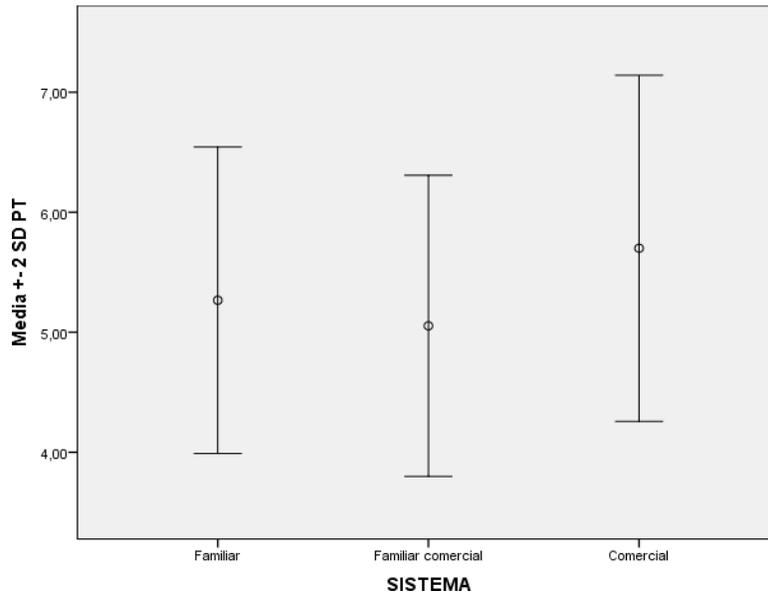
**Anexo 16** Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Glucosa en cuyes, según el sistema de producción



Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

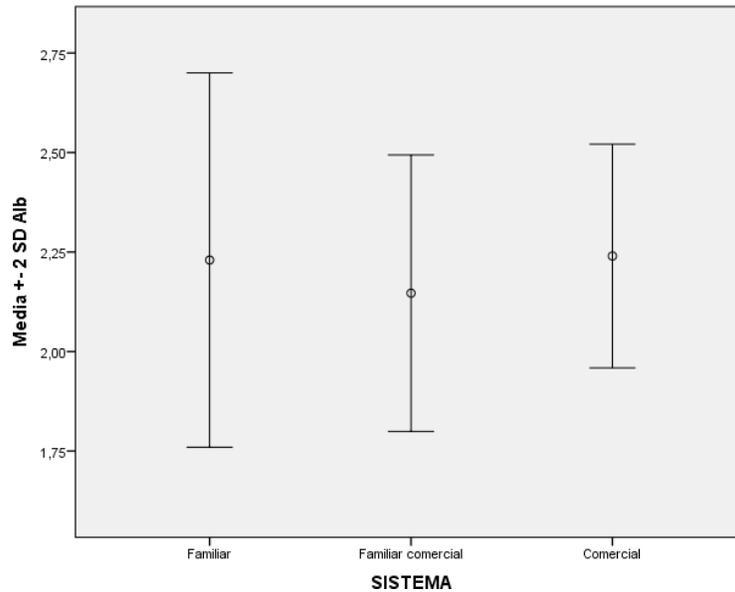


**Anexo 17** Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Proteínas Totales en cuyes, según el sistema de producción



Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

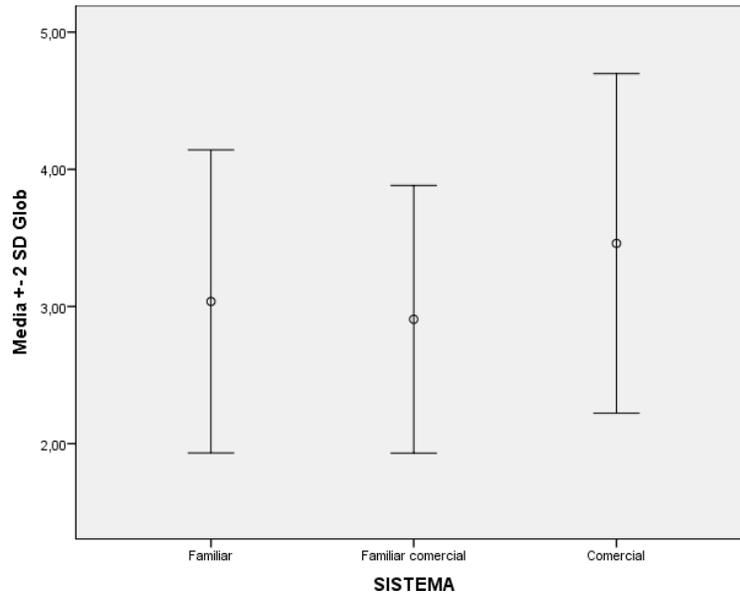
**Anexo 18** Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Albúmina en cuyes, según el sistema de producción



Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)



**Anexo 19** Probabilidad al 95,4% de los cambios en los niveles séricos de Globulina en cuyes, según el sistema de producción



Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

**Anexo 20** Interpretación de Correlaciones.

Interpretación Correlación	
<b>Baja:</b>	0 - 0,25
<b>Media:</b>	0,26 - 0,50
<b>Moderada:</b>	0,51 - 0,75
<b>Alta:</b>	0,76 - 1

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)



**Anexo 21 Regresión lineal de magnesio**

**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,219 <sup>a</sup>	,048	,026	,43741

a. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

**Anexo 22 Anova Magnesio.**

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,838	2	,419	2,19	,118 <sup>b</sup>
	Residuo	16,646	87	,191		
	Total	17,484	89			

a. Variable dependiente: Mg

b. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)



**Anexo 23 Regresión lineal de la glucosa**

**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,575 <sup>a</sup>	,330	,315	21,90006

a. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

**Anexo 24 Anova Glucosa.**

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	20566,673	2	10283,337	21,44	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	41726,316	87	479,613		
	Total	62292,989	89			

a. Variable dependiente: Gluc

b. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)



**Anexo 25** Valor de  $\hat{y}$ , X1, X2 de la Glucosa.

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	$\hat{y} \rightarrow$ 139,806	3,933		35,544	,000
	FAMILIAR	X1 $\rightarrow$ -37,048	5,658	-,658	-6,548	,000
	FAMILIARCOMERCIAL	X2 $\rightarrow$ -17,640	5,609	-,316	-3,145	,002

a. Variable dependiente: Gluc

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

**Anexo 26** Regresión lineal de proteínas totales

**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,369 <sup>a</sup>	,136	,117	,66714

a. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)



**Anexo 27 Anova Proteínas Totales.**

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	6,114	2	3,057	6,868	,002 <sup>b</sup>
	Residuo	38,722	87	,445		
	Total	44,836	89			

a. Variable dependiente: PT

b. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

**Anexo 28 Valor de  $\hat{y}$ , X1, X2 de Proteínas Totales.**

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	$\hat{y} \rightarrow$ 5,677	,120		47,382	,000
	FAMILIAR	X1 $\rightarrow$ -,402	,172	-,266	-2,330	,022
	FAMILIARCOMERCIAL	X2 $\rightarrow$ -,624	,171	-,417	-3,653	,000

a. Variable dependiente: PT

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)



**Anexo 29 Regresión lineal de las globulinas**

**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,376 <sup>a</sup>	,141	,122	,56098

a. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)

**Anexo 30 Anova Globulinas**

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	4,504	2	2,252	7,157	,001 <sup>b</sup>
Residuo	27,379	87	,315		
Total	31,883	89			

a. Variable dependiente: Glob

b. Predictores: (Constante), FAMILIARCOMERCIAL, FAMILIAR

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)



**Anexo 31** Valor de  $\hat{y}$ ,  $X1$ ,  $X2$  de Globulinas

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	$\hat{y} \rightarrow$ 3,432	,101		34,065	,000
	FAMILIAR	$X1 \rightarrow$ -,381	,145	-,299	-2,626	,010
	FAMILIARCOMERCIAL	$X2 \rightarrow$ -,526	,144	-,416	-3,658	,000

a. Variable dependiente: Glob

Fuente: (Encalada & Ortega, 2020)