



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**TEMA: RELACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD EN COBAYOS  
CON LAS CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS Y ULTRASONOGRAFÍA TESTICULAR  
DURANTE EL PERIODO DE EMPADRE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

**AUTOR: CARLOS EDUARDO ZAMBRANO FLORES**

**DIRECTOR: Dr. JOSÉ GUILLERMO VIDAL VIDAL Mg. Sc.**

**CO-TUTOR: Dr. PABLO GIOVANNY RUBIO ARIAS PhD.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2021**

*Yo me gradué en los  
50 años de La Cato!*



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

### **CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**TEMA: RELACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD EN COBAYOS  
CON LAS CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS Y  
ULTRASONOGRAFÍA TESTICULAR DURANTE EL PERIODO DE  
EMPADRE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MEDICO VETERINARIO**

**AUTOR: CARLOS EDUARDO ZAMBRANO FLORES**

**DIRECTOR: Dr. JOSÉ GUILLERMO VIDAL VIDAL Mg. Sc.**

**CO-TUTOR: Dr. PABLO GIOVANNY RUBIO ARIAS PhD.**

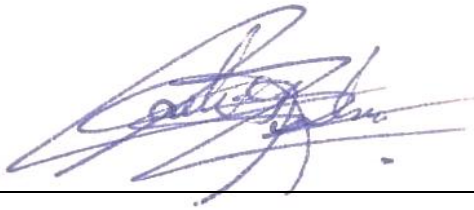
**CUENCA - ECUADOR**

**2021**

*Yo me gradué en  
los 50 años de La Cato!  
... y sostuve la Universidad*

## I. DECLARACIÓN

Yo, Carlos Eduardo Zambrano Flores, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



---

CARLOS EDUARDO ZAMBRANO FLORES

## II. CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente investigación fue realizada por Carlos Eduardo Zambrano Flores, bajo mi supervisión.



---

Dr. José Guillermo Vidal Vidal Mg. Sc.

**DIRECTOR**



Firmado electrónicamente por:

**PABLO  
GIOVANNY  
RUBIO ARIAS**

---

Dr. Pablo Giovanni Rubio Arias PhD

**CO-TUTOR**

### III. DEDICATORIA

#### **A Dios.**

Por la motivación, por las fuerzas, energías y sobre todo las bendiciones que día a día me ayudaron a no rendirme y seguir mi camino, y sobre todo luchar por mis sueños, que hoy en día, sin el apoyo incondicional no hubiera conseguido esta meta.

#### **A mis Padres.**

Néstor y Eulalia, que, a pesar de cada tropiezo, de cada mal carácter y días malos, siempre estuvieron ahí, siendo el pilar fundamental para alcanzar este sueño de la vida, por su amor y perseverancia constante que me han dado durante todo este trayecto, siempre fomentándome los valores necesarios para seguir y sobre todo los consejos que, gracias a ellos, hoy en día soy la persona que soy, y es gracias a ellos. Este logro es para ellos, y que sin ellos no sería nada, ellos me dieron la vida y me ayudaron a crecer

#### **A mis Hermanos.**

Andrés, Elizabeth y Pablo, que siempre fueron un pilar fundamental, que a pese de todo siempre estaban ahí, siendo un hombro en donde apoyarme cuando las cosas no iban bien, siempre con sus consejos y sabidurías me supieron guiar, y sobre todo apoyar en cada decisión tomada.

#### **A mi Familia.**

A cada uno de ellos, que gracias a ellos pude alcanzar algunos objetivos y metas que se me presentaron en el camino, y siempre con sus palabras de aliento me supieron guiarme y animarme para alcanzar esta meta importante de mi vida.

*Carlos Eduardo Zambrano Flores*

## IV. AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos son:

Para mis padres Néstor y Eulalia, que a pesar de cada una de las circunstancias estuvieron ahí, apoyándome, guiándome, y aconsejándome, ya que fueran días malos, supieron encontrar la forma de motivarme y demostrarme que rendirse no es una opción.

Para los Dr. José Guillermo Vidal y Dr. Pablo Rubio, por ser las personas que durante todo este trayecto me guiaron y me supieron dedicar el tiempo necesario para la realización de este proyecto.

Para los docentes: Ing. Manuel Maldonado y al Dr. Daniel Argudo, por el tiempo otorgado para estar ahí pendiente de mí, con cada una de mis dudas e inquietudes, por enseñarme y guiarme en el trascurso de esta investigación.

Y un especial agradecimiento al Dr. Armando Quinteros, una de las personas que me ayudo con las ideas de investigación, apoyo y motivo para la realización de este proyecto de tesis.

A la empresa Asetronix y a los ingenieros (Ing. Rene Dután, Ing. Oscar Ortiz, y al Ing. Pablo Campoverde), quienes, con su ayuda, se logró alcanzar uno de los puntos más importantes para el desarrollo de esta investigación.

*Carlos Eduardo Zambrano Flores*

## V. INDICE DE CONTENIDO

I.	DECLARACIÓN.....	I
II.	CERTIFICACIÓN.....	II
III.	DEDICATORIA.....	III
IV.	AGRADECIMIENTOS .....	IV
V.	INDICE DE CONTENIDO .....	V
VI.	INDICE DE CUADROS .....	IX
VII.	INDICE DE FIGURAS .....	X
VIII.	INDICE DE ANEXOS .....	XII
IX.	RESUMEN.....	XIV
X.	ABSTRACT .....	XV
	CAPITULO 1.....	1
1.1.	Introducción .....	1
1.2.	Planteamiento del problema .....	3
1.3.	Hipótesis .....	3
1.4.	Antecedentes .....	4
1.5.	Justificación .....	5
1.6.	Objetivos.....	6
1.6.1.	Objetivo general.....	6
1.6.2.	Objetivos específicos .....	6
	CAPITULO 2.....	7
2.	MARCO TEÓRICO.....	7
2.1.	Características morfológicas del cobayo.....	7
2.2.	Taxonomía del Cuy .....	8

2.3.	Constantes fisiológicas del Cobayo .....	9
2.4.	Manejo y Madurez sexual del cuy macho .....	10
2.5.	Anatomía reproductiva del cuy macho .....	10
2.5.1.	Glándulas bulbouretrales .....	11
2.5.2.	Glándulas coagulantes.....	11
2.5.3.	Próstata.....	11
2.5.4.	Glándulas vesiculares .....	11
2.5.5.	La uretra.....	12
2.5.6.	Conductos deferentes.....	12
2.5.7.	El epidídimo .....	12
2.5.8.	Los testículos .....	12
2.5.9.	El pene.....	13
2.6.	Semen.....	13
2.7.	Protocolo de anestesia (sedación).....	13
2.8.	Electroeyaculador .....	14
2.9.	Extracción de semen por electroeyaculación .....	15
2.10.	Espermatozoide del cuy .....	15
2.11.	Evaluación del semen .....	16
2.11.1.	Exámenes macroscópicos: .....	17
2.11.2.	Exámenes microscópicos: .....	17
2.12.	Densidad de empadre.....	19
2.1.1.	Sistema de empadre continuo .....	19
2.1.2.	Sistema de empadre controlado .....	19
2.2.	Ecografía Testicular o ultrasonografía .....	20
2.3.	Sistema de análisis seminal computarizado CASA:.....	20

CAPITULO 3.....	23
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.1. Definición de la zona.....	23
3.2. Materiales y métodos.....	24
3.2.1. Materiales .....	24
Reactivos Químicos:.....	24
Materiales Biológicos.....	24
Materiales de laboratorio: .....	24
Material complementario o externo.....	24
Equipos de laboratorio:.....	25
Equipos de bioseguridad: .....	25
3.3. Procedimiento .....	25
3.3.1. Protocolo anestesia: .....	26
3.3.2. Evaluaciones Ultrasonográficas:.....	26
3.3.3. Extracción del semen:.....	27
3.3.4. Evaluación del semen:.....	29
CAPITULO 4.....	34
4. RESULTADOS .....	34
4.1. Descripción de los resultados .....	34
4.1.1. Ultrasonografía .....	34
4.1.2. Tasa de fertilidad .....	35
4.1.3. Cuyes sin servicio .....	36
4.1.4. Cuyes en diferentes densidades de empadre.....	40
4.1.5. Evaluación sistema CASA del material espermático .....	44
4.2. Discusión .....	46

4.2.1. Tasa de fertilidad .....	46
4.2.2. Densidad de empadre.....	46
4.2.3. Ultrasonografía .....	47
4.2.4. Descripción de los resultados de las características espermáticas .....	47
4.3. Conclusiones .....	48
4.4. Recomendaciones .....	49
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	50
XII. ANEXOS .....	57

## VI. INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Taxonomía del cuy. ....	8
<b>Cuadro 2:</b> Constantes fisiológicas del cobayo.....	9
<b>Cuadro 3:</b> Anestésicos para la sedación de cobayos según diferentes autores, dosis, vía y tipo de sedación. ....	14
<b>Cuadro 4:</b> Partes del espermatozoide del Cobayo.....	15
<b>Cuadro 5:</b> Cualidades de los espermatozoides.....	16
<b>Cuadro 6:</b> Rango de la Categoría de Motilidad. ....	18
<b>Cuadro 7:</b> Ultrasonografía: Parámetros testiculares.....	34
<b>Cuadro 8:</b> Tasa de fertilidad.: ....	35
<b>Cuadro 9:</b> Resultados obtenidos de la evaluación de las muestras de semen de los cuyes sin servicio, aplicando el cálculo de promedio y desviación estándar.....	36
<b>Cuadro 10:</b> Resultados obtenidos de la evaluación de la muestra de los cobayos con diferentes densidades de empadre. ....	40
<b>Cuadro 11:</b> Evaluación del sistema CASA de las características espermáticas del semen de Cobayo. ....	44

## VII. INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ).....	7
<b>Figura 2:</b> Características productivas del cuy: índices zootécnicos.....	8
<b>Figura 3:</b> Anatomía del sistema reproductiva del cobayo macho. ....	10
<b>Figura 4:</b> Espermatozoide del cobayo. ....	16
<b>Figura 5:</b> Ecografía testicular.....	20
<b>Figura 6:</b> Sistema CASA computarizado. ....	21
<b>Figura 7:</b> Visualización con el sistema CASA.....	21
<b>Figura 8:</b> Zona de estudio.....	23
<b>Figura 9:</b> Peso del cobayo.....	26
<b>Figura 10:</b> Posición de cubito dorsal o supino. ....	27
<b>Figura 11:</b> Introducción de la sonda del electro eyaculador. ....	27
<b>Figura 12:</b> Voltaje, Tiempo y frecuencia del electro eyaculador. ....	28
<b>Figura 13:</b> Onda cuadrada parte positiva, 60Hz. ....	28
<b>Figura 14:</b> Obtención de muestra (semen).....	29
<b>Figura 15:</b> Muestra de semen para evaluación. ....	29
<b>Figura 16:</b> Cámara de Neubauer, vista desde microscopio.....	30
<b>Figura 17:</b> Observación de 20 $\mu$ l de semen puro en un portaobjeto y cubre objetos a través de un microscopio.....	30
<b>Figura 18:</b> Observación de espermatozoides en colorantes eosina y nigrosina...	31
<b>Figura 19:</b> Observación de la vitalidad espermática.....	32
<b>Figura 20:</b> Anormalidades espermáticas (enrollamiento de la cola, gota citoplasmática). ....	32
<b>Figura 21:</b> Medición testicular a través de una ecografía. ....	35

<b>Figura 22:</b> Observación ecográfica de feto de cobayo. ....	35
<b>Figura 23:</b> Evaluación del volumen del semen. ....	37
<b>Figura 24:</b> Evaluación de la Motilidad del semen en forma porcentual. ....	37
<b>Figura 25:</b> Evaluación de la concentración del semen. ....	38
<b>Figura 26:</b> Evaluación de la Funcionalidad de la membrana espermatica. ....	38
<b>Figura 27:</b> Evaluación de las anomalías espermáticas. ....	39
<b>Figura 28:</b> Evaluación de la vitalidad del semen. ....	39
<b>Figura 29:</b> Relación de los resultados de volumen, frente al animal de estudio. ...	41
<b>Figura 30:</b> Relación de los resultados de Motilidad, frente al animal de estudio. .	41
<b>Figura 31:</b> Relación de los resultados obtenidos de Concentración, frente al animal de estudio. ....	42
<b>Figura 32:</b> Relación de los resultados obtenidos de la permeabilidad de la membrana espermatica, frente al animal de estudio. ....	42
<b>Figura 33:</b> Relación de los resultados de anomalías espermáticas, frente al animal de estudio. ....	43
<b>Figura 34:</b> Relación de los resultados de Vitalidad, frente al animal de estudio. ...	43

## VIII. INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Adecuación del Galpón para Cobayos. ....	57
<b>Anexo 2:</b> Colocación y separación de cobayos en fosas al azar. ....	57
<b>Anexo 3:</b> Sedación del cobayo. ....	57
<b>Anexo 4:</b> Toma de constantes fisiológicas. ....	58
<b>Anexo 5:</b> Ecógrafo KONTED. ....	58
<b>Anexo 6:</b> Realización de la ultrasonografía. ....	58
<b>Anexo 7:</b> Colocación del transductor lineal de 70 MHz. ....	59
<b>Anexo 8:</b> Diseño de sonda de electroeyaculador. ....	59
<b>Anexo 9:</b> Diseño de Electroeyaculador. ....	59
<b>Anexo 10:</b> Aplicación del electroeyaculador ASETRONIX. ....	60
<b>Anexo 11:</b> Obtención de muestra seminal. ....	60
<b>Anexo 12:</b> Electroeyaculador ASETRONIX. ....	60
<b>Anexo 13:</b> Sonda del Electroeyaculador ASETRONIX. ....	61
<b>Anexo 14:</b> Protocolo de sedación: Ketamina. ....	61
<b>Anexo 15:</b> Test de HOST, reactivos. ....	61
<b>Anexo 16:</b> Baño María. ....	62
<b>Anexo 17:</b> Cámara de Neubauer. ....	62
<b>Anexo 18:</b> Visualización de la muestra a través de un microscopio. ....	62
<b>Anexo 19:</b> Visualización de muestra en cámara de Neubauer. ....	63
<b>Anexo 20:</b> Visualización de muestra con tinción de test de HOST + Eosina/nigrosina. ....	63
<b>Anexo 21:</b> Visualización de muestra con tinción eosina/nigrosina. ....	63

<b>Anexo 22:</b> Fosa con densidad de empadre de 1 macho con 7 hembras.....	64
<b>Anexo 23:</b> Fosa con densidad de empadre de 1 macho con 10 hembras.....	64
<b>Anexo 24:</b> Fosa con densidad de empadre de 1 macho con 15 hembras.....	64
<b>Anexo 25:</b> Sistema CASA: Tratamiento 1.....	65
<b>Anexo 26:</b> Sistema CASA: Tratamiento 2.....	66
<b>Anexo 27:</b> Sistema CASA: Tratamiento 3.....	67
<b>Anexo 28:</b> <i>Autorización de publicación en el repositorio institucional</i> .....	68
<b>Anexo 29:</b> <i>Declaratoria de Autoría y Responsabilidad</i> . ....	69

## IX. RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue relacionar la densidad del empadre, las características espermáticas, las características ultrasonográficas y la tasa de fertilidad en cobayos; para la valoración espermática se obtuvo muestras seminales por estimulación eléctrica de las fibras simpáticas y parasimpáticas que inervan el aparato genital masculino, dichas valoraciones fueron obtenidas de cada cuy macho antes del empadre obteniéndose los siguientes resultados volumen promedio de  $0.28 \pm 0.162$  ml, una motilidad promedio de  $72 \pm 21.1\%$ , una concentración promedio de  $31.89 \pm 11.818 \times 10^6$ /ml, una funcionalidad de la membrana espermática porcentual de  $77 \pm 10.7\%$ , las anormalidades porcentuales de  $23 \pm 10.7\%$  y una vitalidad promedio de  $77 \pm 8.1\%$ ; y obteniendo una valoración de dos tratamientos de empadre  $1\sigma / 7\varphi$  (T1); y  $1\sigma / 15\varphi$  (T2) obteniéndose los siguientes resultados: volumen promedio de  $0.33 \pm 0.08$  ml, una motilidad promedio de  $75 \pm 9\%$ , una concentración promedio de  $38 \pm 5 \times 10^6$ /ml, una funcionalidad de la membrana espermática porcentual de  $78 \pm 0.5\%$ , las anormalidades porcentuales de  $24 \pm 1\%$  y una vitalidad promedio de  $75 \pm 7\%$ ; y determinando el análisis de su tasa de fertilidad de los tratamientos T1 del  $92.85\%$  y T2 del  $80\%$ , determinado la mejor tasa de fertilidad en comparación de los 2 tratamientos aplicados; la aplicación de la ultrasonografía para medir el tamaño testicular determinamos que la evaluación antes del empadre fue de  $25.2 \pm 4.64$  mm y después del empadre fueron de  $25.8 \pm 4.74$  mm.

**Palabras claves:** *Características espermáticas, Cobayos, Electroeyaculación, Semen, Tasa de fertilidad, Ultrasonografía.*

## X. ABSTRACT

The objective of the present investigation was to relate the density of the mating, the sperm characteristics, the ultrasonographic characteristics and the fertility rate in guinea pigs; For sperm evaluation, seminal samples were obtained by electrical stimulation of the sympathetic and parasympathetic fibers that innervate the male genital tract. These evaluations were obtained from each male guinea pig before breeding, obtaining the following results, average volume of  $0.28 \pm 0.162$  ml, an average motility of  $72 \pm 21.1\%$ , an average concentration of  $31.89 \pm 11.818 \times 10^6$  / ml, a percentage sperm membrane functionality of  $77 \pm 10.7\%$ , the percentage abnormalities of  $23 \pm 10.7\%$  and an average vitality of  $77 \pm 8.1\%$ ; and obtaining a valuation of two treatments of mating  $1\text{♂} / 7\text{♀}$  (T1); and  $1\text{♂} / 15\text{♀}$  (T2) obtaining the following results: average volume of  $0.33 \pm 0.08$  ml, an average motility of  $75 \pm 9\%$ , an average concentration of  $38 \pm 5 \times 10^6$  / ml, a percentage sperm membrane functionality of  $78 \pm 0.5\%$ , the percentage abnormalities of  $24 \pm 1\%$  and an average vitality of  $75 \pm 7\%$ ; and determining the analysis of its fertility rate of the treatments T1 of 92.85% and T2 of 80%, determined the best fertility rate in comparison of the 2 treatments applied; The application of ultrasonography to measure testicular size, we determined that the evaluation before the mating was  $25.2 \pm 4.64$  mm and after the mating it was  $25.8 \pm 4.74$  mm.

**Key words:** Sperm characteristics, Guinea pigs, Electroejaculation, Semen, Fertility rate, Ultrasonography.

## CAPITULO 1

### 1.1. Introducción

El cuy (*Cavia porcellus*), habita en lugares de hasta 4500 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), Tapia Pesántez & Tello, (2016). Según el reporte realizado por El Telégrafo (2015), las cifras del “Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias” (INIAP), adscrito al MAGAP, estima que en Ecuador existe un valor aproximado de veintiún millones de cobayos.

Actualmente en el país existe un poco fomento en la mejora genética del cuy, por lo que es indispensable establecer estrategias y herramientas que permitan potenciar el desarrollo de esta especie animal emblemática de algunos países Andinos y que sirve de sustento económico, así como fuente alimenticia para algunos hogares rurales; parte de estas estrategias es determinar un empadre adecuado donde la relación hembras-machos sea la correcta, a través del uso de la evaluación seminal y la correlación ultrasonografía testicular, características que permiten evaluar el desempeño de un macho reproductor con un grupo de hembras reproductoras.

Mediante esta investigación se establecerá la mejor relación de empadre, en base a datos cuantitativos y cualitativos en el desempeño de los machos reproductores, que permitirán establecer planes de mejoramiento genético a través de densidades óptimas de empadre, donde los cuyes reproductores no se desgasten en su performance reproductiva.

Para los productores de cuyes, existe un bajo interés de trabajar en áreas de mejoramiento genético, sanidad y manejo, teniendo en cuenta que es utilizado como sustento económico para algunas de las comunidades campesinas de la zona (Vivas Tórrez & Carballo , 2009), también como un recurso alimenticio para las mismas, por lo que existe un bajo interés en la realizaciones de investigaciones a profundidad dentro del área de mejoramiento genético y sobre todo en el estudio de la inseminación artificial (IA), por lo que se propone fomentar el interés para el mejoramiento en la reproducción de cobayos y conservación del recurso genético de los mismos (Rodríguez, Vallejo, Bastida , & Espasandin, 2011).

La colecta de semen en cobayos es difícil, teniendo en cuenta que el cobayo es un animal de temperamento nervioso y de fácil estrés al manejo, por lo que se sugiere el uso de técnicas alternativas para la extracción de semen, tal como es la electroeyacuación que se basa en una estimulación eléctrica pulsátil con una determinada frecuencia y voltaje sobre las ramas nerviosas simpáticas y parasimpáticas que inervan estructuras del sistema reproductor del macho y que generan la eyacuación (Harkness, Murray, & Wagner, 2007).

Se colectó el semen de cuyes machos que están sexualmente maduros, el proceso se llevó a cabo en la granja de Gañanzol y los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca. Con la ayuda de un Electroeyaculador, que con la aplicación de estímulos eléctricos lograr la eyacuación del cobayo, se realizó la observación del volumen y color del semen, esto como exámenes macroscópicos evaluados; dentro de los exámenes microscópicos tendremos la concentración, la motilidad (se logra la observación de vivos y anomalías según el conteo y la observación en microscopio), la morfología (mediante el uso de eosina/nigrosina), y la viabilidad espermática (uso del HOST test para el análisis de la integridad de la membrana plasmática y determinar la vitalidad espermática) (Verde Z, Márquez F, Valencia L, & Chauca F, 2019).

## **1.2. Planteamiento del problema**

En la producción de cuyes, se busca mejorar la tasa de fertilidad, todos los estudios realizados sobre cobayos, se enfocan en el rendimiento de las hembras y los factores que sobre ellas influyen, como sanidad, alimentación, manejo etc.; pero mas no se valora el rendimiento y desgaste que sufre el macho reproductor en base a parámetros cuantificables de las características seminales como: volumen, motilidad, concentración espermática y relación ultrasonográfica testicular

Los Cuyes tienen problemas reproductivos, debido a que no existe un sistema de empadre que se considere la fisiología reproductiva según Benavides, Sutovsky, López, Kennedy, & Exheverría (2020), ya que al poder determinar cuál es el número apropiado con el cual un macho no sufre desgaste físico y reproductivo, generando un conocimiento sobre las características espermáticas, así como también alteraciones en cuanto a la calidad espermática y al desarrollo de su tejido testicular, se puedan obtener una mayor tasa de fertilidad, crías con mejor peso al nacimiento y alargamiento de la edad reproductiva del macho, esto ayuda al productor a una mejora genética y productiva de su galpón.

## **1.3. Hipótesis**

Las características espermáticas y morfología ultrasonográfica testicular de cuyes reproductores, pueden ser disminuidas por densidades elevadas de empadre.

#### 1.4. Antecedentes

La densidad de empadre es un tema controversial en la crianza de cuyes, la mayoría de productores no tiene una relación óptima del número de hembras que deben hacinarse con cada macho, según Guambaña Sánchez (2018), en un estudio realizado en el cantón Santa Isabel con varios productores de cuyes se determinó la mejor relación de empadre de 7♀ y 1♂ medidos en características productivas de las crías, sin embargo en la mayoría de reportes de densidades óptimas, no se considera el desgaste del macho expresado en su variabilidad y calidad espermática, es por esta razón que se considera de mucha utilidad la valoración seminal del macho reproductor, como parámetro técnico que avale una densidad óptima.

En algunas especies de animales la valoración espermática ha servido de herramienta en el diagnóstico de patologías relacionadas a la vitalidad espermática, así también la obtención del semen ha permitido el desarrollo de biotecnologías que han permitido mejorar las tasas productivas y reproductivas, en cuyes el desarrollo de biotecnologías reproductivas está reprimido por la condición de la especie y su temperamento, el cual al ser un animal nervioso dificulta una obtención de semen que no sea la electroeyacuación, esta técnica invasiva permite obtener eyaculados limpios y con volúmenes adecuados para el tamaño de la especie que permite valorar características espermáticas del eyaculado.

En la producción de cuyes se debe considerar que, al tratarse de animales roedores, su tasa de fertilidad es muy alta, por lo tanto, son de fácil reproducción, esto implica un mayor índice de consanguinidad como es considerada en la investigación realizada por Aragón Cruz (2019).

La evaluación ultrasonográfica de la morfología testicular ayudará al diagnóstico sobre las patologías testiculares, demostrando una gran eficacia en la diferenciación intra o extra testicular de lesiones. Según Rodríguez, y otros (2006), el ultrasonido no influye en la decisión de exploración quirúrgica, sobre todo no modifica la fiabilidad para realizar un diagnóstico que pueda equipararse a los métodos habituales de palpación.

## 1.5. Justificación

Establecer una valoración de las características morfométricas de los espermatozoides, evaluando la calidad del semen, por las que deben presentar cualidades de una morfología normal del espermatozoide, una motilidad progresiva, mantener la integridad estructural y funcional de la membrana, en donde evaluando cada uno de estos parámetros podemos establecer que la calidad espermática está considerada en un rango de bueno y fértil (Quispe Urteaga, 2018).

El uso de un instrumento (Electroejaculador) que nos pueda ayudar a la generación de estímulos eléctricos a través de un transductor transrectal o sonda transrectal, para la obtención de la muestra seminal y la aplicación de un protocolo de estimulación, con el cual establecer el voltaje, la frecuencia y el tiempo de estimulación y descanso necesario.

Considerando estos parámetros, podemos realizar una buena colecta seminal y realizar una evaluación de las características espermáticas, para con ello conllevar un mejor manejo en la producción y una mayor eficacia en la fertilidad de los cobayos.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general.**

Relacionar la densidad del empadre, las características espermáticas, las características ultrasonográficas y la tasa de fertilidad en cobayos.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de la densidad del empadre sobre las características espermáticas del eyaculado de cobayos.
- Comprobar el efecto de la densidad del empadre sobre las características ultrasonográficas del testículo de cobayos y establecer categorías de calificación.
- Determinar el efecto de la densidad del empadre, sobre las características espermáticas y características ultrasonográficas de cobayos y la relación con la tasa de fertilidad.

## CAPITULO 2

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Características morfológicas del cobayo.

El cuy o cobayo (*Cavia porcellus*), es un animal mamífero, un roedor emblemático de la variedad genética de los animales domesticados de los andes, reconociendo la existencia de una muestra de la población promedio de 45 millones expandidos en la mayor parte de América del sur (Benavides, Sutovsky, López, Kennedy, & Exheverría, 2020).



**Figura 1:** Cuy (*Cavia porcellus*).

**Fuente:** El autor.

Son roedores herbívoros mono gástricos, muy caracterizados por la rusticidad que tienen, además por su corto ciclo biológico y buena fertilidad, como podemos observar en la Figura 2; además la presentación de las características productivas del cuy como un índice zootécnico a tener en cuenta. Ya que son mamíferos que presentan una gran capacidad de adaptación a los diferentes pisos climáticos y sobre todo a la gran variedad de ecosistemas presentes en la zona andina.

Fertilidad	98%
Número de crías promedio	2 a 3 animales/ parto
Número de partos por año	4 a 5
Período de gestación	67 días
Promedio de ciclo estral	18 días
Peso promedio al nacimiento	103,3 g
Peso promedio al destete (14 días)	204,4 g
Peso promedio a los 56 días	539,8 g
Peso del macho al empadre (112 días)	700 g
Peso de la hembra al empadre (112 días)	540 g

**Figura 2:** Características productivas del cuy: índices zootécnicos.

**Fuente:** (Chauca Zaldívar, 1997).

## 2.2. Taxonomía del Cuy

Según su clasificación taxonómica, el cuy se encuentra ubicado dentro de la siguiente manera:

**Cuadro 1:** Taxonomía del cuy.

<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Filo:</b>	Chordata
<b>Clase:</b>	Mammalia
<b>Orden:</b>	Rodentia
<b>Suborden:</b>	Hystricomorpha
<b>Familia:</b>	Caviidae
<b>Subfamilia:</b>	Caviinae
<b>Genero:</b>	Cavia
<b>Especie:</b>	Cavia porcellus
<b>Nombre común:</b>	Cuy

**Fuente:** (Espinosa Rodríguez, 2019).

### 2.3. Constantes fisiológicas del Cobayo

Nos ayuda a identificar el estado del animal, manteniendo cierto margen para el manejo y cuidado del cobayo, para con ello poder mantener el equilibrio interno y posteriormente verificar el grado de enfermedad presente o la salud que presente manteniendo en cuenta los rangos que podemos encontrar como se representa en el cuadro 2, sobre las constantes fisiológicas que podemos determinar en un cobayo (Barhona Pauta & Quishpe Erazo, 2012).

**Cuadro 2:** Constantes fisiológicas del cobayo.

<b>CONSTANTES FISIOLÓGICAS DEL CUY</b>	
Peso corporal	Machos 1000gr-1800gr Hembras 700gr-1000gr
Temperatura corporal	37.4°C a 39.5°C
Temperatura rectal	37°C a 38.5°C
Frecuencia respiratoria	94 - 127 /minutos
Frecuencia cardiaca	230 – 380 latidos /minuto limites 260 – 400
Fórmula dentaria	I 1/1 C 0/0 PM 1/1 M3/3
Esperanza de vida, vida media	4 - 8 años
Vida reproductiva	2 años
Vida productiva	18 meses conveniente, 4 años probable
Número de cromosomas	64
Ciclo estral	16 días
Edad madurez sexual	Macho 60 días Hembra 28 – 35 días
Edad de reproducción	Macho 3 – 4 meses Hembra 4 – 5 meses
Ovulación múltiple	Liberación de varios óvulos, 1 - 4 crías por parto
Duración del celo	8 – 9 horas
Gestación	68 días
Tamaño de la camada	2 – 5 crías con peso al nacimiento 50gr-100gr
Edad al destete	14 – 18 días (180 gr)
Fertilidad	80 % – 90 %
Materia real excretada	40g/día - 50 g/día
pH sanguíneo	7.35
Volumen sanguíneo ml/kg PC	753
Hemoglobina (g 100ml)	4.4 – 5.4
Eritrocitos (millones m.m)	12.4 – 15
Hematocritos %	39 – 47.6
Leucocitos (millones m.m)	4.46 – 10

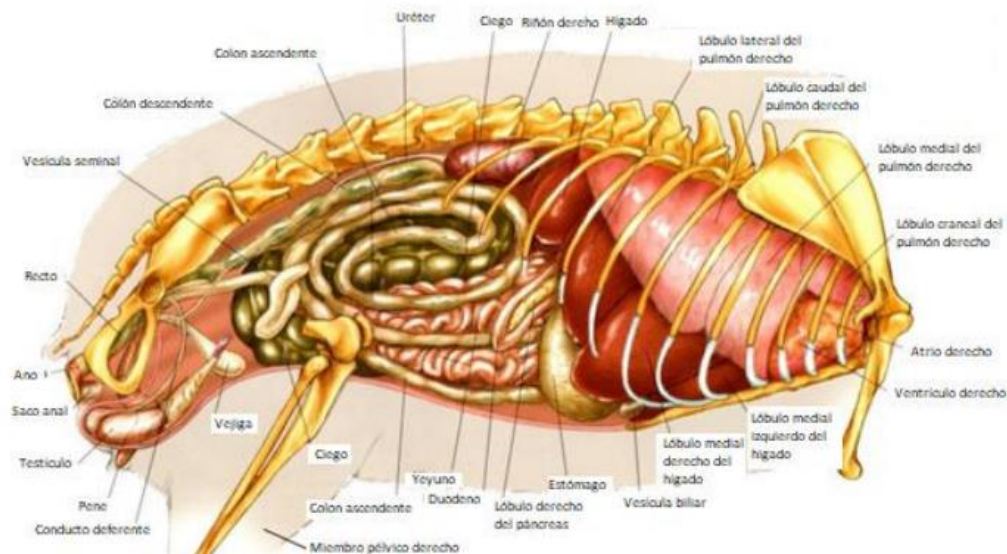
**Fuente:** (Bósquez Gonzales, 2015).

## 2.4. Manejo y Madurez sexual del cuy macho

En los machos la pubertad se inicia aproximadamente a partir de las 18 semanas de edad, pero actualmente, gracias a los avances de mejoramiento en reproducción, la pubertad se alcanza aproximadamente a las 12 semanas, teniendo en cuenta que su peso considerable debe estar aproximadamente entre los 800 a 1000 gramos, ya que esto permite una mejor fertilidad del espermatozoide (Loor Cedeño, 2015).

## 2.5. Anatomía reproductiva del cuy macho

Es esencial establecer el conocimiento de las diferentes partes de la anatomía del cobayo reproductor, para la evaluación de afecciones o irregularidades en caso de presentar una de ellas. Las partes del sistema reproductor del cuy macho, comprende:



**Figura 3:** Anatomía del sistema reproductiva del cobayo macho.

**Fuente:** (Pinduisaca Casa, 2018).

### **2.5.1. Glándulas bulbouretrales**

Las glándulas bulbouretrales son pares de glándulas ovaladas que se presentan de color amarillento, se ubican en la parte caudal de cada lado de la sínfisis del pubis, cerca del paso del arco isquiático, considerado como la glándula sexual más caudal del organismo, se conectan directamente a través de un conducto con la uretra y estas permiten la regulación del pH de la uretra (Mise Chango, 2014).

### **2.5.2. Glándulas coagulantes**

Par de estructuras en cada lado izquierda y derecha, en la base de las vesículas seminales, estas permiten la coagulación de la secreción de las vesículas seminales, dando paso a la formación del tapón vaginal después de la eyaculación (Ayala Guanga, Rodas Carpio, Almeida Herdoíza, Torres Inga, & Nieto Escandón, 2017).

### **2.5.3. Próstata**

La próstata está ubicado dorsalmente a la uretra, recubierta por tejido fibroso y masas del tejido granular. Se encarga de generar líquido prostático que contiene cantidades de: ácido cítrico, fosfatasa ácida, zinc, manganeso y calcio, que ayudan a proteger y nutrir a los espermatozoides (Loja Gonzáles & Illescas Solórzano, 2018).

### **2.5.4. Glándulas vesiculares**

Las Glándulas vesiculares, ubicadas anatómicamente en la cara dorsal de uretra y vejiga, está relacionado ventralmente con los conductos deferentes, y sus estructuras pares son de forma lóbulo-tubulares que desembocan levemente en la parte caudal de los conductos deferentes en la uretra (Vásquez Patene & Del Sol Calderón, 2010).

### **2.5.5. La uretra**

La uretra es conducto que se prolonga desde la vejiga hasta la parte final del glande, considerado el orificio más craneal, cubierto por el prepucio, esta sirve para su función tanto de la orina como también transporte del líquido seminal (Pinduisaca Casa, 2018).

### **2.5.6. Conductos deferentes**

Los conductos deferentes son unos grandes arcos que se encuentran paralelamente enrollados alrededor del cuerpo del epidídimo, situados caudalmente en el esfínter vesicular y que en su paso se desemboca en la uretra. (Mise Chango, 2014).

### **2.5.7. El epidídimo**

El epidídimo es un conducto flexuoso, compacta y alargado. Dividido en 3 porciones, cabeza (enrollada y cubierta por tejido adiposo), cuerpo y cola. Este conducto sirve para el paso del espermatozoides producido en los testículos, y también de almacenamiento de espermatozoides, en los conductos epididimales, los espermatozoides van a madurar y serán capacitados para que a su salida lleguen a ser viables y ahí desembocar a la uretra (Mise Chango, 2014).

### **2.5.8. Los testículos**

Los testículos son de forma ovoide, estos miden alrededor de los 20 a 30 mm, recubiertos por tejido adiposo, en los cobayos carece de escroto, normalmente se los localiza retraídos dentro de la zona del canal inguinal abdominal, pero durante la excitación, los testículos descienden en la región inguinal (Loor Cedeño, 2015).

### **2.5.9. El pene**

El pene es el órgano copulador del macho, formado por tejido ósea esponjoso y una arteriola, que internamente contiene a la uretra, tiene la forma de una herradura, da el acceso a la orina durante la micción y con su erección poder colocar el semen en la cavidad genital de la hembra durante la eyaculación (Verde Z, Márquez F, Valencia L, & Chauca F, 2019).

### **2.6. Semen**

El semen una sustancia blanquecina y de textura viscosa, está compuesto por la combinación de varios fluidos como las secreciones de las glándulas accesorias y también compuesto por esperma, el semen es expulsado después de la eyaculación, en donde los espermatozoides que ya están maduros y que fueron almacenados en el epidídimo son segregadas. Siempre en la eyaculación hay que tener en cuenta que una primera porción del eyaculado, empieza a segregar un líquido proveniente de las glándulas bulbouretrales, que ayudan a lubricar y limpiar el paso, para la salida del semen. En la expulsión o eyaculación del semen tan solo un 20% son secreciones por parte del líquido prostático y un tan solo un 15% son secreciones por parte del testículo y el resto del volumen final aportan desde las vesículas seminales, que aportan con el volumen total del semen (Pinduisaca Casa, 2018).

### **2.7. Protocolo de anestesia (sedación)**

Es un estado que provoca la ausencia de la percepción de cualquier estímulo sensorial, provocando la depresión de la corteza cerebral, para alcanzar un fácil manejo y manipulación del animal, reduciendo el estrés al momento de realizar alguna intervención o manipulación. Debe considerarse de un bajo costo tanto para el animal como para el usuario, por la cual evitar afecciones a los órganos del animal (Álvarez Gómez de Segura, 2017).

**Cuadro 3:** Anestésicos para la sedación de cobayos según diferentes autores, dosis, vía y tipo de sedación.

Autores	Fármaco	Dosis	Vía	Tipo de sedación
(Mudarra Fraguas, 2011)	Xilacina	5-40mg/kg	I.P.	Sedación moderada
	Ketamina	40-200mg/kg	I.M.	Sedación
(S.E.A animalario omg, 2005)	Ketamina/ Xilacina	Ketamina 50mg/kg Xilacina 5mg/kg	I.P.	Varia de sedación a anestesia quirúrgica
	Ketamina	5ml/kg	I.V.	Sedación moderada
	Xilacina	0.05ml/kg	I.M.	Sedación
(Álvarez Gómez de Segura, 2017)	Ketamina/ Xilacina	40/5 (mg/kg)	I.P.	Varia de sedación a anestesia quirúrgica

\*IP= intra Peritoneal \*IM= Intra Muscular \* IV= Intra Venoso.

**Fuente:** modificado de (Mudarra Fraguas, Álvarez Gómez, S.E.A.).

## 2.8. Electroeyaculador

Se compone con polos de electrodos que se conecta a una fuente de energía o batería que consiste en un sistema que, a base de estímulos eléctricos, con frecuencias de entre los 50Hz hasta los 80 Hz y con voltajes menores a los 20 voltios, provoca la excitación de los órganos reproductores provocando la eyaculación del animal. Esta es una técnica o método utilizado que remplazaría el uso de una vagina artificial (VA), ya que es dificultoso la extracción del semen con el uso de este medio, ya que la mayor de veces, por el comportamiento del animal y su conducta, se pueden obtener alteraciones en los resultados de la muestra seminal obtenida (Brito Tene & Reinoso Chacón, 2017).

Provocando estímulos eléctricos a nivel del sistema nervioso pélvico simpático, estimulando en la próstata y vesículas seminales, en donde serán captados por el nervio erigente del plexus hipogástrico, por la cual se va a receptor y mandar el estímulo a los pliegues de los órganos anteriormente dichos y con ello provocando la eyaculación (Arieta Román, Fernández Figueroa, & Menchaca Peña, 2014).

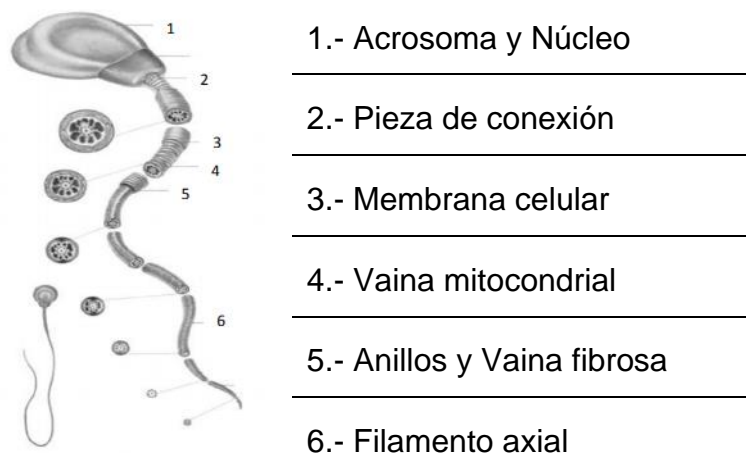
## 2.9. Extracción de semen por electroeyaculación

La técnica de uso de un electro eyaculador, es ingresar una sonda por vía transrectal al animal, que, a base de estímulos eléctricos, menores a los 10 voltios, manteniendo un tiempo de estímulo de 3 a 6 segundos y con una frecuencia de entre los 50 Hz a los 80Hz, para con ello poder estimular los órganos reproductivos del cobayo y los centros nervioso, como las ramas nerviosas simpáticas y parasimpáticas que inervan estructuras del sistema reproductor del macho provocando la erección y con esto poder obtener las secreciones de las glándulas y finalmente lograr la eyaculación. La cantidad o volumen de semen o muestra espermática va a variar según la fisiología del animal, la alimentación que reciba y sobre todo del tiempo y la cantidad de estímulos eléctricos (voltios) generados en el animal (Gómez Coronado, 2013).

## 2.10. Espermatozoide del cuy

Los espermatozoides son generados en los túbulos seminíferos de los testículos del cobayo. La cabeza del espermatozoide, en el cobayo es de forma oval, cubierto por el acrosoma asociada a la forma del núcleo y cabeza del espermatozoide y con un acrosoma de gran tamaño, mide alrededor de 8 micras, y por lo tanto el flagelo o cola del espermatozoide mide 108 micras (Quispe Urteaga, 2018).

**Cuadro 4:** Partes del espermatozoide del Cobayo.



**Fuente:** (Quispe Urteaga, 2018).

De acuerdo con (Hidalgo Ordóñez, Tamargo Miguel, & Díez Monforte, 2005), entre las principales cualidades que deben tener los espermatozoides de un eyaculado fecundante son:

**Cuadro 5:** *Cualidades de los espermatozoides.*

**Cualidades de los espermatozoides**

Motilidad progresiva	Integridad de las enzimas asociadas con la fecundación
Morfología normal	Capacidad para desarrollar una motilidad hiper-activada
Metabolismo energético activo	Transferencia óptima del material genético
Capacidad de penetración	Integridad estructural y funcionalidad de la membrana

**Fuente:** (Hidalgo Ordóñez, Tamargo Miguel, & Díez Monforte, 2005).



**Figura 4:** *Espermatozoide del cobayo.*

**Fuente:** *El autor.*

## 2.11. Evaluación del semen

Para una inseminación artificial (IA), es bueno tener en cuenta la identificación de machos fértiles para la realización de una correcta selección del material genético, donde se establecerá una valoración macroscópica que implica visualizar el volumen; mientras que en la valoración microscópica se determinara la concentración, la motilidad, la morfología y la viabilidad que presenta el semen del cuy según menciona (Tapia Pesántez & Tello Larriva, 2016).

### 2.11.1. Exámenes macroscópicos:

- El Volumen: va a existir una diferencia por factores intrínsecos tales como: la edad, la raza, el pelo, etc. Factores que van a determinar el volumen, donde la evaluación se realizara en un tubo colector, para su debida lectura y caracterización. Según (Aragón Cruz, 2019), el volumen del semen se ve conformado por secreciones del testículo y el epidídimo contribuyendo el 5%, entre el 46 y 80 % por las vesículas seminales y por las glandulas bulbouretrales y uretrales tan solo el 2 y 5 % del contenido.
- El Color: según (Cabeza Qquenta, 2019), determina que el color blanco nacarado indica una buena calidad seminal. Dentro del rango normal del color del semen, va a depender de su concentración, siendo incoloro por la ausencia de espermatozoides, valoramos como blanco opalescente a la fracción espermática y una coloración translucida a las fracciones pre espermáticas (Pinduisaca Casa, 2018).
- El PH: el PH óptimo de un cobayo esta por los 7.4 aproximadamente, esto va a ir relacionado con la concentración espermática. Esta evaluación se deberá realizar inmediatamente hecha la recolección del semen, algunos factores como la orina y procesos inflamatorios, son contaminantes que nos darán valores más altos y un resultado erróneo (Cabeza Qquenta, 2019).

### 2.11.2. Exámenes microscópicos:

- La concentración se determina diluyendo la muestra 1:20 y posterior haciendo el cálculo del número de espermatozoides  $\times$  el total de los cuadrados de la cámara de *Neubauer*  $\times$  el volumen cargado en la cámara de precisión *Neubauer*  $\times$  la calculación de la cantidad de espermatozoides en 1 ml  $\times$  la cantidad de la inversa de la dilución.

[ ]= #espermatozoides (5) \* 5 \* 10 \* 1000 \* 20

- La Motilidad espermática o masal: para su observación se debe colocar 5 µl de semen puro entre un porta y cubre objetos, para proceder a observar la velocidad de la motilidad progresiva de forma subjetiva con la ayuda del microscopio (10x) y categorizarlo de forma porcentual, la dirección de sus movimientos y poderlos calcular en forma de porcentaje (Pinduisaca Casa, 2018).

Como se demuestra en la Figura 5, se podrán evaluar el porcentaje de la motilidad progresiva del semen del cuy:

**Cuadro 6:** Rango de la Categoría de Motilidad.

<b>Categoría</b>	<b>% Motilidad Progresiva</b>
Muy Buena	80 – 100
Buena	60 – 79
Regular	40 – 59
Pobre	40

**Fuente:** (Tapia Pesántez & Tello Larriva, 2016).

- La Vitalidad espermática: en este proceso se va a evaluar los vivos y no vivos en el semen, colocando un extendido en un portaobjeto la mezcla de 10 µl de semen puro, con 10 µl del reactivo (eosina al 2% - nigrosina al 10%), se observan 100 espermatozoides con el uso del microscopio con lente 10x, de las cuales se realizara la observación de vivos que no presentaran coloración (blanquecinos), y de los muertos que se presentaran coloreados (rosado) (Tapia & Tello, 2016).
- Anormalidades espermáticas: con el uso de la tinción de eosina/nigrosina, se colocó 10 µl del reactivo mezclados con 10 µl de semen puro, se contabiliza una cantidad de 100 espermatozoides, de las cuales del total se anotarán las anomalías que se presentan a cada uno de estos (colas enrolladas, cabeza o colas sueltas, gota citoplasmática). Para una buena calidad debe sobrepasar el valor de los 70% de espermatozoides con morfología normal (Quispe Urteaga, 2018).

- Funcionalidad de la membrana plasmática: se analiza con el uso de reactivo HOST test, sometiéndole a la resistencia de la integridad del acrosoma, con el uso de una solución osmótica, y bajo la observación con el microscopio (40x), se coloca 10 µl de muestra con el reactivo y se observa la cantidad de 100 células espermáticas y se lo calcula de forma porcentual la cantidad de células espermáticas que presentaron el enrollamiento de su cola (Pinduisaca Casa, 2018).

## **2.12. Densidad de empadre**

La densidad de empadre es considerada la formación de una colonia en una poza la cantidad de un macho con más de una hembra. Para la realización de una crianza familiar o económica, la afirmación es de un macho por cada 6 hembras, y de ello para la realización de una crianza comercial se establece la colocación de 1 macho por cada 15 hembras (Cáceres, Jiménez, Ara, Huamán, & Huamán , 2004)

### **2.1.1. Sistema de empadre continuo**

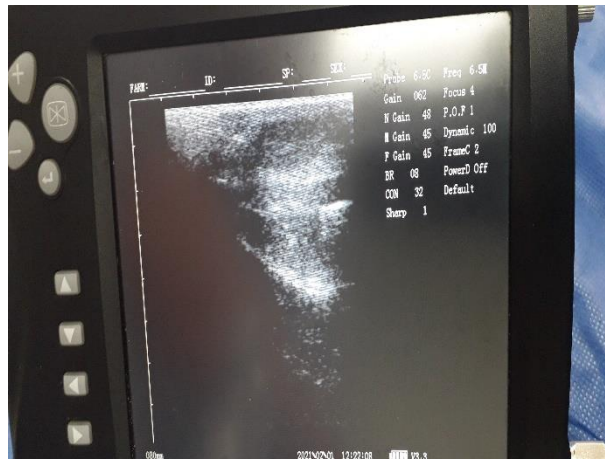
Este sistema consiste en colocar al macho toda la etapa reproductiva con las hembras, para aprovechar el celo postparto, con lo que se podrá alcanzar un mejor número de crias nacidas y con ello nos ayuda a un ahorro en el tamaño de las instalaciones o galpón (Montes Andía, 2012).

### **2.1.2. Sistema de empadre controlado**

Para la realización de este sistema el cuy macho deberá permanecer en la colonia aproximadamente un periodo de treinta y cuatro días al post destete, después de este periodo se procederá a retirarlo en una poza individual después del empadre, con este sistema se aprovecha el celo post destete para con ello lograr alcanzar un valor de cuatro partos al año. Para la realización de este sistema se requiere de instalaciones de mayor tamaño (Montes Andía, 2012).

## 2.2. Ecografía Testicular o ultrasonografía

Es necesario la aplicación de transductores lineales de alta frecuencia (superior a 7 MHz), representada en una imagen a escala de grises, colocando al paciente o animal de cubito dorsal y estirando las extremidades posteriores para una mejor visualización de los testículos (Rodríguez, et al, 2006). Recordando que en condiciones normales, los testículos se encuentran localizados en la bolsa escrotal, y que según los autores (Rosales , Ayala, Aguilar, Dután, & Taboada, 2017), menciona que el índice de tamaño testicular izquierdo es de 2,11 cm y el tamaño testicular derecho es de 2.09 cm de largo.y mientras que las dimensiones de ancho son de 1,53 cm correspondientes al ancho testicular izquierdo y de 1,63 cm de anco testicular derecho.

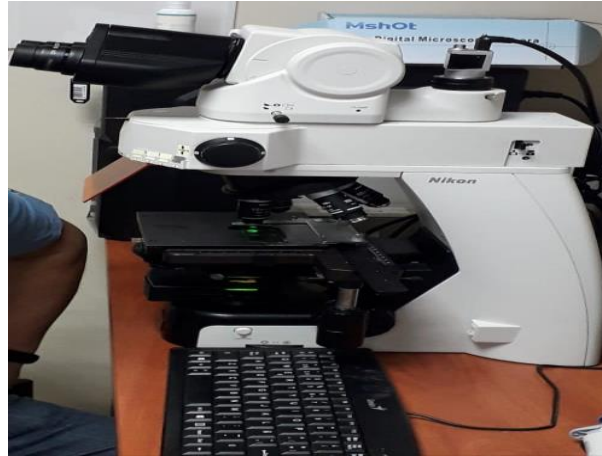


**Figura 5:** Ecografía testicular.

**Fuente:** El Autor.

## 2.3. Sistema de análisis seminal computarizado CASA:

Según (Vallvé, 2017), el sistema de análisis computarizado CASA (*Computer Assisted Semen Analysis*), nos ayuda a la obtención de información numérica mediante la visualización de una imagen computarizada o secuencia de imágenes que permiten observar la movilidad de los espermatozoides o la observación de una imagen fija que nos ayuda a determinar la morfología. Este equipo ayuda a determinar los distintos parámetros de movilidad espermática, permitiendo clasificarlos en base a su velocidad y tipo de trayectorias del espermatozoide.



**Figura 6:** Sistema CASA computarizado.

**Fuente:** El autor.



**Figura 7:** Visualización con el sistema CASA.

**Fuente:** El autor.

El análisis del sistema CASA, ayuda a la clasificación de los espermatozoides según la trayectoria móvil que vayan tomando, en progresivos y no progresivos, también en clasificar numéricamente a los espermatozoides que estén móviles y estáticos (Muñoz Verdugo, 2020).

Los Parámetros CASA medidos son: Motilidad, progresión y vigor de los espermatozoides, y según el autor (Veloz Veloz, 2017), menciona las características de la evaluación de los siguientes parámetros:

- Porcentaje de espermatozoides progresivos (PRO): porcentaje de células que, siendo motiles, describen un desplazamiento hacia delante.
- Porcentaje de espermatozoides motiles (MOT): porcentaje de células que tienen movimiento.
- Velocidad curvo lineal (VCL): velocidad calculada sobre el camino real de espermatozoide entre dos puntos de su trayectoria, expresada en micrones por segundo, describiendo la motilidad real de los espermatozoides.
- Linealidad ( $LIN=(VSL/VCL) *100$ ): desviación de la velocidad del camino real a la velocidad en línea recta expresada en porcentaje.
- Amplitud lateral de la cabeza (ALH): distancia promedio del desplazamiento de la cabeza desde la posición media del camino, expresada en micrones
- Distancia en el camino promedio (DAP): distancia promedio expresada en micrones por segundo.
- Velocidad lineal (VLS): velocidad del espermatozoide sobre una línea recta entre dos puntos medida en micrones por segundo.
- Concentración de espermatozoides progresivos por dosis.
- Velocidad promedio en su trayectoria (VAP): velocidad promedio del espermatozoide sobre el camino real del espermatozoide expresada en micrones por segundo.
- Rectilineidad ( $STR=(VSL/VAP) *100$ ): la desviación de la velocidad promedio a velocidad en línea recta expresada en porcentaje.
- Frecuencia de batido (BCF): frecuencia de corte de los movimientos laterales de la cabeza del espermatozoide, expresada en Hertz (Hz).
- Distancia en línea curva (DCL): distancia recorrida calculada sobre el camino real del espermatozoide y expresada en micrones por segundo.

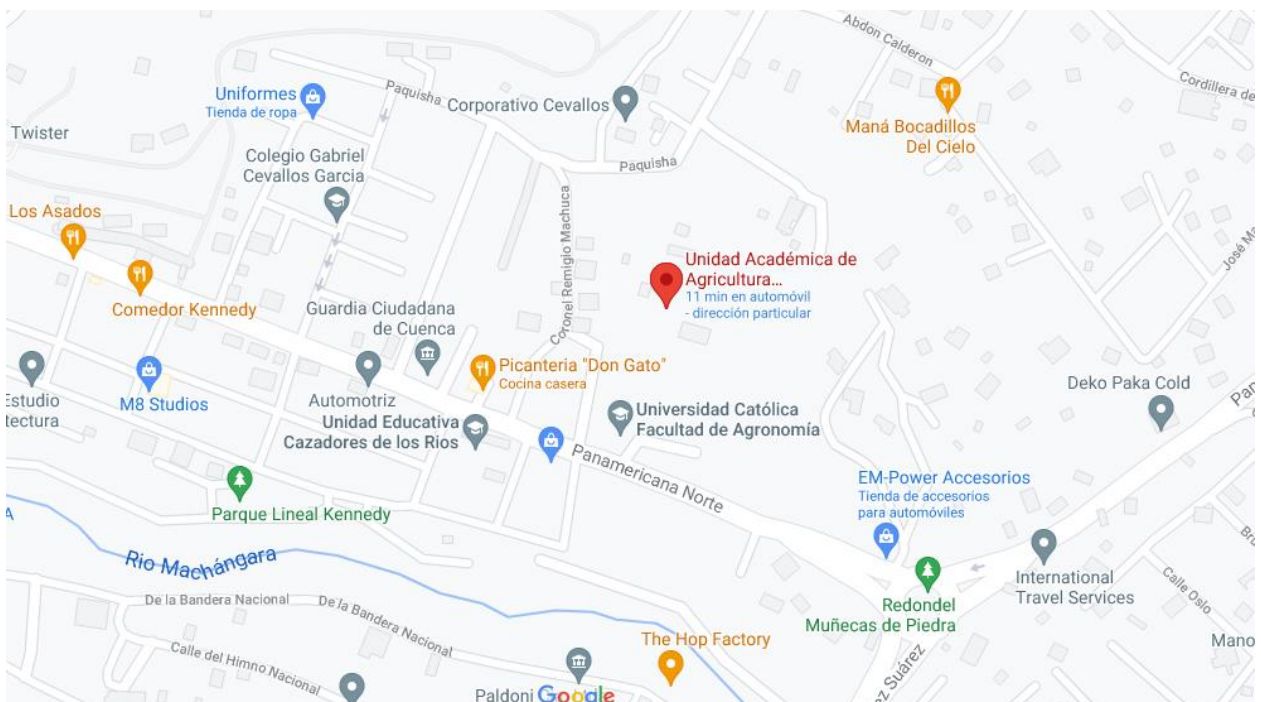
**Fuente:** (Veloz-Veloz, 2017).

## CAPITULO 3

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Definición de la zona

Esta investigación se realizó en la granja de cuyes de Gañanzol y en los laboratorios de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca, que está ubicada a una altitud de 2.550 m.s.n.m. (Google Maps, 2021), con una temperatura promedio anual de 12°C y las muestras fueron tomadas en el cuyero de la granja de Gañanzol de la Facultad.



**Figura 8:** Zona de estudio.  
**Fuente:** (Google Maps, 2021).

## 3.2. Materiales y métodos

### 3.2.1. Materiales

#### Reactivos Químicos:

- Host Test
  - .1. Citrato de sodio (0.734gr)
  - .2. Fructuosa (1.351gr)
  - .3. Agua bidestilada (10ml)
- Eosina 2%
- Nigrosina 10%
- Ketamina (500mg/10ml)

#### Materiales Biológicos

- Cobayos
- Semen

#### Materiales de laboratorio:

- Micropipetas (*Boeco*)
- Porta objetos
- Cubre objetos
- Pipetas graduadas de 0,5 ml
- Puntas de 200 microlitros
- Cámara Neubauer

#### Material complementario o externo

- Ecógrafo (*KONTED*)
- Balanza Electrónica (*CAMRY*)

- Sistema C.A.S.A. (*Computer Assisted Semen Analysis*)

#### **Equipos de laboratorio:**

- Microscopio (*Olympus*)
- Baño de María (*GCA/Precisión Scientific*)
- Refrigeradora

#### **Equipos de bioseguridad:**

- Guantes
- Mascarilla
- Mandil
- Gorro

### **3.3. Procedimiento**

Para el presente estudio se realizó una selección cuyes de 9 machos y 44 hembras (53cuyes) totalmente homogéneos, de cuyes con genotipo peruano mejorado, de donde se determinó dos niveles de repeticiones: 1 ♂/ 7 ♀ (T1); y 1 ♂/ 15 ♀ (T2), con edades de  $90 \pm 7$  días y un peso promedio de  $1.000 \pm 300$  gramos; cada núcleo de animales (♂♀) fue hacinado en una posa de concreto de 100 cm de largo por 50 cm de ancho, mismo que previamente fue acondicionada con una cama que consistió en viruta, y su alimento consistió en forraje verde como la alfalfa.

Antes del inicio del estudio, los animales fueron sometidos a su respectiva desparasitación y sometidos a cuarentena (10 días) para comprobar su estado sanitario, a posterior se realizó un pesaje y se obtuvo muestras de semen obtenidas mediante el uso de una sonda de electro eyaculador, que a través de estímulos eléctricos con un voltaje de  $2 \pm 0.3$  voltios, y con ello poder medir las características espermáticas y a su vez evaluar el tejido testicular mediante el uso de la ultrasonográfica.

### 3.3.1. Protocolo anestesia:

Según el peso de cada animal, se procedió a la administración de 6,5 mg/kg por vía Intra muscular (IM), y se estableció el uso de *Ketamina* (500mg/10ml) como anestésico para la sedación de los cuyes, ya que su principio activo es Clorhidrato de ketamina en disolución, y se caracteriza por una analgesia profunda en el organismo, y ayuda con la presencia de reflejos laríngeos y faríngeos, esto último brinda la seguridad de mantener al paciente con sus vías respiratorias superiores permeables (Mударra Fraguas, 2011).



**Figura 9:** *Peso del cobayo.*

**Fuente:** *El autor.*

### 3.3.2. Evaluaciones Ultrasonográficas:

Para la valoración ultrasonográfica, se colocó al animal en posición decúbito dorsal y mediante el uso de un ecógrafo (KONTED) con transductor lineal de 7 MHz se valoró las características del parénquima testicular, midiendo el tamaño (largo y ancho), de los dos testículos, para poder identificar la presencia de alteraciones del tejido testicular, como aumento o reducción del tamaño testicular, o alguna laceración durante la investigación; y que posteriormente se les extraerá el semen mediante la aplicación de estímulos eléctricos, para su correspondiente evaluación.



**Figura 10:** Posición de cubito dorsal o supino.

**Fuente:** El autor.

### 3.3.3. Extracción del semen:

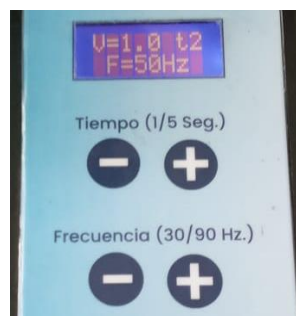
Se procedió al uso de un electroeyaculador (*Asetronix*), modificado y diseñado con los parámetros requeridos, para la extracción del semen, donde una vez sedado el cuy, se lo colocó en posición de cubito dorsal o supino y se introdujo 6 cm de la sonda del electroeyaculador en la cavidad anal del cuy. Con una ligera inclinación de 5 a 10 grados hacia la parte ventral, estimulando a nivel de la próstata y vesículas seminales y también del sistema nervioso pélvico simpático.



**Figura 11:** Introducción de la sonda del electroeyaculador.

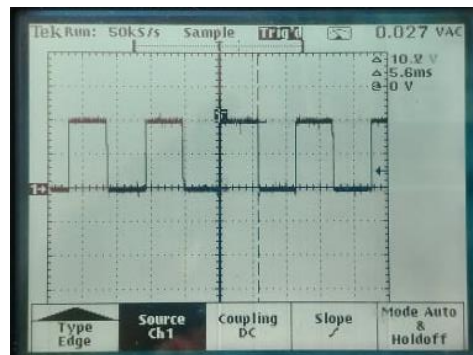
**Fuente:** El autor.

Se procedió a la realización de estímulos eléctricos, iniciando con un voltaje desde los 0.8 voltios (v) a una frecuencia de 50mHz con un intervalos de tiempo de activado de 2 segundos y 4 segundos de descanso (0v), durante un lapso de 1 minuto, esto para la adaptación del cuy con la sonda y con los estímulos eléctricos, consecutivamente a esto se procedió a ir elevando los niveles del voltaje hasta los 1,5 voltios, donde que a su vez se elevó la frecuencia a los 60mHz y el tiempo de estímulo de 3 segundos de activación y 6 segundos de descanso; y a su vez se procedió elevar el nivel del voltaje desde los 1.9 a 2.2 voltios con la misma frecuencia de 60mHz y el tiempo de activación de 3 segundos con descanso de 6 segundos.



**Figura 12:** Voltaje, Tiempo y frecuencia del electro eyaculador.

**Fuente:** El autor.



**Figura 13:** Onda cuadrada parte positiva, 60Hz.

**Fuente:** (Asetronix, 2021).

Se realizó esta actividad, en un periodo de 90 a 110 segundos de estímulo para la obtención del eyaculado. La muestra fue obtenida en un tubo *Eppendorf*, que previamente estuvo sometida a una cadena de calor mantenida a los 37°C para evitar un shock térmico al momento de la obtención de la muestra.



**Figura 14:** Obtención de muestra (semen).

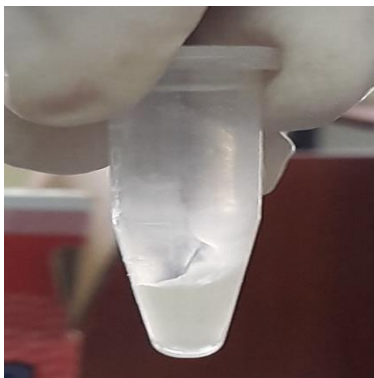
**Fuente:** El autor.

### 3.3.4. Evaluación del semen:

Basados en las técnicas para la evaluación del semen, nos basamos en la técnica utilizada por Aulesa (2009), manteniendo la cadena de calor de los 37°C para evitar alteraciones en la muestra se realizó los siguientes procedimientos:

- **Exámenes macroscópicos:**

Una vez realizada la colecta de semen en un tubo Eppendorf, se realizó la observación del volumen mediante la medición marcada en el mismo tubo en ml, y a su vez se analizó el color de la concentración del semen, como se muestra en la Figura 15.

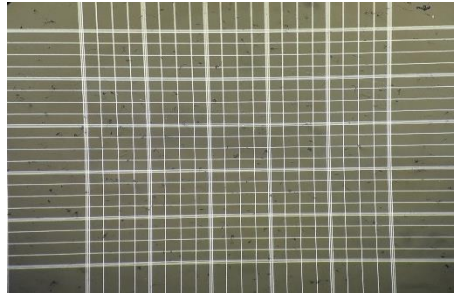


**Figura 15:** Muestra de semen para evaluación.

**Fuente:** El autor.

- **Exámenes microscópicos:**

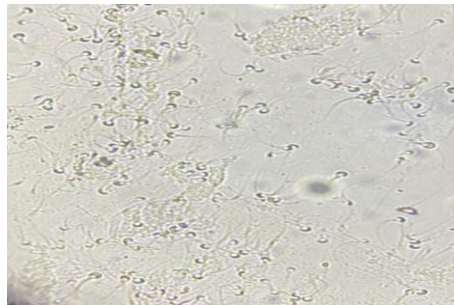
En la evaluación de la concentración espermática, se tomó una cantidad de 95 microlitros ( $\mu\text{l}$ ) de agua y una cantidad de 5  $\mu\text{l}$  de semen puro, mezclamos y con el uso de una pipeta se colocó la cantidad de 10  $\mu\text{l}$  en la cámara de Neubauer, se realizó el conteo de los espermatozoides con el uso del microscopio, con lente x100 y se calculó la fracción designada en millones de los espermatozoides por mililitro y en base al volumen total del eyaculado del cobayo.



**Figura 16:** Cámara de Neubauer, vista desde microscopio.

**Fuente:** El Autor.

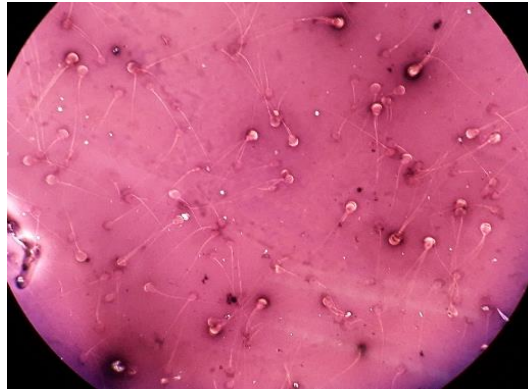
En la evaluación de la motilidad espermática o masal, se colocaron 10  $\mu\text{l}$  de semen puro entre un portaobjeto y cubre objetos, y se evaluó de forma subjetiva con el uso del microscopio, visualizando los movimientos del espermatozoide, en este caso de modo anterógrado, rápido y rectilíneo; esto fue valorado mediante la observación y se calculó de forma porcentual de la motilidad progresiva y calificándolos en categorías de: muy buena (mayor a 80%), buena (60-80%), regular (40-60%) y pobre (menor a 40%).



**Figura 17:** Observación de 20  $\mu\text{l}$  de semen puro en un portaobjeto y cubre objetos a través de un microscopio.

**Fuente:** El Autor

En las anomalías espermáticas se realizó un extendido en un portaobjeto la mezcla de 10  $\mu$ l del semen, con una gota (10  $\mu$ l) del colorante “eosina al 2% - nigrosina al 10%”, se dejó secar en el portaobjeto y se procedió a la observación mediante el uso de un microscopio y contabilizo la cantidad de 100 espermatozoides donde se anotaron las anomalías que se presentan a cada uno de estos, observando colas enrolladas, cabeza o colas sueltas, gota citoplasmática y calculándolos de forma porcentual, donde que una buena calidad del semen debe tener un porcentaje mayor de 70% con una morfología normal de los espermatozoides.



**Figura 18:** Observación de espermatozoides en colorantes eosina y nigrosina.

**Fuente:** El Autor.

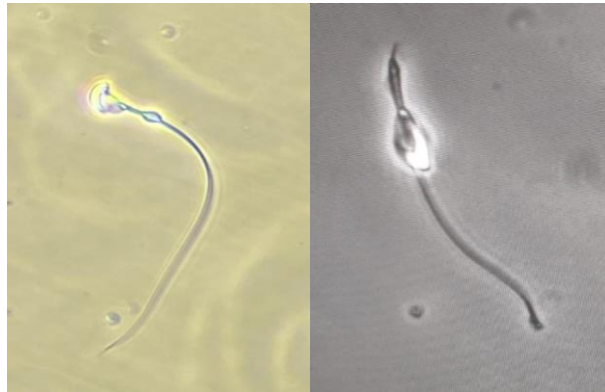
La preparación para del reactivo Eosina Nigrosina, se realizó con la mezcla de una solución de Eosina al 2% y Nigrosina 10% combinados en un tubo Eppendorf y combinado con Cloruro de Sodio 0.9% y para evitar daño del reactivo eosina/nigrosina se lo guardo en una refrigeradora para mantener la consistencia del reactivo.

En la vitalidad se procedió a la colocación en un portaobjeto la mezcla de 10  $\mu$ l de semen puro, con 10  $\mu$ l del reactivo (eosina al 2% - nigrosina al 10%), realizando un extendido y procedemos a observar 100 espermatozoides con el uso del microscopio con lente 10x. En la observación se puede determinar de un color blanquecino a los espermatozoides vivos, y de coloración rosado a espermatozoides muertos.



**Figura 19:** Observación de la vitalidad espermática.

Fuente: El Autor.



**Figura 20:** Anormalidades espermáticas (enrollamiento de la cola, gota citoplasmática).

Para la preparación del reactivo HOS Test, para determinar la funcionalidad de la membrana plasmática, se utilizó una solución hipo osmótica, que contiene 0,90 mg de D-fructosa y 0,49 mg de citrato de sodio, disueltos en 10 ml de agua bidestilada, con un peso osmolar de 55mOsm/l (miliosmoles/litro), de los cuales uno traspasará la membrana plasmática en caso de estar dañada o degenerada, y el otro penetrará las membranas celulares intactas

Se mezcló 100  $\mu\text{l}$  del HOS Test con 10  $\mu\text{l}$  de semen puro, se dejó incubando en el baño a maría manteniendo los 37°C, durante un periodo de 50 minutos, después se tomaron 20  $\mu\text{l}$  de la mezcla y se colocó en un portaobjeto y mezclamos con 10  $\mu\text{l}$  de eosina/nigrosina, para la observación de las colas enrolladas de los espermatozoides.

Para la evaluación de la tasa de fertilidad en las hembras se procedió a realizar un sondeo ecográfico a los 30 días post empadre del cuy macho, mediante el uso de la técnica de la ecografía para la visualización del feto y comprobar la preñez de la hembra, y se catalogó en preñada o vacía, y así realizar el cálculo porcentual de preñez para la determinación de la tasa de fertilidad.

## CAPITULO 4

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Descripción de los resultados

##### 4.1.1. Ultrasonografía

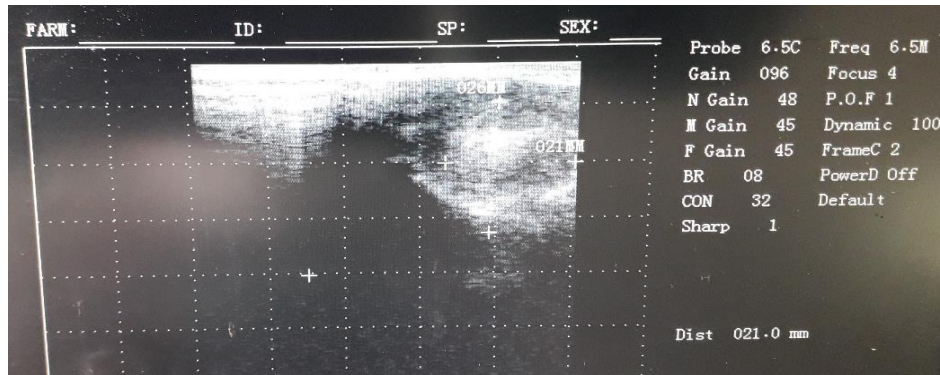
A través del uso del ecógrafo, se realizó la respectiva medición del tamaño testicular de cada uno de los cuyes, y se determinó que los valores del tamaño testicular obtenidos antes de someter a los cuyes a la electroeyaculación y a su debida densidad de empadre fueron de  $25.2 \pm 4.64$  mm, así también que los valores obtenidos después de la extracción de semen y de ser empadrados fueron de  $25.8 \pm 4.74$  mm.

*Cuadro 7: Ultrasonografía: Parámetros testiculares.*

	Antes del empadre		Después del empadre		P
	Promedio	DS	Promedio	DS	
<b>Largo Izquierdo</b>	25.2 mm	4.64	25.8 mm	4.74	$\geq 0.05$
<b>Largo Derecho</b>	24.2 mm	4.65	23.5 mm	5.34	$\geq 0.05$
<b>Ancho Izquierdo</b>	11.8 mm	1.02	11.7 mm	1.17	$\geq 0.05$
<b>Ancho Derecho</b>	11.5 mm	1.05	11.5 mm	1.01	$\geq 0.05$

\*DS: Desviación estándar.

Como se logra representar en el cuadro 7, se determinó que después del sometimiento al de empadre, y la extracción del semen con el uso del electroeyaculador, no existió variación significativa, mantienen las mismas dimensiones testiculares antes y después de la colecta de la muestra seminal, manteniendo su continuidad en la observación del tejido, así como podemos observar en la Figura 21, determinando que el tejido testicular está en buen estado, y no es un factor de alteración al momento de la obtención de muestra.



**Figura 21:** Medición testicular a través de una ecografía.

Fuente: El Autor.

#### 4.1.2. Tasa de fertilidad

Se realizó la medición de la tasa de fertilidad, a través de la visualización con la utilización de un ecógrafo, para determinar la preñez en un grupo de hembras sometidas a una densidad de empadre de 1 ♂/ 7 ♀ frente a la otra densidad de empadre de 1 ♂/ 15 ♀, realizando 2 repeticiones en cada tratamiento de densidad de empadre así como podemos observar en el cuadro 8, que expresa el porcentaje promedio de fertilidad de cada lote de acuerdo a observaciones ecográficas, siendo estas diferencias significativas.

**Cuadro 8:** Tasa de fertilidad.:

# de hembras	Densidad de empadre	Tasa de fertilidad	P
7x2*	Densidad 7	92.85 %	0,009
15x2**	Densidad 15	80 %	

\*14 cuyes totales en densidad 7 \*\*30 cuyes totales en densidad 15



**Figura 22:** Observación ecográfica de feto de cobayo.

### 4.1.3. Cuyes sin servicio

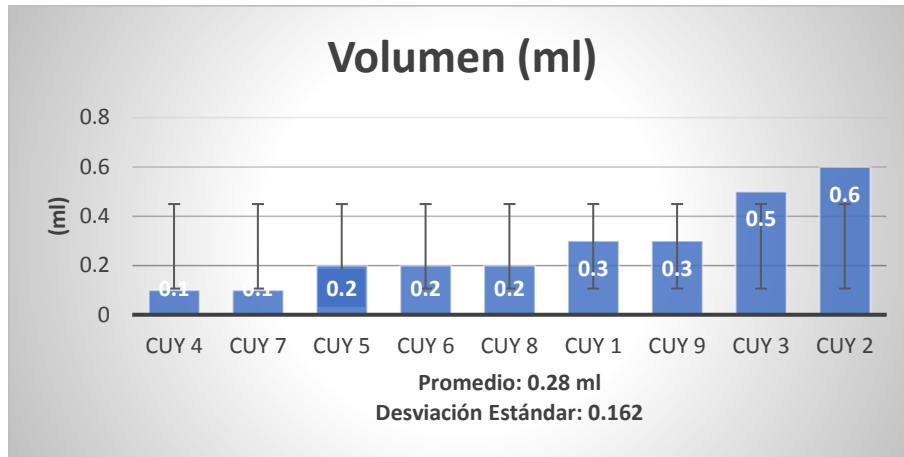
En la toma de muestras realizada como podemos observar en el Cuadro 9, donde se caracteriza la población de estudio y en las Figuras posteriores donde se analiza la variabilidad de la población de acuerdo a estos factores.

**Cuadro 9:** Resultados obtenidos de la evaluación de las muestras de semen de los cuyes sin servicio, aplicando el cálculo de promedio y desviación estándar.

Muestra	Volumen (ml)	Motilidad (%)	Concentración ( $\times 10^6/\text{ml}$ )	Funcionalidad Membrana (%)	Anormalidades (%)	Vitalidad (%)
Cuy 1	0.3	55%	27 $\times 10^6/\text{ml}$	87%	13%	80%
Cuy 2	0.6	70%	32 $\times 10^6/\text{ml}$	71%	29%	69%
Cuy 3	0.5	65%	30 $\times 10^6/\text{ml}$	88%	12%	83%
Cuy 4	0.1	60%	28 $\times 10^6/\text{ml}$	72%	28%	66%
Cuy 5	0.2	85%	41 $\times 10^6/\text{ml}$	62%	38%	71%
Cuy 6	0.2	25%	11 $\times 10^6/\text{ml}$	86%	14%	88%
Cuy 7	0.1	80%	36 $\times 10^6/\text{ml}$	69%	31%	70%
Cuy 8	0.2	95%	25 $\times 10^6/\text{ml}$	65%	35%	73%
Cuy 9	0.3	100%	57 $\times 10^6/\text{ml}$	92%	8%	89%
<b>Promedio</b>	0.28 ml	72%	31.89 $\times 10^6/\text{ml}$	77%	23%	77%
<b>Desviación Estándar</b>	0.162	21.1	11.818	10.7	10.7	8.1

- **Volumen**

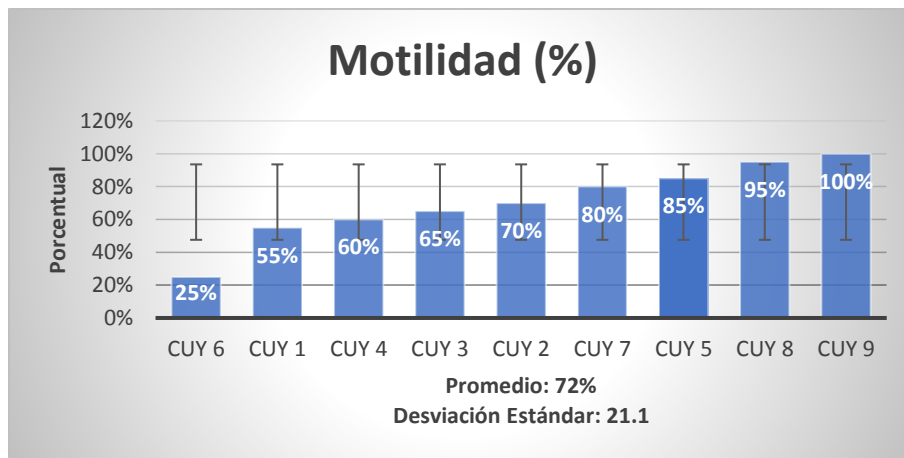
En la Figura 23, se puede observar la cantidad individual que eyacularon los cuyes con volúmenes que van de 0,1 ml de semen a 0,6ml, promedio  $0,28 \pm 0.162$ ml.



**Figura 23:** Evaluación del volumen del semen.

- **Motilidad**

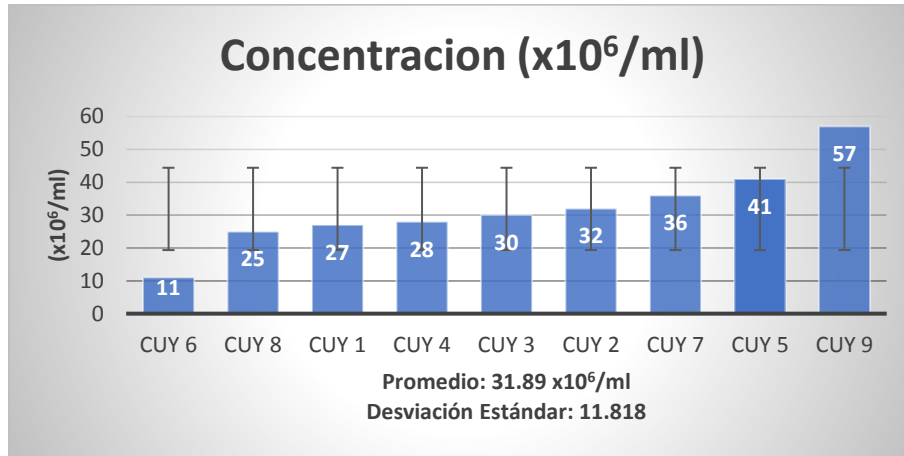
En la Figura 24, se demuestra que, la motilidad en forma porcentual con promedio  $72 \pm 21.1\%$  de la población de estudio y valores extremos de 25% en el Cuy 6 que podrían alterar la distribución de este promedio.



**Figura 24:** Evaluación de la Motilidad del semen en forma porcentual.

- **Concentración**

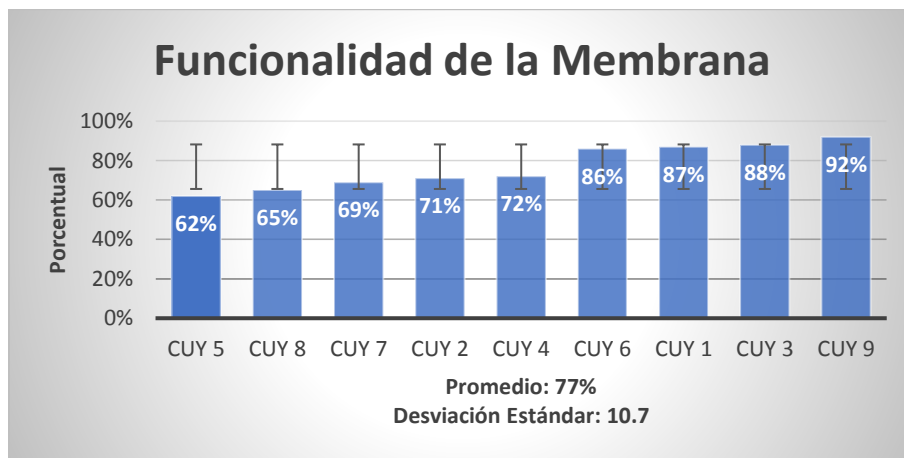
En la Figura 25, se demuestra que, la concentración existente en la muestra es  $31,89 \pm 11,818 \times 10^6/\text{ml}$ , con valores mínimos de  $11 \times 10^6/\text{ml}$  y máximos de  $57 \times 10^6/\text{ml}$  en la población de estudio.



*Figura 25: Evaluación de la concentración del semen.*

- **Funcionalidad de la Membrana**

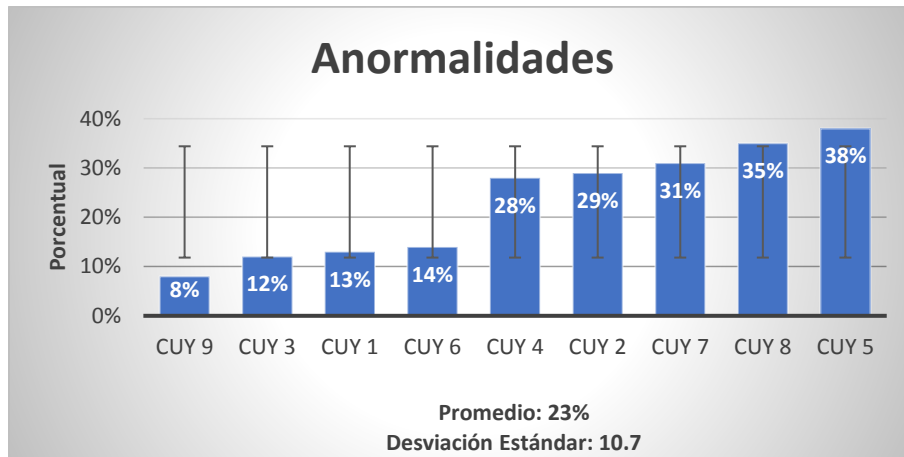
En la Figura 26, se demuestra que la funcionalidad de la membrana en forma porcentual existente en la muestra es  $77 \pm 10.7\%$  con valores mínimos de 62% y máximos de 92% en la población de estudio.



*Figura 26: Evaluación de la Funcionalidad de la membrana espermática.*

- **Anormalidades**

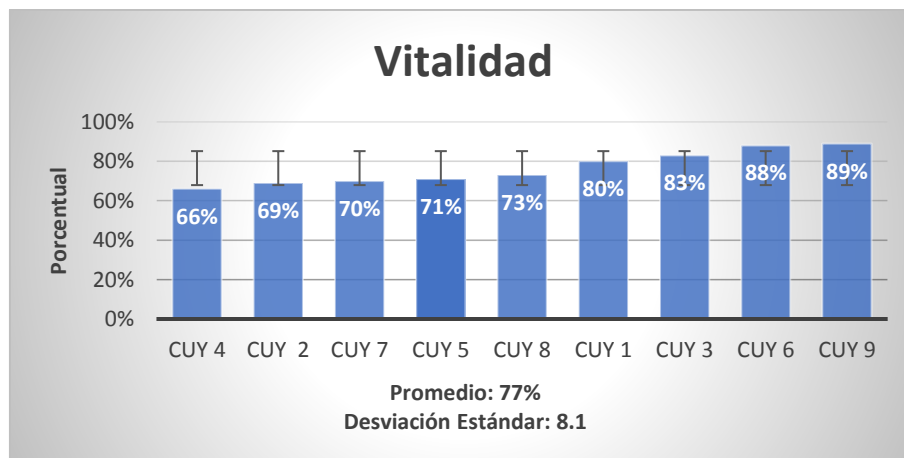
En la Figura 27, se puede observar la cantidad de anomalías en forma porcentual existentes en la muestra es  $23 \pm 10.7\%$ , de la población de estudio con valores mínimos de 8% y máximos de 38% en la población de estudio, lo que evidencia una alta variabilidad en este factor.



**Figura 27:** Evaluación de las anomalías espermáticas.

- **Vitalidad**

En la Figura 28, se puede observar la vitalidad espermática en forma porcentual existente en la muestra es  $77 \pm 8.1\%$ , con valores mínimos de 66% y máximos de 89% en la población de estudio.



**Figura 28:** Evaluación de la vitalidad del semen.

La evaluación espermática de cobayos sin servicio de monta nos dio como resultado el volumen promedio es de  $0.28 \pm 0.162$  ml, la motilidad promedio es de  $72 \pm 21.1\%$ , la concentración promedio es de  $31.89 \pm 11.818 \times 10^6/\text{ml}$ , la funcionalidad de la membrana espermática promedio es  $77 \pm 10.7\%$ , el porcentaje de anomalías promedio es  $23 \pm 10.7\%$  y por último que una vitalidad promedio de  $77 \pm 8.1\%$ . Por lo cual se estableció estos valores, para referenciarlos con los estudios posteriores.

#### 4.1.4. Cuyes en diferentes densidades de empadre

Las variables cualitativas de los diferentes animales de estudio (4 cuyes machos), sometidos a diferentes densidades de empadre (T1=Cuy con densidad de empadre 7, y T2=Cuy con densidad de empadre 15), estos valores fueron referenciados y comparados con los valores promedios iniciales como podemos observar en el cuadro 10, con los siguientes resultados:

**Cuadro 10:** Resultados obtenidos de la evaluación de la muestra de los cobayos con diferentes densidades de empadre.

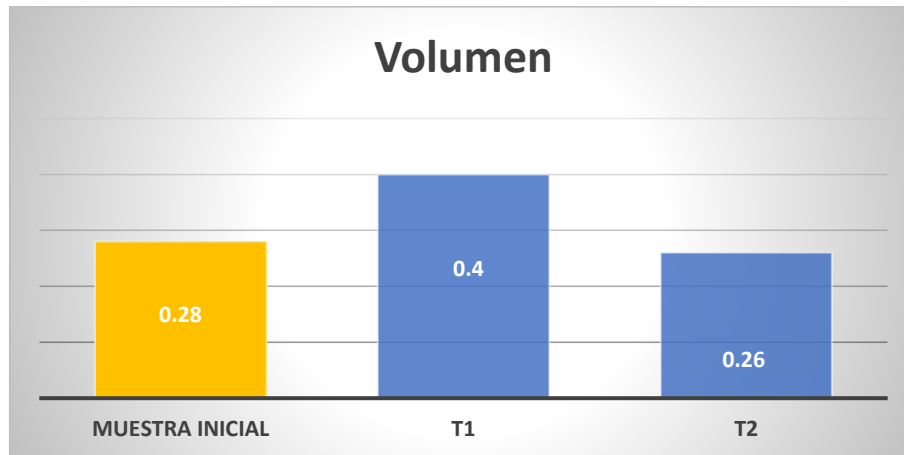
	<b>Volumen (ml)</b>	<b>Motilidad (%)</b>	<b>Concentración (<math>\times 10^6/\text{ml}</math>)</b>	<b>Funcionalidad Membrana (%)</b>	<b>Anormalidades (%)</b>	<b>Vitalidad (%)</b>
T1= Empadre 7 1♂/ 7♀ *	0.4	83%	43 $\times 10^6/\text{ml}$	78%	25%	79%
T2= Empadre 15 1♂/ 15♀ **	0.26	66%	33 $\times 10^6/\text{ml}$	77%	23%	71%
Promedio	0.33 ml	75%	38 $\times 10^6/\text{ml}$	78%	24%	75%
Desviación Estándar	0.08	9	5 $\times 10^6/\text{ml}$	0.5	1	7
<b>Valores Iniciales</b>	<b>0,28</b>	<b>72%</b>	<b>31 <math>\times 10^6/\text{ml}</math></b>	<b>77%</b>	<b>23%</b>	<b>77%</b>

\*T1=dos repeticiones de 7 hembras con 1 macho \*\*T2= dos repeticiones de 15 hembras con 1 macho

Se realizó una prueba Aleatoria "A/B" para dos muestras o variables bajo una confianza de 95%, para comparar cada Tratamiento frente a las muestras Iniciales y entre muestras, para las variables cualitativas y un análisis de variabilidad para las cuantitativas. Estas diferencias se grafican y redactan a continuación:

- **Volumen**

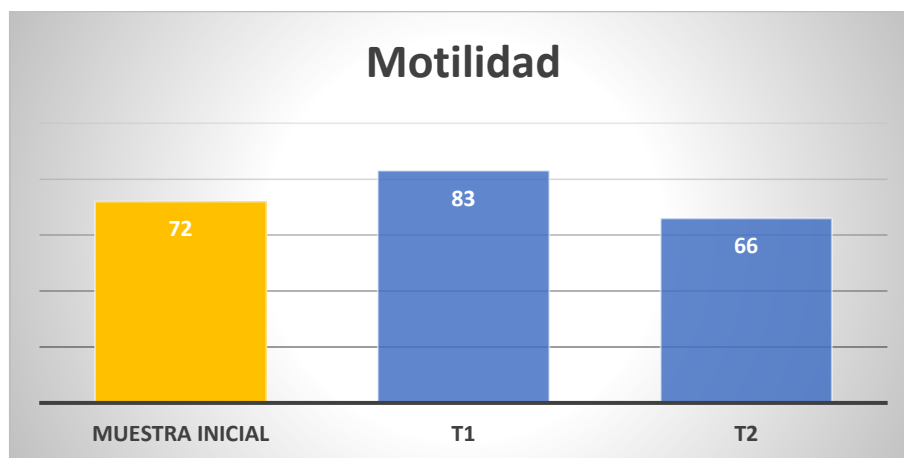
En la Figura 29, observamos las diferencias de volumen que se obtuvieron, donde T1<sup>a</sup> frente al valor inicial (muestra Inicial)<sup>a</sup> resultado ( $P \geq 0.05$ ) no significativa, así como frente a T2<sup>a</sup>.



*Figura 29: Relación de los resultados de volumen, frente al animal de estudio.*

- **Motilidad**

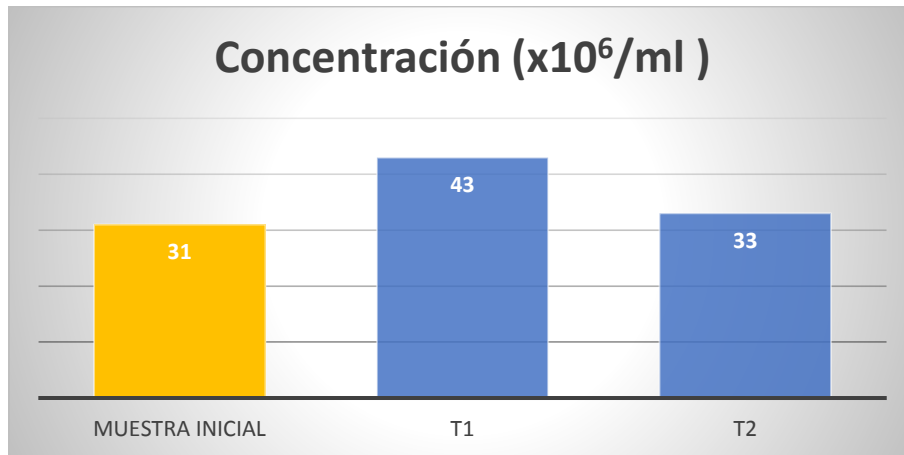
En la Figura 30, observamos las diferencias de motilidad que se obtuvieron. Donde T1<sup>a</sup> presenta diferencias ( $P \leq 0.05$ ) significativa frente al Valor inicial (muestra Inicial)<sup>b</sup>; y el valor inicial frente a T2<sup>c</sup>.



*Figura 30: Relación de los resultados de Motilidad, frente al animal de estudio.*

- **Concentración**

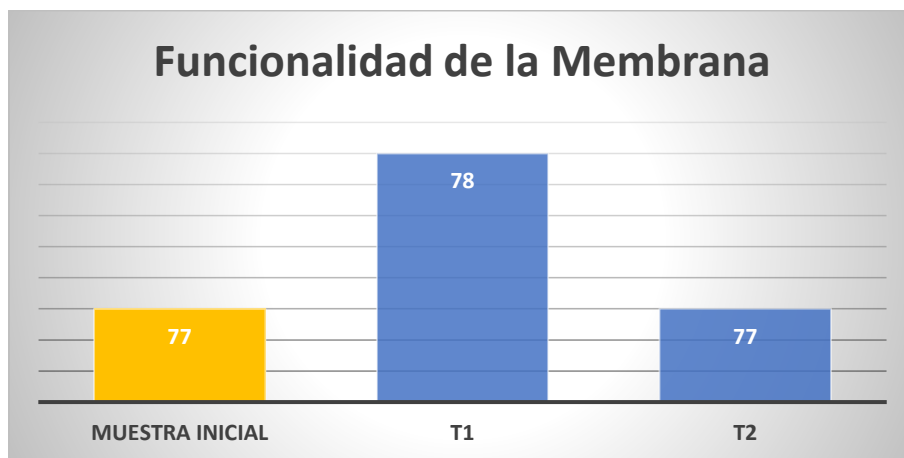
En la Figura 31, observamos las diferencias de concentración que se obtuvieron, donde T1<sup>a</sup> frente al valor inicial (muestra Inicial)<sup>b</sup> y T2<sup>b</sup> resultado ( $P \leq 0.05$ ) significativa.



**Figura 31:** Relación de los resultados obtenidos de Concentración, frente al animal de estudio.

- **Funcionalidad de la membrana espermática**

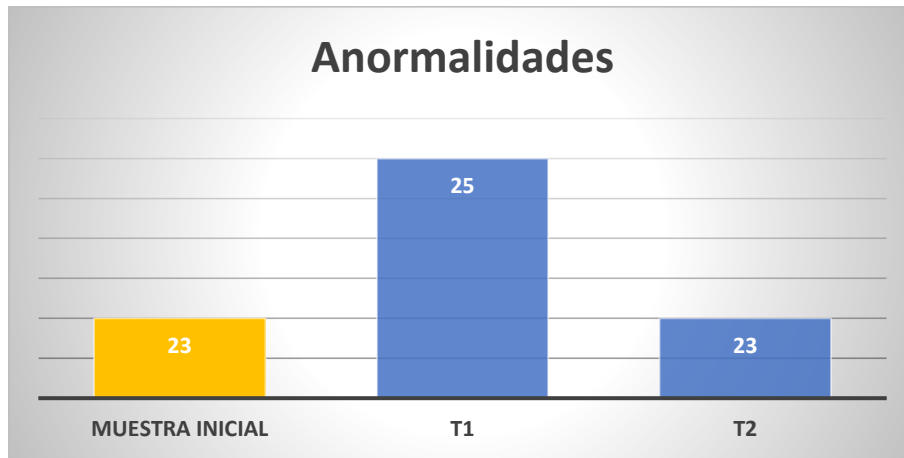
En la Figura 32, observamos las diferencias de Funcionalidad que se obtuvieron, donde T1<sup>a</sup> y T2<sup>a</sup> frente al valor inicial (muestra Inicial)<sup>a</sup> resultado ( $P \geq 0.05$ ) no fueron significativas.



**Figura 32:** Relación de los resultados obtenidos de la permeabilidad de la membrana espermática, frente al animal de estudio.

- **Anormalidades**

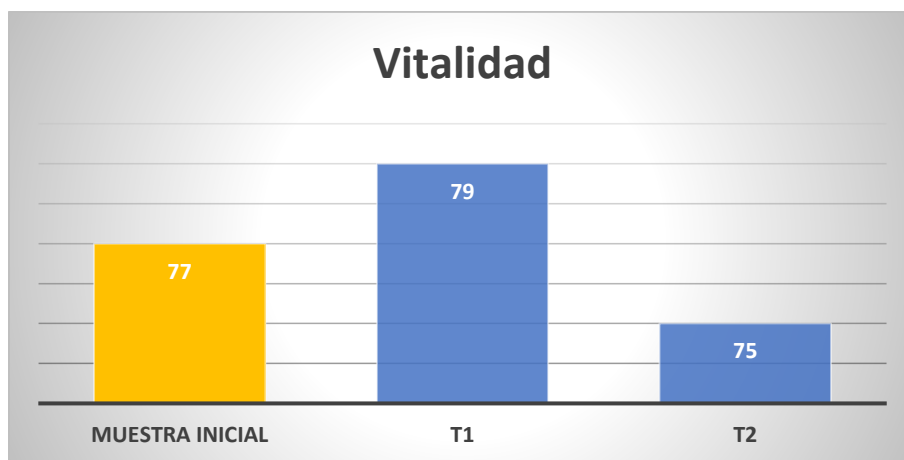
En la Figura 33, observamos las diferencias de anomalías que se obtuvieron, donde T1<sup>a</sup> y T2<sup>a</sup> frente al valor inicial (muestra Inicial)<sup>a</sup> resultaron ( $P \geq 0.05$ ) no significativas.



**Figura 33:** Relación de los resultados de anomalías espermáticas, frente al animal de estudio.

- **Vitalidad**

En la Figura 34, observamos las diferencias de vitalidad que se obtuvieron, donde T1<sup>a</sup> frente al valor inicial (muestra Inicial)<sup>a</sup> resultó ( $P \geq 0.05$ ) no significativa, al igual que frente a T2<sup>a</sup>.



**Figura 34:** Relación de los resultados de Vitalidad, frente al animal de estudio.

En la evaluación de las características espermáticas de cobayos sometidos a diferentes densidades de empadre (T1=Cuy con densidad de empadre 7, y T2=Cuy con densidad de empadre 15). El tratamiento 1 presenta valores superiores con respecto a los valores iniciales, así como el tratamiento 2 tiene valores inferiores de motilidad y concentración con respecto a los valores iniciales y T1.

#### 4.1.5. Evaluación sistema CASA del material espermático

Para el análisis del sistema computarizado CASA, se obtuvo un animal al azar de cada uno de los tratamientos (2 tratamientos), T1=Cuy con densidad de empadre 7, T2=Cuy con densidad de empadre 15, como se observa en el Cuadro 11, en la cual se puede ir determinando las características cuantitativas y cualitativas, donde podemos hacer relación con las demás densidades de empadre), donde determinamos que a una mayor densidad de empadre existe una variación de los valores, y en los otros tratamientos las funcionalidades del espermatozoide van disminuyendo, aunque son valores netamente referenciales

**Cuadro 11:** Evaluación del sistema CASA de las características espermáticas del semen de Cobayo.

	T2=Cuy con densidad de empadre 15	T1=Cuy con densidad de empadre 7
Progresivos (%)	29,47	53,85
Móviles (%)	93,68	94,71
Velocidad curvilínea (VCL) ( $\mu\text{m/s}$ )	64,54	95,75
Velocidad media (VAP) ( $\mu\text{m/s}$ )	35,44	45,19
Velocidad lineal (VSL) ( $\mu\text{m/s}$ )	21,24	28,52
Índice de rectitud (STR) (%)	61,41	60,40
Índice de linealidad (LIN) (%)	39,06	30,54
Índice de oscilación ( $\mu\text{m/s}$ )	58,89	48,56
Amplitud lateral de la cabeza (ALH) ( $\mu\text{m}$ )	3,47	4,59
Frecuencia de batida (BCF) (Hz)	3,66	7,01

\*T1: densidad de empadre con 7 hembras, \*T2: densidad de empadre con 15 hembras.

Bajo el análisis del sistema computarizado CASA, de las muestras seminales evaluadas, obtenidas de un animal de cada uno de los tratamientos, se llega a la observación de que el Tratamiento 1, demuestra las mejores características seminales, como se demuestra en el cuadro 11, por lo que se demuestra que el tratamiento T2 mantienen diferencias aritméticas, considerándose como un tratamiento que puede afectar la calidad espermática.

## 4.2. Discusión

### 4.2.1. Tasa de fertilidad

Ayala-Guanga, et al., (2017), en su estudio menciona la *valoración espermática y fertilidad del macho*” menciona que a partir de los 25 a 30 días se puede realizar una pequeña palpación donde los fetos tendrían el tamaño de una avellana que mide alrededor de los 7-15mm, obteniendo como un resultado en la medición de la tasa de fertilidad en cuyes con un porcentaje de 95-100% en la línea andina, considerados como animales de niveles altos en su fertilidad, así como también López-Ramos (2018), menciona que del total de hembras sometidas a la densidad de empadre de 1 macho con 7 hembras, presentaron un porcentaje de 100% de fertilidad.

### 4.2.2. Densidad de empadre

Ayala-Guanga, et al., (2017), recomienda el uso de un sistema continuo de empadre, ya que va a permitir un mejor porcentaje de crías por año, obteniendo un número de 4 partos por año y obteniendo un alto nivel de fertilidad, y empadrando a 10 hembras con un solo macho, mientras tanto López Ramos (2018), menciona que un valor de empadre para una buena tasa de fertilidad está entre la colocación de un cuy macho entre 7 hembras por poza, ya que el cuy macho va a lograr empadrar a todas las hembras; dados estos resultados se establece que la densidad de empadre recomendable para un alto nivel de tasa de fertilidad está en un valor 7 hembras con un macho por poza, dando como resultado lo obtenido en esta investigación, que se determinó que una densidad de empadre de 7 hembras tiene un nivel más alto de tasa de fertilidad comparada con la densidad de empadre con 15 hembras.

### 4.2.3. Ultrasonografía

En la evaluación de la medida testicular Almeida (2016), menciona que los testículos poseen un diámetro promedio de 20 a 30 mm, podemos decir que no existe una diferenciación estadística con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que el promedio del diámetro testicular es de  $25,8 \pm 4,74$  mm, podemos afirmar que mantiene los mismos diámetros presentando la misma dimensión testicular observadas por el autor anteriormente mencionado y en comparación a otras especies el tamaño oscila entre 4 y 5 cm de eje mayor por 2-3 cm de ancho, esto establecido por Rodríguez, y otros (2006). Mientras que Rosales, et al., (2017) en su estudio mencionan que los valores del diámetro del largo testicular son de  $2,11 \pm 0,11$  cm en cuyes enteros, dando una igualdad estadística significativa para nuestro estudio realizado.

### 4.2.4. Descripción de los resultados de las características espermáticas

La comparación de resultados estadísticos de las características espermáticas mencionados por Benavides, et al., (2020), mencionan un motilidad promedio fue  $91 \pm 6.6\%$ , mientras que la concentración promedio fue  $36.7 \pm 28.4 \times 10^6$  espermatozoides / ml, no existe una diferenciación estadística, ya que nuestros valores obtenidos de concentración espermática es de  $31,89 \pm 11.818 \times 10^6$ , estando dentro de la desviación estándar, mientras que los resultados obtenidos por Quispe-Urteaga (2018) demuestran una variación significativa estadística ya que demuestra sus resultados la obtención de  $7823333,33 \pm 1451829,72$ , quedando fuera de los parámetros establecidos por Benavides, et al., (2020), no obstante se menciona que el modo de recolección de semen fuese por la extracción directa del epidídimo del cuy de estudio, mientras que nuestros resultados y los de Benavides, fueron por la obtención mediante el uso de un electro eyaculador. Y en comparación con los resultados obtenidos por Pinduisaca-Casa (2018), siendo en su concentración espermática valores de  $11,025 \pm 4,03 \times 10^6$  espermatozoides/eyaculado, siendo valores inferiores a los valores anteriormente mencionados por los autores.

### 4.3. Conclusiones

En la ultrasonografía, se determinó que no existe ninguna alteración significativa al momento de la evaluación realizada con el ecógrafo, donde podemos determinar que no existe ninguna modificación y ninguna alteración a nivel del tejido testicular del cobayo antes de la toma de muestra, después de la toma de muestra realizada con el electroeyaculador y, sobre todo, después de someter a los cuyes a unas diferentes densidades de empadre, así como se puede observar en nuestra investigación.

En la evaluación de la tasa de fertilidad de los cuyes se pudo determinar que, al someter a un cuy macho dentro de una densidad de empadre con 7 hembras, el porcentaje de la tasa de fertilidad sobrepasa el 95% de hembras preñadas, logrando cumplir con el objetivo de empadre utilizando un macho con alto desempeño.

A la evaluación de las características espermáticas obtenidos en la presente investigación, se observa que, al existir una densidad de empadre mayor a 7 hembras, las características seminales van a ir disminuyendo su valor espermático, logrando determinar que una densidad de empadre eficaz, con una buena tasa de fertilidad, es considerada la densidad de empadre de 1♂/ 7♀, y sus valores en las características seminales son óptimas.

#### **4.4. Recomendaciones**

La aplicación un estímulo eléctrico superior a los 3 voltios, puede generar alteraciones y perforaciones a nivel del sistema digestivo del animal, provocando timpanismo, también puede provocar quemaduras a nivel del sistema reproductor y sobre todo puede provocar laceración de órganos como la vejiga.

Continuar realizando estudios de evaluación de las características espermáticas y someterlas a un estudio avanzado (CASA). La adquisición del sistema CASA, para aplicar en las investigaciones de esta rama de la evaluación morfología espermática, para la obtención de resultados más certeros.

Realizar un estudio previo sobre el manejo, cuidado y bienestar animal además del control que comprende desparasitaciones contra endo y ectoparásitos, debido a que por factores de estrés y no existir estudios relevantes sobre el efecto que causa la electroeyaculación en los animales, en nuestra investigación hubo una reducción de la población de estudio, por lo cual se recomienda tener en cuenta los protocolos establecidos en esta investigación, tanto el protocolo de anestesia previo a la extracción seminal, y como es el proceso para uso del mismo, ya que siguiendo estos procedimientos obtendremos resultados favorables y sin provocar alteraciones fisiológicas en los animales de estudio.

Tener en cuenta que, el galpón o instalaciones en donde se establezcan que los cobayos deben cumplir con las recomendaciones técnicas del manejo y seguir las normas de bioseguridad.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Gómez de Segura, I. (2017). *Métodos de anestesia, analgesia y eutanasia*. (Tesis de Grado), Hospital Universitario La Paz, Madrid, España. Recuperado el 12 de Abril de 2021, de <https://www.unrc.edu.ar/unrc/coedi/docs/guia-anestesia-eutanasia.pdf>
- Aragón Cruz, S. (2019). *Características macroscópicas, microscópicas, estimación de parámetros de motilidad y determinación de subpoblaciones espermáticas en semen de cuy (Cavia Porcellus)*. (Tesis de Grado), Universidad de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, La Raya. Perú. Recuperado el 18 de Abril de 2020, de [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4280/253T20190366\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4280/253T20190366_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arieta Román, R. d., Fernández Figueroa, J. A., & Menchaca Peña, J. (2014). Métodos de Extracción de Semen Bovino. *REDVET*, 15(05), 1-9. Recuperado el 22 de Marzo de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63633881001.pdf>
- Asetronix. (2021). *Informe de Electroeyaculador*. Asetronix, Cuenca, Ecuador.
- Ayala Guanga, L. E., Rodas Carpio, R., Almeida Herdoíza, A. J., Torres Inga, C. S., & Nieto Escandón, P. E. (Diciembre de 2017). Espículas peneanas del cobayo (*Cavia porcellus*), influencia sobre el comportamiento sexual, fertilidad y calidad espermática. *Rev. prod. anim.*, 29(3), 36-42. Recuperado el 20 de Enero de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-79202017000300006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202017000300006)
- Barhona Pauta, M. C., & Quishpe Erazo, O. M. (2012). *Inducción de superovulación primerizas, usando gonadotropina sérica con tres dosis diferentes*. (Tesis de Grado), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado el 08 de Febrero de 2021, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/653/1/T-UCE-0014-19.pdf>

- Benavides, F., Sutovsky, P., López, V., Kennedy, C., & Exheverría, L. (2020). Semen Parameters of Fertile Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Collected by Transrectal Electroejaculation. *Animals*, 10(767), 1-14. Recuperado el 23 de Agosto de 2020, de <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/5/767/pdf>
- Bósquez Gonzales, M. E. (2015). *Utilización de diferentes niveles de cascarilla de cacao (15%, 20% y 25%) en alimentación de cuyes machos peruanos mejorados en la etapa crecimiento - engorde, provincia - Bolívar*. (Tesis de Grado), Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador. Recuperado el 05 de Mayo de 2021, de <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1191/1/094.pdf>
- Brito Tene, D. M., & Reinoso Chacón, N. Y. (2017). *Evaluación cuali-cuantitativa de semen colectado con electroeyaculador (EE) de toros de tratados con y sin tranquilizante*. (Tesis de Grado), Cuenca, Ecuador. Recuperado el 08 de Febrero de 2021, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27044/1/TESIS%20FINAL%20BRITO-%20REINOSO%20.pdf.pdf>
- Cabeza Quenta, U. (2019). *Caracterización morfológica y morfométrica del espermatozoide de cuy (cavia porcellus) colectado por electroeyaculación*. (Tesis de Grado) , Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco - Perú. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4947/253T20190739\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4947/253T20190739_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cáceres, F., Jiménez, R., Ara, M., Huamán, H., & Huamán , A. (Diciembre de 2004). Evaluación del espacio vital de cuyes criados en pozas. *Rev. investig. vet. Perú*, 15(2), 1-13. Recuperado el 29 de junio de 2021, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v15n2/a03v15n2.pdf>
- Carlos Aulesa, M. C. (2009). *Evaluación del sistema automatizado Sperm Class Analyzers (SCA)*. (Tesis de Grado), Barcelona, España. doi: <https://doi.org/10.1016/j.labcli.2008.09.001>

- Chauca Zaldívar, L. (1997). Capítulo 2 Reproducción y manejo de la producción. En L. Chauca Zaldívar, *Producción de cuyes (Cavia porcellus)* (Vol. 138, págs. 1-93). La Molina, Perú: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado el 12 de Enero de 2020, de Cría de Cuyes: <http://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage>
- El Telégrafo. (2015). Más de 710 mil familias se dedican a la crianza de cuyes en el país. Obtenido de <https://tinyurl.com/y4puq6om>
- Espinosa Rodríguez, M. J. (29 de Noviembre de 2019). *EcuRed*. (Pararin, Editor) Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Cuy>
- Gómez Coronado, C. A. (2013). *Evaluación de la efectividad de un electroeyaculador experimental comparado a uno de marca comercial en ovinos*. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador: Quito: UCE. Recuperado el 2 de Febrero de 2021, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4292>
- Google Maps. (2021). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Unidad+Acad%C3%A9mica+de+Agricultura,+Silvicultura,+Pesca+y+Veterinaria+de+la+Universidad+Cat%C3%B3lica/@-2.8813541,-78.9609929,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91cd176239129c7b:0xf1e0dff85324a376!8m2!3d-2.8813541!4d-78.9588>
- Guambaña Sánchez, P. A. (2018). *Estimación de Parámetros productivos y Reproductivos en cobayos, en la parroquia Cañaribamba-Santa Isabel*. (Tesis de Grado), Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Harkness, J., Murray, K., & Wagner, J. (2 de Septiembre de 2007). Biology and Diseases of Guinea Pigs. *Elsevier Public Health Emergency Collection*, 203-246. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-012263951-7/50009-0>
- Hidalgo Ordóñez, C. O., Tamargo Miguel, C., & Díez Monforte, C. (2005). Análisis del Semen bovino. *Serida*, 2(2), 39 - 43. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de <http://www.serida.org/pdfs/1495.pdf>

- Jeyendra, R. S., Van de Ven, H. H., Pérez Peláez, M., Grabo, B. G., & Zaneveld, L. J. (1984). *Desarrollo de un ensayo para evaluar la integridad funcional de la membrana del espermatozoide humano y su relación con otras características del semen*. (Artículo de Investigación), University of Illinois at the Medical Center, Chicago, Illinois. doi: <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0700219>
- Loja Gonzáles, M. M., & Illescas Solórzano, J. A. (2018). *Efecto de la testosterona sobre el desarrollo de las espículas penianas en cobayos y su influencia en la fertilidad*. (Tesis de Grado), Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado el 2021, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30626/3/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Loor Cedeño, A. I. (2015). *Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (Cavia porcellus) en el cantón Latacunga*. (Tesis de Grado), Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Recuperado el 23 de Enero de 2020, de <http://181.112.224.103/bitstream/27000/2836/1/T-UTC-00360.pdf>
- López Ramos, J. D. (2018). *Empadre de Cuyes (Cavia porcellus) en dos áreas de jaulas y tres densidades al primer parto en época de frío en Lambayeque*. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, Perú. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3912/BC-TES-TMP-2695.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mantilla Guerra, J. A., Guevara, J., Ortiz, P., & Paredes, M. (2020). *Características del semen y desempeño reproductivo de cuyes nativos y mejorados en cruzamiento recíproco*. (Artículo de Investigación), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de [https://www.researchgate.net/publication/348461130\\_CHARACTERISTICAS\\_DEL\\_SEMEN\\_Y\\_DESEMPEÑO\\_REPRODUCTIVO\\_DE\\_CUYES\\_NATIVOS\\_Y\\_MEJORADOS\\_EN\\_CRUZAMIENTO\\_RECIPROCO](https://www.researchgate.net/publication/348461130_CHARACTERISTICAS_DEL_SEMEN_Y_DESEMPEÑO_REPRODUCTIVO_DE_CUYES_NATIVOS_Y_MEJORADOS_EN_CRUZAMIENTO_RECIPROCO)

- Mise Chango, M. N. (2014). *Evaluación de la crioconservación del semen de Cobayo (Cavia Porcellus) en el Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi*. (Tesis de Grado), Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Recuperado el 12 de Abril de 2021, de <file:///C:/Users/pc/Downloads/T-UTC-00386.pdf>
- Montes Andía, T. (2012). *Asistencia Técnica dirigida en crianza tecnificada de Cuyes*. Obtenido de AGROBANCO: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/015-a-crianza-tecnificada.pdf>
- Mudarra Fraguas, I. (2011). *Guía Anestesia y Analgesia en Cobayas*. Universidad Miguel Hernández, Elche, España. Recuperado el 12 de Enero de 2021, de <http://sea.umh.es/files/2011/12/2223-guia-anestesia-y-analgesia-en-cobayas.pdf>
- Muñoz Verdugo, M. A. (2020). *Electroeyaculación en gallos de pelea, una alternativa para la conservación del recurso genético*. (Tesis de Grado), Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado el 20 de Mayo de 2021, de [https://ucacueedu-my.sharepoint.com/:w/g/personal/mmaldonadoc\\_ucacue\\_edu\\_ec/Eah18wPYM1FAvhE953XVBVEBkr5-4R9KPORv6n2EKY0VqA?rttime=Xr6bPZEf2Ug](https://ucacueedu-my.sharepoint.com/:w/g/personal/mmaldonadoc_ucacue_edu_ec/Eah18wPYM1FAvhE953XVBVEBkr5-4R9KPORv6n2EKY0VqA?rttime=Xr6bPZEf2Ug)
- Pinduisaca Casa, K. F. (2018). *Colecta y evaluación de semen de cuyes (Cavia porcellus), extraído por la técnica de electroeyaculación en el Centro Experimental Uyumbicho*. (Tesis de Grado), Universidad central del Ecuador, Quito. Recuperado el 22 de Enero de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15292/1/T-UCE-0014-070-2018.pdf>
- Quispe Urteaga, W. (2018). *Características espermáticas y Calidad del semen de dos razas de Cuyes (Cavia porcellus), en el Valle de Cajamarca*. (Tesis de Doctorado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado el 12 de Marzo de 2021, de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2132/CARACTER%c3%8dS>

TICAS%20ESPERM%c3%81TICAS%20Y%20CALIDAD%20DEL%20SEMEN%  
20DE%20DOS%20RAZAS%20DE%20CUYES%20%28Cavia%20porcellus%29  
%2c%20EN%20EL%20V.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, M., Vallejo, A., Bastida, P., & Espasandín, A. (2011). Biotecnologías reproductivas aplicadas a la mejora genética animal. *Canguë*(31), 44 - 50. Recuperado el 25 de Junio de 2020, de [http://www.eemac.edu.uy/canguë/joomdocs/canguë031\\_rodriguez.pdf](http://www.eemac.edu.uy/canguë/joomdocs/canguë031_rodriguez.pdf)

Rodríguez, R., Mayayo Dehesa, T., Zuccarino, A., Sanz Mayayo, E., Arias Fúnez, F., & García Navas, R. (mayo de 2006). Ecografía testicular. *Arch. Esp. Urol.*, 59(4), 1-14. Recuperado el 29 de junio de 2021, de <https://scielo.isciii.es/pdf/urol/v59n4/original12.pdf>

Rosales, C., Ayala, L., Aguilar, Y., Dután, J., & Taboada, J. (2017). Niveles de testosterona total en cuyes (*Cavia porcellus*) extirpados las espículas peneanas, castrados químicamente y enteros y relación con tamaño testicular y vesícula seminal. *REDVET*, 18(12), 1-9. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63654640042.pdf>

S.E.A animalario omg. (2005). *Anestesia en Roedores*. (Tesis de Doctorado), Universidad de Salamanca. Recuperado el 12 de Abril de 2021, de <https://nucleus.usal.es/sites/default/files/servicios/sea/formularios/PNSEA2.pdf>

Tapia Pesántez, D. A., & Tello Larriva, D. J. (2016). *Evaluación cuali-cuantitativa de espermatozoides de la cola del epidídimo de cuyes (Cavía porcellus) criollos y mejorados en dos edades reproductivas*. (Tesis de Grado), Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado el 20 de Enero de 2020, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25404/1/TESIS%20Tapia-Tello.pdf>

Vallvé, J. (2017). CASA, análisis de semen automatizado: aplicabilidad y tendencias de futuro. *Sociedad Española de Medicina de laboratorios*, 82-111. Recuperado el 20 de Mayo de 2021, de

[https://www.seqc.es/download/tema/14/4437/536860769/3122415/cms/tema-8-casa-analisis-de-semen-automatizado\\_aplicabilidad-y-tendencias-de-futuro.pdf/](https://www.seqc.es/download/tema/14/4437/536860769/3122415/cms/tema-8-casa-analisis-de-semen-automatizado_aplicabilidad-y-tendencias-de-futuro.pdf/)

- Vásquez Patene, B. K., & Del Sol Calderón, M. G. (Diciembre de 2010). Estudio Morfológico de la Próstata y Glándulas Vesiculares de Cobayo (*Cavia porcellus*). *ResearchGate*, 28(4), 2-8. Recuperado el 29 de Abril de 2021, de [https://www.researchgate.net/profile/Vasquez-Belgica/publication/262509188\\_Estudio\\_Morfologico\\_de\\_la\\_Prostata\\_y\\_Glandulas\\_Vesiculares\\_de\\_Cobayo\\_Cavia\\_porcellus/links/5a74583aaca2720bc0dcf698/Estudio-Morfologico-de-la-Prostata-y-Glandulas-Vesiculares-de-Co](https://www.researchgate.net/profile/Vasquez-Belgica/publication/262509188_Estudio_Morfologico_de_la_Prostata_y_Glandulas_Vesiculares_de_Cobayo_Cavia_porcellus/links/5a74583aaca2720bc0dcf698/Estudio-Morfologico-de-la-Prostata-y-Glandulas-Vesiculares-de-Co)
- Veloz Veloz, D. M. (2017). *Evaluación de la calidad espermática de reproductores bovinos mediante el uso de sistemas de evaluación seminal convencional y sistema CASA (análisis seminal asistido por computadora) y su respuesta con la fertilidad por inseminación artificial*. (Tesis de Doctorado), Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. doi:[dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28466/1/Trabajo%20de%20titulacion.%20pdf.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28466/1/Trabajo%20de%20titulacion.%20pdf.pdf)
- Verde Z, G., Márquez F, N., Valencia L, R., & Chauca F, L. (2019). Estudio anatómico del glande del cuy (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Rev. Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(3), 995-1002. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16722>
- Vivas Tórrez, J. A., & Carballo, D. (2009). *Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)*. (Artículo), Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado el 12 de Enero de 2021, de <https://repositorio.una.edu.ni/2472/1/RENL01V856.pdf>

## XII. ANEXOS

**Anexo 1:** *Adecuación del Galpón para Cobayos.*



**Anexo 2:** *Colocación y separación de cobayos en fosas al azar.*



**Anexo 3:** *Sedación del cobayo.*



**Anexo 4:** Toma de constantes fisiológicas.



**Anexo 5:** Ecógrafo KONTED.



**Anexo 6:** Realización de la ultrasonografía.



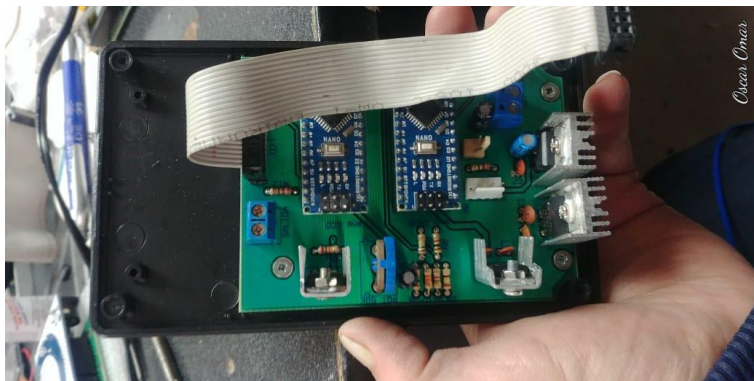
**Anexo 7:** Colocación del transductor lineal de 70 MHz.



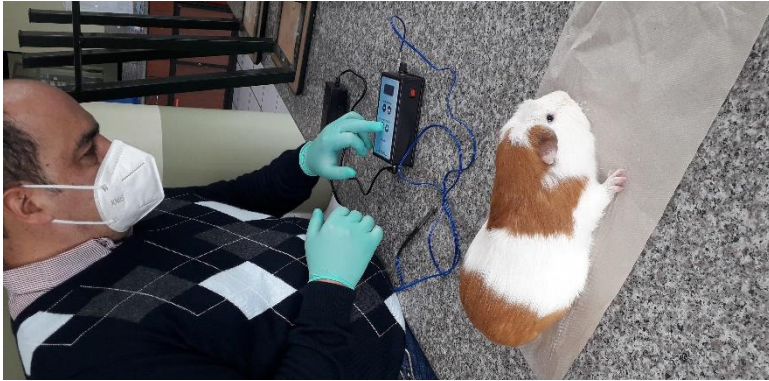
**Anexo 8:** Diseño de sonda de electroeyaculador.



**Anexo 9:** Diseño de Electroeyaculador.



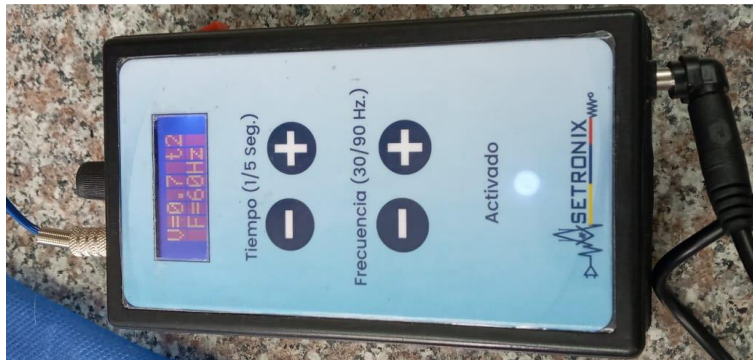
**Anexo 10: Aplicación del electroeyaculador ASETRONIX.**



**Anexo 11: Obtención de muestra seminal.**



**Anexo 12: Electroeyaculador ASETRONIX.**



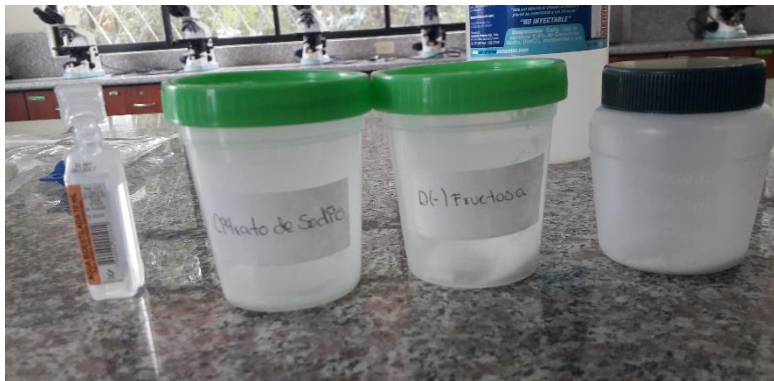
**Anexo 13:** Sonda del Electroeyaculador ASETRONIX.



**Anexo 14:** Protocolo de sedación: Ketamina.



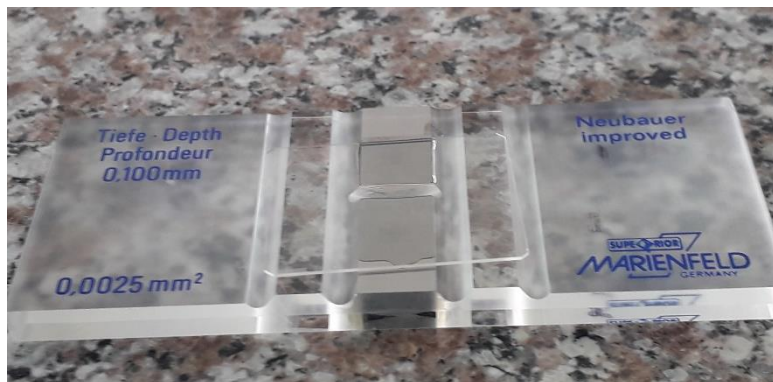
**Anexo 15:** Test de HOST, reactivos.



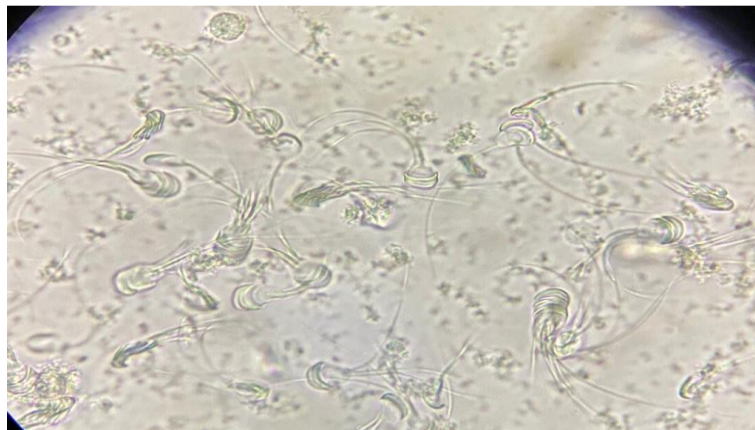
**Anexo 16:** Baño María.



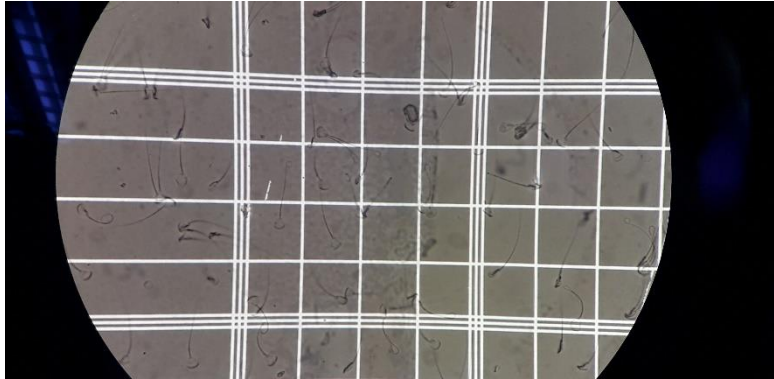
**Anexo 17:** Cámara de Neubauer.



**Anexo 18:** Visualización de la muestra a través de un microscopio.



**Anexo 19:** Visualización de muestra en cámara de Neubauer.



**Anexo 20:** Visualización de muestra con tinción de test de HOST + Eosina/nigrosina.



**Anexo 21:** Visualización de muestra con tinción eosina/nigrosina.



**Anexo 22:** Fosa con densidad de empadre de 1 macho con 7 hembras.



**Anexo 23:** Fosa con densidad de empadre de 1 macho con 10 hembras.



**Anexo 24:** Fosa con densidad de empadre de 1 macho con 15 hembras.



## Anexo 25: Sistema CASA: Tratamiento 1.



Referencia: SCAtemp Nombre: SCAtemp

Fecha (dia/mes/año): 14/5/2021  
Centro: RIV UCUEENCA

Animal: SCAtemp

Proceso (14/5/2021 11:19:28)

Concentración: **8,72 M/mL** (24000/mL) **3,37 M/muestra** (210%) Volumen (mL): 0,50 Dilución: 1,0

Progresividad	Total	%	M/mL	M/muestra
Progresiva (PR) (20%)	112	53,85	3,82	1,81
No progresiva (NP)	85	40,87	2,75	1,38
Imóvil (IM)	11	5,29	0,38	0,18

Móviles (24%)	Total	%	M/mL	M/muestra
	197	94,71	8,37	3,19

Velocidad	Total	%	M/mL	M/muestra
Rápida	91	43,75	2,94	1,47
Medio	58	27,88	1,88	0,94
Lento	48	23,08	1,55	0,75
Imóvil (IM)	11	5,29	0,38	0,18

Velocidad y progresividad	Total	%	M/mL	M/muestra
Rápido progresivo	42	23,08	1,55	0,75
Medio progresivo	84	39,77	2,87	1,42
No progresivo	85	40,87	2,75	1,38
Imóvil	11	5,29	0,38	0,18



Medio	Imóvil (IM)	Lento	Medio	Rápido	Unidades
Área de la cabeza	34,16	44,17	92,07	82,92	124,29 $\mu\text{m}^2$

Concentración	Total	%
Células redondas	0,71	M/mL
Recorridos circulares	170	84,82 %

Sperm Class Analyzer®

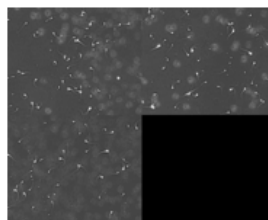
1 / 2

Referencia: SCAtemp Nombre: SCAtemp Animal: SCAtemp Fecha (dia/mes/año): 14/5/2021  
Centro: RIV UCUEENCA

Medio de velocidad	Móviles	No progresivo	Medio progresivo	Rápido progresivo	Unidades
Velocidad survival (VCL)	95,75	49,00	123,43	141,82	$\mu\text{m/s}$
Velocidad media (VAP)	45,19	24,00	38,33	87,28	$\mu\text{m/s}$
Velocidad lineal (VSL)	28,32	12,41	29,38	56,03	$\mu\text{m/s}$
Índice de rectitud (STR)	80,40	52,30	54,30	82,61	%
Índice de linealidad (LIN)	30,54	27,37	27,87	39,80	%
Índice de cohesión	45,58	49,58	47,77	47,58	%

Medio de otros parámetros	Móviles	Medio progresivo	Rápido progresivo	Unidades
Amplitud lateral de la cabeza (ALH)	4,59	6,01	6,58	$\mu\text{m}$
Frecuencia de batido (BCF)	7,01	6,93	9,61	Hz

	Total	% (Móviles)	% (Total)	M/mL	M/muestra
Hiperactivos	31	15,74	14,90	1,00	0,50
Penetración de la mucosidad	44	22,34	21,15	1,42	0,71
Penetración de la mucosidad	44	22,34	21,15	1,42	0,71



Analista: Sumama2, Name2  
Comentarios:

## Anexo 26: Sistema CASA: Tratamiento 2.



Referencia: SCAtemp		Nombre: SCAtemp			
Fecha (dia/mes/año): 14/5/2021		Animal: SCAtemp			
Centro: RIV UCUEENCA		Prueba (14/5/2021 11:14:42)			
Concentración		Volumen (mL): 0,20			
12,02 M/mL (2400/MCL)	8,62 M/muestra (210K)	Dilución 1:0			
<b>Progresividad</b>		Total	%	M/mL	M/muestra
Progresiva (PR) (230K)		100	44,54	5,39	2,70
No progresiva (NP)		116	52,02	6,26	3,13
Inmóvil (IM)		7	3,14	0,35	0,19
<b>Móviles</b> (242K)		Total	%	M/mL	M/muestra
		216	98,86	11,85	5,83
<b>Velocidad</b>		Total	%	M/mL	M/muestra
Rápida		75	33,83	4,05	2,02
Medica		89	40,80	3,34	1,67
Lenta		79	35,43	4,28	2,13
Inmóvil (IM)		7	3,14	0,35	0,19
<b>Velocidad y progresividad</b>		Total	%	M/mL	M/muestra
Rápido progresivo		11	4,93	0,59	0,30
Medio progresivo		89	40,81	4,80	2,40
No progresivo		116	52,02	6,26	3,13
Inmóvil		7	3,14	0,35	0,19

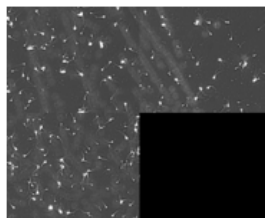
<b>Área de la cabeza</b>		Medio	Inmóvil (IM)	Lenta	Medica	Rápida	Unidades
		41,35	24,19	54,87	28,55	24,79	µm²

<b>Células redondas</b>		Concentración	Total	%
		1,58 M/mL	180	71,75 %

Sperm Class Analyzer\* 1 / 2

Referencia: SCAtemp	Nombre: SCAtemp	Animal: SCAtemp	Fecha (dia/mes/año): 14/5/2021			
		Centro: RIV UCUEENCA				
<b>Medio de velocidad</b>		Móviles	No progresivo	Medio progresivo	Rápido progresivo	Unidades
Velocidad curvilínea (VCL)		55,72	42,44	125,82	138,37	µm/s
Velocidad media (VAP)		44,26	33,30	85,12	72,34	µm/s
Velocidad lineal (VSL)		24,22	18,21	34,30	29,78	µm/s
Índice de rectitud (STR)		58,22	58,81	52,24	51,49	%
Índice de linealidad (LIN)		24,29	35,44	21,70	45,01	%
Índice de selección		55,82	55,88	54,29	54,29	%
<b>Medio de otros parámetros</b>		Móviles	Medio progresivo	Rápido progresivo	Unidades	
Amplitud lateral de la cabeza (ALH)		4,37	6,87	7,13	µm	
Frecuencia de golpeo (BCF)		4,26	4,39	4,75	Hz	
		Total	% (Móviles)	% (Total)	M/mL	M/muestra
Hiperactivados		38	16,87	16,14	1,94	0,97
Penetración de la mucosidad		32	14,81	14,25	1,73	0,86
Penetración de la mucosidad		32	14,81	14,25	1,73	0,86



Analista: Sumera2, Name2  
Comentarios:

### Anexo 27: Sistema CASA: Tratamiento 3.



Referencia: SCAIamp Nombre: SCAIamp

Fecha (di/mes/año): 14/5/2021  
Centro: FIV UCUEENCA

Animal: Cobayos

Prueba (14/5/2021 11:08:55)

Concentración		
19,22 M/mL (24000/mL)	9,61 M/muestra (210%)	Volumen (mL): 0,20 Dilución 1:0

Progresividad	Total	%	MmL	M/muestra
Progresiva (PR) (2,00%)	140	29,47	5,85	2,93
No progresiva (NP)	305	64,21	12,24	6,17
Imóvil (IM)	30	6,32	1,21	0,61

Móviles (240%)				
Total	445	92,65	18,01	9,00

Velocidad	Total	%	MmL	M/muestra
Rápida	94	19,79	3,80	1,90
Medica	125	28,32	5,06	2,53
Lenta	226	47,85	9,14	4,57
Imóvil (IM)	30	6,32	1,21	0,61

Velocidad y progresividad	Total	%	MmL	M/muestra
Rápido progresivo	22	4,82	0,89	0,45
Medio progresivo	115	24,54	4,77	2,39
No progresivo	305	64,21	12,24	6,17
Imóvil	30	6,32	1,21	0,61



Medida	Imóvil (IM)	Lenta	Medica	Rápida	Unidades
Área de la cabeza	33,55	10,95	44,85	31,49	µm²

Concentración		Total	%
Células redondas	1,50 M/mL	299	62,25 %

Sperm Class Analyzer®

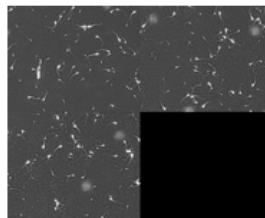
1 / 2

Referencia: SCAIamp Nombre: SCAIamp Animal: Cobayos Fecha (di/mes/año): 14/5/2021  
Centro: FIV UCUEENCA

Medida de velocidad	Móviles	No progresivo	Medio progresivo	Rápido progresivo	Unidades
Velocidad supervivencia (VCL)	54,54	40,23	115,09	120,42	µm/s
Velocidad media (VAP)	35,44	23,69	52,81	70,08	µm/s
Velocidad lineal (VSL)	21,24	14,76	21,15	27,86	µm/s
Índice de rectitud (STR)	81,41	81,74	86,78	81,81	%
Índice de linealidad (LIN)	39,08	40,85	33,74	45,58	%
Índice de cohesión	55,59	60,82	55,12	54,92	%

Medida de otros parámetros	Móviles	Medio progresivo	Rápido progresivo	Unidades
Amplitud lateral de la cabeza (ALH)	3,47	6,01	6,40	µm
Frecuencia de batido (BCP)	3,65	4,25	3,50	Hz

	Total	% (Móviles)	% (Total)	MmL	M/muestra
Hiperactivados	25	5,62	5,28	1,01	0,51
Penetración de la mucozidad	69	15,51	14,52	2,79	1,40
Penetración de la mucozidad	69	15,51	14,52	2,79	1,40



Análisis: Sumario2, Tema2  
Comentarios:

**Anexo 28: Autorización de publicación en el repositorio institucional.**

**Autorización de publicación en el repositorio institucional.**

**Carlos Eduardo Zambrano Flores** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0107151169**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“RELACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD EN COBAYOS CON LAS CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS Y ULTRASONOGRAFÍA TESTICULAR DURANTE EL PERIODO DE EMPADRE”**, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **10 de agosto de 2021**



F: .....

**Carlos Eduardo Zambrano Flores**

**C.I. 0107151169**

**Anexo 29: Declaratoria de Autoría y Responsabilidad.**

**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

**Carlos Eduardo Zambrano Flores** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0107151169**. Declaro ser el autor de la obra: **“RELACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD EN COBAYOS CON LAS CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS Y ULTRASONOGRAFÍA TESTICULAR DURANTE EL PERIODO DE EMPADRE”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **10 de agosto de 2021**



F: .....

**Carlos Eduardo Zambrano Flores**

**C.I. 0107151169**