



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente**

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MANITOL INTRATESTICULAR EN CUYES  
(*Cavia porcellus*) Y SU INFLUENCIA EN LOS PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS.**

**Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Médico Veterinario, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Carrera de Medicina Veterinaria.**

Autores:

Carlos Fabián Bayas Chileno

Franklin Homero Fuentes Galeas

Tutor:

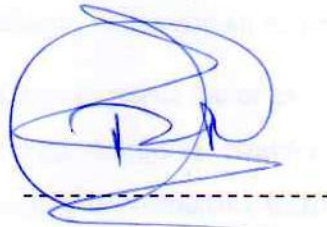
Dr. Edison Rivieliño Ramón Curay M.Sc.

Guaranda – Ecuador

2024

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MANITOL INTRATESTICULAR EN  
CUYES (*Cavia porcellus*) Y SU INFLUENCIA EN LOS PARÁMETROS  
ZOOTÉCNICOS.

**REVISADO Y APROBADO POR:**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large circle with a vertical line through it and some scribbles, positioned above a horizontal dashed line.

Dr. Edison Rivieliño Ramón Curay M.Sc.

**TUTOR**

A handwritten signature in blue ink, starting with a '2' and followed by a large scribble, positioned above a horizontal dashed line.

Dr. Washington Rolando Carrasco Mancero M.Sc.

**PAR LECTOR**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large scribble, positioned above a horizontal dashed line.

Dr. Jagger Segura Ochoa PhD.

**PAR LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Carlos Fabián Bayas Chileno, con CI. 0250308236, y Franklin Homero Fuentes Galeas, con CI. 0250065489, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



-----  
Carlos Fabián Bayas Chileno

CI. 0250308236

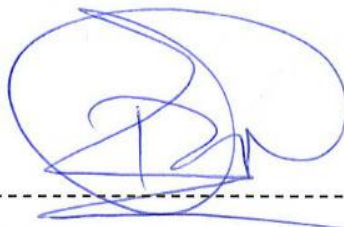
**AUTOR**



-----  
Franklin Homero Fuentes Galeas

CI. 0250065489

**AUTOR**



-----  
Dr. Edison Rivieliño Ramón Curay M.Sc.

**TUTOR**





**DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRIÓN**  
*Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.*

ESCRITURA N° 20240201004P01048

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGA:**

CARLOS FABIÁN BAYAS CHILENO Y  
FRANKLIN HOMERO FUENTES GALEAS.

CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 2 COPIA

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, a los veintidós días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores: **CARLOS FABIÁN BAYAS CHILENO Y FRANKLIN HOMERO FUENTES GALEAS**, ambos de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambos estudiantes, domiciliado el primero en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve nueve cuatro cuatro uno dos ocho ocho cuatro; y , con correo electrónico [fabianbayas7@gmail.com](mailto:fabianbayas7@gmail.com); y, domiciliado el segundo en la parroquia San Miguel de Bolívar, cantón San Miguel de Bolívar y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve tres nueve tres ocho siete cero nueve ocho; y, con correo electrónico [franklinfuentesgaleas99@gmail.com](mailto:franklinfuentesgaleas99@gmail.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a la cual obtengo la certificación de datos biométricos del Registro Civil, mismos que agregó a esta escritura como documentos habilitantes, además por petición de los comparecientes agregó los documentos personales como son la cedula y papeleta de votación. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, así como de la obligación de decir la verdad y conocedores de las penas de perjurio declaran: Nosotros: **CARLOS FABIÁN BAYAS CHILENO Y FRANKLIN HOMERO FUENTES GALEAS**, ambos de estado civil solteros, portadores de la cedula de ciudadanía números cero dos cinco cero tres uno ocho dos tres seis y cero dos cinco cero cero seis cinco cuatro ocho nueve, (en su orden), declaramos bajo juramento que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MANITOL INTRATESTICULAR EN CUYES (*Cavia porcellus*) Y SU INFLUENCIA EN LOS PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS”**. Declaramos que el presente trabajo es de nuestra autoría; la Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y Normativa Institucional vigente. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente; y, leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe.-----

SR. CARLOS FABIÁN BAYAS CHILENO.  
C.C. 0250308236

SR. FRANKLIN HOMERO FUENTES GALEAS  
C.C. 025000049

*Gina Clavijo Carrion*  
DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN  
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



# Tesis Carlos Fabián Bayas Chileno y Franklin Homero Fuentes Galeas

## INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[dspace.ueb.edu.ec](https://dspace.ueb.edu.ec)

Fuente de Internet

2%

2

[idoc.pub](https://idoc.pub)

Fuente de Internet

1%

3

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

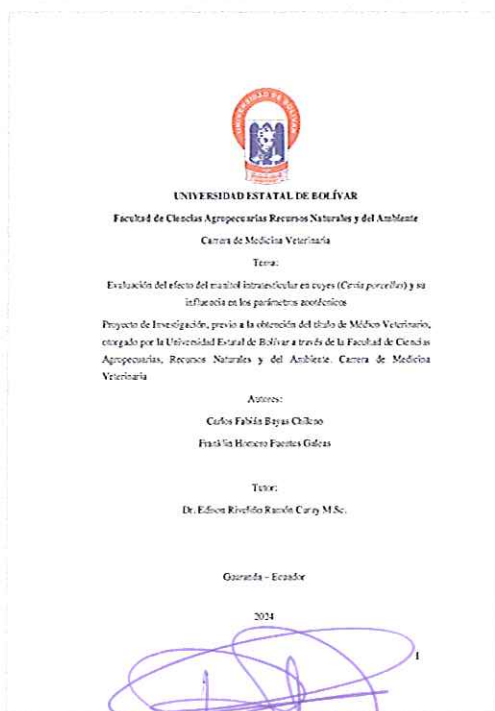


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQUEZ BARCENES  
Título del ejercicio: 10  
Título de la entrega: Tesis Carlos Fabián Bayas Chileno y Franklin Homero Fuente...  
Nombre del archivo: Tesis\_FF\_FB.docx  
Tamaño del archivo: 2.6M  
Total páginas: 50  
Total de palabras: 11,002  
Total de caracteres: 61,608  
Fecha de entrega: 21-oct.-2024 03:38p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2492775039



## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de investigación en primer lugar a Dios por darme la sabiduría con las oportunidades que me ha brindado la vida para poder culminar esta etapa. A mi madrecita querida, María Chileno quién ha sido un pilar muy importante en este trayecto, por brindarme su amor, atención, darme sus consejos y apoyo incondicional. A mi padre querido Carlos Bayas, por acompañarme en los momentos más difíciles de este proceso. A mis hermanos quienes han sido mi apoyo incondicional para ser una buena persona y ser su ejemplo a seguir. Y finalmente quiero agradecer a todos y cada uno de mis docentes, quienes han sido un impulso para culminar con esta investigación.

**Carlos Fabián Bayas Chileno**

Este trabajo de investigación dedico a Dios por la vida y las bendiciones recibidas, a mi madre por la confianza y el apoyo para formarme como persona y como profesional, a mis familiares y amigos que formaron parte de esta trayectoria de formación académica.

**Franklin Homero Fuentes Galeas**

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro más sincero y profundo agradecimiento a la prestigiosa alma mater "Universidad Estatal de Bolívar", por abrirnos las puertas para enriquecer nuestros conocimientos. También queremos agradecer infinitamente la Facultad de Ciencias Agropecuarias por formarnos como profesionales de éxito.

Y finalmente agradecemos a nuestro tutor de tesis Dr. Edison Riviño Ramón Curay Ms. por ser nuestro guía en el transcurso de esta investigación.

**Carlos Fabián Bayas Chileno**

Agradezco infinitamente a la formación de valores de mi madre al esfuerzo que se da a cada una de las cosas que nos proponemos con la ayuda de dios, a la Universidad de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por formarme como profesional, a las autoridades que nos dieron su apoyo para alcanzar este logro.

**Franklin Homero Fuentes Galeas**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO I.	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
• Objetivo general	4
• Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II.	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. El cuy	6
2.2. Anatomía y fisiología del aparato reproductor del cuy macho	7
2.2.1. Testículos	7
2.2.2. El epidídimo	7
2.2.3. Glándulas accesorias reproductivas	8
2.2.4. Vesículas seminales	8
2.2.5. Próstata.	9
2.2.6. Glándulas bulbouretrales.	9
2.2.7. El pene y glande.	9
2.2.8. Espículas o espinas del pene del cuy	10
2.3. Castración en cuyes	11
2.3.1. Tipos de castración.	11
2.3.2. Castración quirúrgica	13
2.3.3. Castración por aplastamiento	13

2.3.4.	Extirpación de las espículas peneanas	14
2.3.5.	Castración química.	14
2.3.6.	Uso de soluciones hipertónicas en castración	15
2.4.	Manitol	16
2.4.1.	Farmacología del manitol	25
2.4.2.	Manitol en la castración	16
2.4.3.	Ficha técnica del manitol	18
2.5.	Escala subjetiva del dolor en roedores	19
	CAPÍTULO III.	20
3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1.	Ubicación y características de la investigación	20
•	Localización del experimento	20
•	Situación geográfica	20
•	Zona de vida	20
3.2.	Metodología	21
3.2.1.	Material en estudio	21
3.2.2.	Factores en estudio	21
3.2.3.	Tratamientos	21
3.2.4.	Tipo de diseño experimental	22
3.2.5.	Manejo de la investigación	22
3.2.6.	Métodos de evaluación	22
3.2.7.	Análisis de datos	23
	CAPÍTULO IV	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	27
4.1.	Interpretación de resultados	27

4.1.1. Peso vivo de llegada de los cuyes	27
4.1.2. Peso vivo final de los cuyes	28
4.1.3. Ganancia de peso de los cuyes	30
4.1.4. Ganancia de pesos semanal de los cuyes.	32
4.1.5. Consumo alimenticio semanal de los cuyes	33
4.1.6. Conversión alimenticia del consumo de los cuyes.	35
4.1.7. Patrones de agresividad de los cuyes.	37
4.1.8. Morfometría testicular de los cuyes	38
4.1.9. Dolor post-tratamiento de los cuyes.	43
4.1.10. Estudio histológico de los testículos de los cuyes.	43
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	47
CAPÍTULO V	48
5.1. CONCLUSIONES	48
5.2. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN.</b>	<b>PAG.</b>
1.	Clasificación del cuy	6
2.	Sustancias y dosis utilizadas para castración química.	15
3.	Ficha técnica del manitol	18
4.	Escala subjetiva del dolor en roedores.	19
5.	Tratamientos en estudio.	21
6.	Características numéricas del experimento.	21
7.	Análisis de varianza (ADEVA).	22
8.	Análisis estadístico del peso vivo inicial de los cuyes	27
9.	Comparación de los promedios del peso vivo inicial de los cuyes	27
10.	Análisis estadístico del peso vivo final de los cuyes	28
11.	Comparación de los promedios del peso vivo inicial de los cuyes	29
12.	Análisis estadísticos de la ganancia de peso acumulada de los cuyes	30
13.	Comparación de los promedios de la ganancia de peso	30
14.	Análisis estadístico de la ganancia de peso semanal de los cuyes	32
15.	Comparación de los promedios de la ganancia de peso semanal	32
16.	Análisis estadístico del consumo alimenticio de los cuyes	33
17.	Comparación de los promedios del consumo alimenticio de los cuyes	33
18.	Análisis estadístico de la conversión alimenticia de los cuyes	35
19.	Comparación de los promedios de la conversión alimenticia de los cuyes	35
20.	Análisis de las características de agresividad de los cuyes	37
21.	Análisis estadísticos de la ganancia de peso de los cuyes	38
22.	Comparación de los promedios de la ganancia de peso de los cuyes	38
23.	Análisis estadístico del diámetro de los testículos de los cuyes	40

24. Comparación de los promedios de la ganancia de peso de los cuyes	40
25. Análisis estadístico de la ganancia de peso de los cuyes	41
26. Comparación de los promedios de la ganancia de peso de los cuyes.	42
27. Dolor post-tratamientos de los cuyes.	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN.</b>	<b>PAG.</b>
1.	Glande del pene del cuy	10
2.	Espículas del pene del cuy	14
3.	Promedios del peso vivo inicial de los cuyes	28
4.	Promedios del peso vivo final de los cuyes	29
5.	Promedios de la ganancia de peso de los cuyes	31
6.	Promedios de la ganancia de peso semanal de los cuyes	33
7.	Promedios del consumo alimenticio de los cuyes	34
8.	Promedios de la conversión alimenticia	36
9.	Porcentaje de las características de agresividad de los cuyes	37
10.	Promedios de la longitud de los testículos de los cuyes	39
11.	Promedios del diámetro de los testículos de los cuyes	41
12.	Promedios del peso de los testículos de los cuyes	42
13.	Estudio histológico de los testículos del tratamiento testigo	44
14.	Estudio histopatológico de los testículos de los tratamientos T1 y T2.	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	DESCRIPCIÓN.
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Croquis del ensayo
3.	Base de datos.
4.	Fotografías
5.	Glosario de términos

## RESUMEN

La castración química es una alternativa eficaz, porque elimina las desventajas de la esterilización quirúrgica, también brinda la posibilidad de una esterilización a gran escala en un período corto, por lo cual el objetivo de la presente investigación es evaluar el efecto de la inyección intratesticular de manitol en cuyes y su influencia sobre los parámetros zootécnicos. Metodológicamente se estableció medir el efecto de la inyección de 0.1 ml de manitol al 20% intratesticular, en donde se estableció tres tratamientos, correspondió al T0 (cuyes castrados), T1 (una dosis de manitol) y T2 (dos dosis de manitol, con intervalo de 15 días), durante 8 semanas de investigación, se evaluaron las variables; peso vivo, ganancia de peso, consumo alimenticio, conversión alimenticia, patrones de agresividad y morfometría testicular, además después de los 55 días post-inyección se realizó la castración de los cuyes del T1 y T2, los testículos fueron elegidos aleatoriamente y fueron sometidos a un estudio histológico mediante análisis por microscopía óptica de cortes transversales del mediastino testicular teñidos con Hemetoxicilina & Eosina. Como resultados se encontró que los cuyes del T2 y T1 obtuvieron un mayor peso vivo final en relación al T0, lo que demostró una ganancia de peso semanal de 39.33 g, 28.73 g y 22.57 g respectivamente, así mismo, el consumo alimenticio fue proporcionalmente mayor en los tratamientos que recibieron manitol, adicionalmente, la conversión alimenticia fue más eficiente el T2 y T1 obteniendo índices de 5.21 y 6.73 respectivamente, frente al T0 donde obtuvo un índice de 8.25, además, no se evidenció ningún tipo de complicación o efectos adversos sobre las unidades experimentales, las condiciones de la morfometría testicular indicaron que existió una atrofia severa de los testículos de los cuyes del T2, finalmente el reporte histológico reveló que el manitol afecta severamente a la espermatogénesis y esteroidogénesis, por lo que concluimos el manitol es una alternativa eficaz y segura para la esterilización de cuyes machos.

**Palabras Clave:** Castración química, Manitol, Morfometría, Histología.

## SUMMARY

Chemical castration is an effective alternative, because it eliminates the disadvantages of surgical sterilization, it also offers the possibility of large-scale sterilization in a short period of time, so the objective of this research is to evaluate the effect of intratesticular injection of mannitol in guinea pigs and its influence on zootechnical parameters. Methodologically, it was established to measure the effect of the injection of 0.1 ml of 20% mannitol intratesticular, where three treatments were established, corresponding to T0 (castrated guinea pigs), T1 (one dose of mannitol) and T2 (two doses of mannitol, with an interval of 15 days), during 8 weeks of research, the variables were evaluated; Live weight, weight gain, feed consumption, feed conversion, aggressiveness patterns and testicular morphometry, in addition, after 55 days post-injection, the castration of the guinea pigs of T1 and T2 was performed, the testes were randomly selected and were subjected to a histological study by optical microscopy analysis of transverse sections of the testicular mediastinum stained with Hematoxyline & Eosin. As results, it was found that the guinea pigs of T2 and T1 obtained a higher final live weight in relation to T0, which showed a weekly weight gain of 39.33 g, 28.73 g and 22.57 g respectively, likewise, the feed consumption was proportionally higher in the treatments that received mannitol, additionally, the feed conversion was more efficient in T2 and T1 obtaining indexes of 5.21 and 6.73 respectively, compared to T0 where it obtained an index of 8. In addition, there was no evidence of any type of complication or adverse effect on the experimental units, the testicular morphometry conditions indicated that there was a severe atrophy of the testes of the T2 guinea pigs, finally the histological report revealed that mannitol severely affects spermatogenesis and steroidogenesis, so we conclude that mannitol is an effective and safe alternative for the sterilization of male guinea pigs.

**Keywords:** Chemical castration, Mannitol, Morphometry, Histology.

## **CAPÍTULO I.**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

La provincia de Bolívar, situada en la zona central andina del Ecuador, brinda condiciones favorables para la producción de animales menores, entre las que se destaca la producción de cuyes, esto debido a la cultura de consumo de este animal por parte de la población, además, este animalito de manera ventajosa posee gran capacidad de adaptación a diferentes medios y a poco espacio físico. Esta actividad en nuestro medio se la realiza en las comunidades rurales bajo dos condiciones de producción, una de forma tradicional misma que se utiliza para el autoconsumo y de forma intensiva para la comercialización (Chavez & Avilès, 2022).

El manejo y control reproductivo de los cuyes dentro de la unidad productiva es fundamental para tener buenos niveles de rendimiento económico, debido a que si la reproducción es manejada de manera correcta puede intervenir en la disminución de elevadas tasas de consanguinidad, comorbilidades, mala utilización de los animales y aumento en los índices de mortalidad, además de contribuir de manera positiva a la producción y manejo de un mayor número de animales por metro cuadrado destinados al sacrificio y comercialización (Verdesoto *et al.*, 2018).

Una de las alternativas para el control reproductivo indeseado en las explotaciones cuyícolas, es la aplicación de técnicas de castración y control de la prolificidad mediante el manejo de los machos (Verdesoto *et al.*, 2018).

Existen numerosas alternativas para dicho propósito considerando que una de las principales es implementar procesos de esterilización en machos, con el fin de no solo limitar la proliferación descontrolada, sino también mejorar la ganancia genética al restringir la transferencia de genes a aquellos individuos que no han sido genéticamente seleccionados, este proceso no solo tiene un impacto en la reproducción, sino que también se convierte en un medio efectivo para modificar el comportamiento animal en gran parte por que puede influir en aspectos como la agresividad y la territorialidad,

contribuyendo así a un aumento en el número de machos confinados provocando un aumento en la eficiencia productiva a mas que provoca una convivencia más armoniosa en las posas o jaulas dentro galpón (Singh et al., 2020).

La castración en cuyes se realiza mediante dos técnicas: quirúrgica y química, la esterilización mediante la castración quirúrgica es una técnica que consiste en seguir los pasos de un protocolo definido con la finalidad de extirpar los testículos, este es un método seguro y rápido si se realiza con todas las normas éticas y de bioseguridad. La castración química es en la actualidad un método de esterilización no quirúrgica relativamente exitosa, principalmente se desarrolla por una inyección intratesticular de un agente esclerosante (gluconato de zinc, cloruro de calcio, etc.) que provoca disturbios citológicos a nivel intratesticular afectando la espermatogénesis y esteroidogénesis (Pico *et al.*, 2023).

El manitol es un polialcohol con propiedades osmóticas, se recomienda principalmente para abordar el aumento de la presión intracraneal y el glaucoma. Además de su capacidad para reducir la presión intracraneal, el manitol exhibe efectos diuréticos bien conocidos, utilizándose para estimular la producción de orina en pacientes con insuficiencia renal aguda, es importante destacar que el manitol es generalmente considerado un agente seguro y no tóxico cuando se administra por vía intravenosa. No obstante, en situaciones de extravasación, puede ocasionar daño a los tejidos blandos mediante mecanismos que incluyen colapso capilar, hipoxia celular local y esencialmente a manifestado inducir la apoptosis de las células endoteliales vasculares (Maadi *et al.*, 2021).

Las investigaciones recientes en roedores han explorado la aplicación intratesticular de solución salina hipertónica como un método potencialmente efectivo y seguro que otros enfoques de quimioesterilización. Se presume que esta inyección genera un shock osmótico inmediato a nivel local, resultando en una deshidratación severa y una necrosis extensiva del tejido testicular (Maadi *et al.*, 2021).

El manitol debido a sus propiedades farmacológicas evidenciadas promueve un shock osmótico a nivel celular, su capacidad de deshidratación de algunos estratos celulares como aquellos involucrados en la espermatogénesis y esteroidogénesis, ocasiona infertilidad en cuyes machos que reciben de forma experimental 0.1 mL de manitol al 20%, sustentado por la observación de la lisis de las células de Sertoli y células de Leydig, además este agente farmacológico provoca apoptosis de las espermatogonias provocando falla en la generación de espermatozoides maduros.

## 1.2. PROBLEMA

Es imprescindible saber que el cuy es un animal que cuando alcanza la madurez sexual tiende a modificar su temperamento, en especial los machos los cuales se comportan en mayor medida territoriales y agresivos con otros cuyes, este es un aspecto negativo para alcanzar un nivel de producción de carne de cuy constante, ya que limita suficientemente el confinamiento de animales, impidiendo producir solamente machos en una explotación cunícola.

Las limitaciones que genera el comportamiento reproductivo en los cuyes impactan sobre el bienestar animal, incluyendo el nivel de producción, discurriendo que un cuy macho tiende a ganar mayor cantidad de peso en comparación que una hembra, la limitación radica en que debido al comportamiento sexualizado no se puede considerar una población total de cuyes machos ya que estos animales al ser agresivos y territoriales propician a que los cuyes menos jerárquicos experimenten altos niveles de estrés lo cual se ve acompañado por bajo rendimiento productivo ocasionando pérdidas en el peso vivo, afectación en la ganancia media diaria y entre otros índices productivos.

El manejo poco responsable de los índices reproductivos de los cuyes en la unidad productiva conlleva al aumento de puntos contraproducentes como el aumento en la consanguinidad el cual suele ser relativamente elevado en esta especie, además, disminución en la cantidad de animales confinados por metro cuadrado y pérdidas económicas, este comportamiento reproductivo del cuy macho generalmente por ser un mamífero gregario influye a que exista niveles jerárquicos dentro de la población, esto propicia a que exista transgresiones corporales producto de los enfrentamientos con otros cuyes, las cuales puede desencadenar en patologías en ciertas zonas del cuerpo que generalmente comprometen la calidad de la canal.

Sumado a estos antecedentes, es importante destacar que la aplicabilidad de técnicas de castración química como la administración de agentes escleretizantes para el control de la agresividad ha conllevado a numerosos efectos adversos los cuales también impactan en la producción. Como posible alternativa de solución a lo citado en la presente investigación se plante utilizar el manitol como agente químico esterilizante en cuyes.

### 1.3. OBJETIVOS

- **Objetivo general**

Evaluar el efecto del manitol intratesticular en cuyes (*Cavia porcellus*) y su influencia en los parámetros zootécnicos.

- **Objetivos específicos**

Determinar la efectividad del manitol como agente quimioesterilizante y la castración quirúrgica en cuyes.

Establecer la relación de la quimioesterilización sobre los patrones de agresividad en cuyes.

Comparar el rendimiento productivo de los cuyes esterilizados.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

**HO:** No existe efecto del manitol intratesticular en cuyes (*Cavia porcellus*) sobre los parámetros zootécnicos.

**HI:** Existe efecto del manitol intratesticular en cuyes (*Cavia porcellus*) sobre los parámetros zootécnicos.

## CAPÍTULO II.

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. El cuy

##### 2.1.1. Generalidades

Entre las especies utilizadas en la alimentación de las comunidades andino, sin lugar a duda el cuy constituye el de mayor popularidad. Este pequeño roedor se encuentra relacionado con la vida y costumbres alimenticias de la sociedad indígena, es utilizado también en medicina y hasta en rituales espirituales y religiosos. Después de la conquista fue exportado y ahora es un animal casi universal. En la actualidad tiene múltiples usos (mascota, animal experimental, etc.), aunque en los andes sigue siendo utilizado como una fuente de proteína en sistemas de producción tradicional e intensivo (Reyes *et al.*, 2021).

##### 2.1.2. Historia

Las pruebas existentes demuestran que el cuy fue domesticado hace 2500 a 3600 años. En los estudios estratigráficos hechos en el templo del Cerro Sechín (Perú), se encontraron abundantes depósitos de excretas de cuy en las Caverna del primer periodo de la cultura Paracas, (250 a 300 a.C.), estos hallazgos son la prueba irrefutable que indican que antiguamente ya se consumía cuy (Dávila *et al.*, 2018).

##### 2.1.3. Clasificación zoológica

**Tabla 1.**

*Clasificación del cuy*

<b>Reino</b>	Animal
<b>Subtipo</b>	Vertebrado
<b>Clase</b>	Mamífero
<b>Orden</b>	Roedor
<b>Familia</b>	Cavidae
<b>Género</b>	<i>Cavia</i>
<b>Especie</b>	<i>porcellus</i>

Fuente: (Aguirre & Sanchez, 2022).

## **2.2. Anatomía y fisiología del aparato reproductor del cuy macho**

El sistema reproductor del cuy abarca una serie de órganos que contribuyen a la producción y transferencia de espermatozoides. Comienza con los testículos, lugar donde ocurre la espermatogénesis y se generan los espermatozoides. Posteriormente, estos espermatozoides son conducidos a través de los conductos deferentes hacia la uretra, donde se mezclan con secreciones de las glándulas accesorias: vesículas seminales, próstata y glándulas bulbouretrales. Estas glándulas proveen fluidos que, junto con los espermatozoides, constituyen el semen, el cual es eyaculado a través del pene y el prepucio durante la cópula, facilitando así el proceso reproductivo en el cuy (Noroña, 2020).

### **2.2.1. Testículos**

Tienen dos funciones principales: la espermatogénesis y la producción de hormonas. La espermatogénesis es el proceso continuo mediante el cual se generan los espermatozoides. Comienza en los túbulos seminíferos, donde las células germinales se dividen y diferencian en espermatozoides maduros a través de una serie de etapas. Este proceso se lleva a cabo dentro de una estructura altamente organizada y compleja en los testículos (Bautista, 2017).

Además de la producción de espermatozoides, los testículos también desempeñan un papel crucial en la función endocrina. Las células intersticiales, conocidas como células de Leydig, ubicadas entre los túbulos seminíferos, son responsables de la síntesis y secreción de hormonas esteroides, especialmente la testosterona. Esta hormona es fundamental para el desarrollo sexual, la regulación de la espermatogénesis y otros procesos fisiológicos en el organismo del cuy, influyendo en características sexuales secundarias, comportamiento reproductivo y el mantenimiento de la función reproductiva (Bautista, 2017).

### **2.2.2. El epidídimo**

El epidídimo es una parte esencial del sistema reproductor del cuy, donde los espermatozoides producidos en los testículos maduran y adquieren la capacidad de movilidad y fertilidad. A nivel biológico y molecular, el epidídimo juega un papel clave en varios procesos:

- **Maduración espermática:** Durante el recorrido por el epidídimo, los espermatozoides se someten a modificaciones moleculares y estructurales. Se produce la adquisición de la capacidad de motilidad y la funcionalidad que les permitirá fecundar un óvulo. Se añaden proteínas a su membrana y se modifican las proteínas existentes, lo que les permite obtener la capacidad de reconocimiento y unión al óvulo (Acevedo, 2023).
- **Estructura luminal:** El epidídimo está dividido en varias regiones con diferentes condiciones bioquímicas que facilitan la maduración espermática. Cada sección tiene un perfil de secreción específico que afecta la composición del fluido luminal, proporcionando condiciones óptimas para la maduración de los espermatozoides (Acevedo, 2023).
- **Reabsorción y secreción:** Se lleva a cabo la reabsorción de agua y la secreción de proteínas, iones y otros componentes esenciales para modificar el ambiente del fluido epididimario. Estos procesos se realizan mediante el transporte activo y pasivo, controlados por diferentes canales iónicos y transportadores presentes en la membrana de las células epididimarias.
- **Interacciones con las células epididimarias:** Las células epididimarias secretan diversas proteínas, lípidos y otras moléculas que interactúan directamente con los espermatozoides y regulan su fisiología y comportamiento (Acevedo, 2023).

En conjunto, estos procesos en el epidídimo del cual aseguran que los espermatozoides adquieran las características necesarias para la fertilidad y la capacidad de movilidad antes de su liberación en la eyaculación (Acevedo, 2023).

### **2.2.3. Glándulas accesorias reproductivas**

Las glándulas accesorias reproductivas en machos desempeñan un papel clave en la producción y el transporte de espermatozoides. Estas glándulas incluyen las vesículas seminales, la próstata y las glándulas bulbouretrales (Velapatiño, 2019).

### **2.2.4. Vesículas seminales**

Estas glándulas secretan una parte significativa del volumen seminal y producen fluidos ricos en fructosa, que proporciona energía a los espermatozoides, además

de otros nutrientes y sustancias que ayudan a mantener la viabilidad y movilidad de los espermatozoides (Velapatiño, 2019).

### **2.2.5. Próstata**

La próstata contribuye a la producción del líquido seminal, aportando una secreción que contiene sustancias que ayudan a nutrir y proteger los espermatozoides. También se ha observado que su secreción puede tener un papel en la coagulación y dilución del semen (Velapatiño, 2019).

### **2.2.6. Glándulas bulbouretrales**

Estas glándulas, también conocidas como glándulas de Cowper, producen un líquido viscoso que se libera antes de la eyaculación. Este líquido tiene una función principalmente en la lubricación y limpieza de la uretra, proporcionando un medio adecuado para el paso de los espermatozoides durante la eyaculación y ayudando a neutralizar la acidez residual en la uretra, lo que podría favorecer la supervivencia de los espermatozoides (Taday, 2022).

### **2.2.7. El pene y glande**

El pene y el glande en los cuyes, al igual que en muchos mamíferos, son órganos esenciales en el sistema reproductivo. El pene es el órgano copulador que facilita la transferencia de espermatozoides al tracto reproductivo de la hembra durante el acto de reproducción. Anatómicamente, el pene en los cuyes consta de estructuras internas y externas, incluyendo el cuerpo cavernoso, el cuerpo esponjoso y el glande. El cuerpo cavernoso, es la porción dorsal del pene, eréctil que y llena de sangre durante la excitación, permitiendo la erección. Por su parte, el cuerpo esponjoso, ubicado ventralmente, alberga el conducto uretral y es crucial para el transporte del semen hacia el exterior durante la eyaculación. (Márquez *et al.*, 2019).

El glande es la porción terminal del pene, y su morfología puede variar entre especies. En el caso de los cuyes, el glande suele ser redondeado o cónico, siendo más prominente durante la copulación. Fisiológicamente, el glande cumple un papel crucial durante la cópula, ya que permite la introducción del pene en la vagina de la hembra y ayuda a sellar la unión entre los órganos reproductivos masculinos y femeninos para facilitar la transferencia de espermatozoides (Márquez *et al.*, 2019).

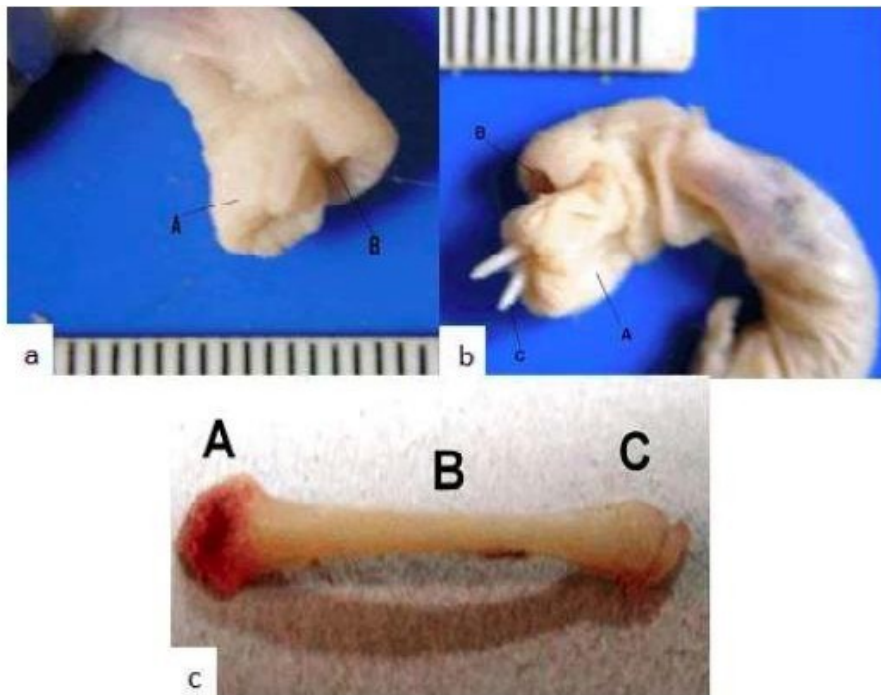
El pene y el glande del cuy son órganos esenciales en el proceso de reproducción, facilitando la cópula y la transferencia efectiva de esperma al sistema reproductor de la hembra.

### 2.2.8. Espículas o espinas del pene del cuy

Las proyecciones queratinizadas en forma cónica que se encuentran en la piel del pene de ciertos mamíferos, como roedores, carnívoros y primates, son las espinas del pene. Estas estructuras están queratinizadas y se distribuyen en una disposición circular alrededor del órgano reproductor masculino. Aunque su función exacta no está completamente determinada, se ha planteado su posible participación en la estimulación durante la cópula, facilitando la transferencia de esperma o involucradas en procesos de competencia espermática. La presencia y forma de estas espinas pueden variar de manera considerable entre diferentes especies (Márquez *et al.*, 2019).

#### Figura 1.

*Glande del pene del cuy*



*Nota.* (a) Vista lateral derecha del glande. A: Saco del glande, B: Orificio uretral; (b) Vista lateral izquierda del glande. A: Saco del glande, B: Orificio uretral, C: Procesos estiloides; (c) Vista dorsal del os penis del pene del cuy. A: Extremidad caudal, B: Cuerpo del os penis, C: Extremidad craneal

Fuente: (Márquez *et al.*, 2019).

### **2.3. Castración en cuyes**

La castración en cuyes es un procedimiento comúnmente realizado para diversos propósitos, aunque no tan extendido como en otras especies de animales domésticos. Se realiza principalmente para controlar la reproducción, mejorar el temperamento y la convivencia en grupos de cuyes machos, así como para evitar problemas de consanguinidad y reducir la agresividad (Piscoya *et al.*, 2021).

Técnicamente, existen diferentes métodos de castración. Uno de los más utilizados es la orquiectomía, que consiste en la extirpación quirúrgica de los testículos. Este procedimiento se realiza generalmente cuando los cuyes son jóvenes para minimizar el estrés y los riesgos asociados con la cirugía. Se realiza bajo anestesia y con técnicas asépticas para reducir el riesgo de infecciones. Otra técnica menos común es la castración química, que utiliza productos químicos para suprimir la función testicular en animales (Piscoya *et al.*, 2021).

La castración en cuyes ofrece ciertas ventajas, como la reducción de comportamientos agresivos y territoriales entre machos, lo que facilita la convivencia en grupos. Además, al evitar la reproducción no deseada, se controla la población y se previenen problemas relacionados con la consanguinidad.

Sin embargo, como cualquier procedimiento quirúrgico, la castración conlleva riesgos y complicaciones potenciales. Estos incluyen la posibilidad de infecciones, hemorragias, reacciones adversas a la anestesia y una recuperación prolongada si no se siguen los cuidados postoperatorios adecuados. Además, la castración debe realizarse por personal capacitado para minimizar riesgos (Piscoya *et al.*, 2021).

Es importante tener en cuenta que la decisión de castrar cuyes debe tomarse considerando los beneficios y riesgos, así como el propósito específico para el cual se realiza el procedimiento (Piscoya *et al.*, 2021).

#### **2.3.1. Tipos de castración**

La castración en cuyes, aunque menos común que en otras especies, puede realizarse por diferentes métodos, cada uno con sus ventajas, desventajas y consideraciones técnicas específicas (Zapata, 2019).

- **Castración Quirúrgica:** La orquiectomía es el método quirúrgico más empleado. Se realiza bajo anestesia general o local, y consiste en la extirpación de los testículos. La técnica involucra una incisión escrotal, la exposición y eliminación de los testículos, y el cierre cuidadoso de la herida. Es fundamental mantener condiciones de asepsia para minimizar el riesgo de infecciones (Zapata, 2019).
- **Castración Química:** Este método utiliza agentes químicos para suprimir la función testicular. Los compuestos aplicados mediante inyección de intratesticular pueden inhibir la producción de hormonas masculinas y detener la espermatogénesis. Sin embargo, este procedimiento puede ser menos común debido a los riesgos asociados con la administración de productos que ocasiona severa interacción histológica, así como la variabilidad en su efectividad y posibles efectos secundarios (Zapata, 2019).
- **Castración por aplastamiento:** Es un procedimiento comúnmente utilizado en la industria ganadera para controlar la reproducción y mejorar la calidad de la carne. Este método implica el uso de un dispositivo que aplica presión controlada en los testículos del cuy, provocando su ruptura y evitando la capacidad reproductiva del animal. Aunque puede generar controversias debido a la percepción de crueldad, se argumenta que el procedimiento es rápido y menos invasivo en comparación con otras técnicas (Bautista, 2017).
- **Inmunocastración:** La inmunocastración en cuyes no era una práctica común en comparación con otras especies ganaderas como cerdos. La inmunocastración implica la administración de vacunas que estimulan el sistema inmunológico del animal para inhibir la producción de hormonas responsables del desarrollo sexual y reproductivo (Bautista, 2017).

Cada método de castración tiene sus propias implicaciones en términos de efectividad, riesgos, bienestar animal y necesidades de manejo postoperatorio. La elección del método dependerá de factores como la edad de los animales, la experiencia del operador, la disponibilidad de equipo médico adecuado y el objetivo de la castración (Zapata, 2019).

Es crucial considerar que cualquier procedimiento de castración conlleva riesgos, incluyendo infecciones, hemorragias, problemas postoperatorios y malestar. Por lo tanto, es esencial realizar la castración bajo condiciones higiénicas adecuadas y por personal capacitado. Se recomienda buscar orientación veterinaria especializada para determinar el método más apropiado y para llevar a cabo el procedimiento de manera ética, minimizando el estrés y el dolor para los cuyes (Zapata, 2019).

### **2.3.2. Castración quirúrgica**

El procedimiento generalmente se realiza bajo anestesia general o local para minimizar el dolor y el estrés del animal. La zona escrotal se limpia y se realiza una pequeña incisión quirúrgica. Se procede a exponer los testículos y cortar los conductos deferentes, que son los conductos que llevan los espermatozoides. Luego, los testículos son extirpados con cuidado y se cierra la incisión quirúrgica, asegurándose de que no haya hemorragias y que la herida esté debidamente suturada (Zapata, 2019).

La castración en cuyes debe llevarse a cabo por personal capacitado y en un entorno estéril para prevenir infecciones postoperatorias. Se debe administrar atención postoperatoria para garantizar una recuperación adecuada, incluyendo analgésicos y la aplicación de desinfectantes para prevenir infecciones. La recuperación suele ser rápida, pero se deben monitorear signos de complicaciones como hemorragias, infecciones o reacciones adversas a la cirugía (Zapata, 2019).

### **2.3.3. Castración por aplastamiento**

El procedimiento de castración por aplastamiento consiste en la aplicación de presión controlada en los testículos del cuy, provocando su ruptura y, por ende, inhibiendo su capacidad reproductiva. Aunque este método puede considerarse menos invasivo que otras técnicas quirúrgicas, genera debates éticos y de bienestar animal. Es crucial analizar los aspectos tanto positivos como negativos de esta práctica (Bautista, 2017).

Desafíos y Controversias: Bienestar Animal: La aplicación de presión en los testículos plantea preocupaciones éticas y de bienestar animal. La experiencia de dolor y estrés asociada con este método debe ser cuidadosamente evaluada. Calidad de Carne: Algunos críticos sugieren que la castración por aplastamiento podría

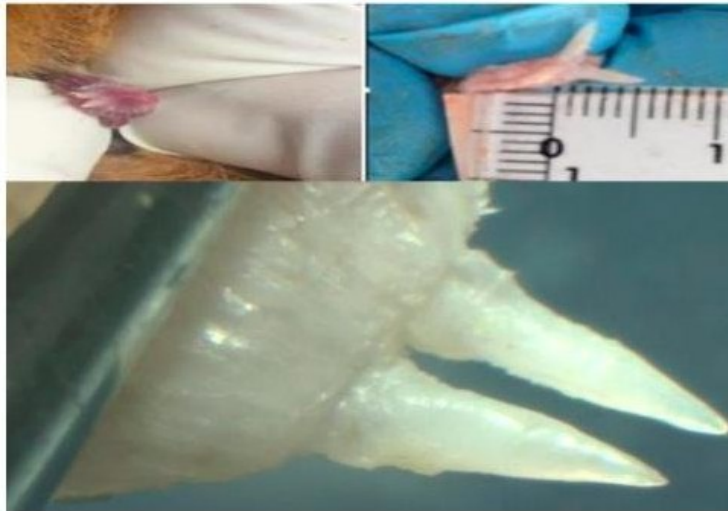
afectar la calidad de la carne, ya que la liberación de hormonas durante el estrés podría influir en el sabor y la textura. Alternativas más Humanas: En un contexto donde el bienestar animal se valora cada vez más, la búsqueda de métodos de castración más humanos y éticos podría cuestionar la viabilidad a largo plazo de la castración por aplastamiento (Bautista, 2017).

#### **2.3.4. Extirpación de las espículas peneanas**

La eliminación de las espículas del pene disminuye la producción total de testosterona a niveles comparables a los de la castración y puede sustituirla en técnicas reproductivas avanzadas que requieren el desarrollo de vesículas y espermatozoides afectados. Esta acción puede causar un subdesarrollo, aunque no se perciben alteraciones en el tamaño testicular (Loja & Illesca, 2018).

#### **Figura 2.**

*Espículas del pene del cuy*



Fuente: (Loja & Illescas, 2018).

#### **2.3.5. Castración química**

La castración química se refiere al uso de fármacos o sustancias químicas para inhibir la función reproductiva, en lugar de la extirpación quirúrgica de los testículos. En los cuyes, la castración química generalmente implica el uso de sustancias que interfieren con la producción espermatogénica o producción de las

hormonas sexuales, afectando significativamente la función de los órganos gametogénicos (Santillán, 2020).

Los esterilizantes químicos utilizados en cuyes machos deben cumplir con ciertos estándares para ser efectivos: garantizar infertilidad duradera, actuar de manera rápida, suprimir la conducta sexual y ofrecer seguridad y eficacia con una sola aplicación (Santillán, 2020).

**Tabla 2.**

*Sustancias y dosis utilizadas para castración química.*

<b>Sustancia química</b>	<b>Dosis</b>
Alcohol yodado 2%	0,5 ml/testículo
Alcohol yodado 5%	0,1 ml/testículo
Tintura de yodo 2%	0,1 ml/testículo
Ácido láctico 10%	1,2 ml/testículo
Ácido láctico 5%	0,20 ml/testículo

**Fuente:** (Santillán, 2020).

Los métodos no quirúrgicos buscan ser alternativas más económicas y menos laboriosas para la esterilización, permitiendo una esterilización a gran escala de manera rápida y segura. La castración química implica la inyección intratesticular de una sustancia esclerosante o tóxica que causa daños irreversibles o disfunción en los testículos, generando un tipo de infertilidad conocida como azoospermia. Se ha comprobado que varios agentes, como la formalina, la clorhexidina y el etanol, producen una esterilidad completa (Santillán, 2020).

**2.3.6. Uso de soluciones hipertónicas en castración**

Investigaciones recientes en roedores exploraron el uso de una inyección intratesticular de solución salina hipertónica, evidenciando una mayor utilidad y seguridad en comparación con agentes previamente empleados. Se considera que

esta inyección produce un shock osmótico local inmediato, causando deshidratación severa y necrosis extensiva. A pesar de ello, en pruebas con perros adultos, este método no logró esterilizar eficazmente (Canpolat *et al.*, 2016).

#### **2.4. Manitol**

El manitol es un compuesto químico con propiedades farmacológicas relevantes, y su uso principal se encuentra en el ámbito clínico, su fórmula química es C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>. La estructura molecular del manitol se caracteriza por tener seis grupos hidroxilo (OH) y pertenece al grupo de los polialcoholes (Martindale, 2023).

El manitol, un polialcohol que se emplea principalmente para tratar la hipertensión intracraneal y el glaucoma. Su efecto diurético también se reconoce y se utiliza para estimular la producción de orina en pacientes con insuficiencia renal aguda. Administrado por vía intravenosa, el manitol es generalmente seguro y con efectos beneficiosos. Sin embargo, en casos de extravasación, puede ocasionar daño a los tejidos circundantes debido al colapso capilar, hipoxia local y necrosis. Estudios de laboratorio demostraron que la exposición al manitol induce apoptosis en células endoteliales vasculares, lo que contribuye a la necrosis tisular (Maad *et al.*, 2021).

##### **2.4.1. Farmacología del manitol**

El manitol es utilizado como un diurético en paciente con insuficiencia renal oligúrica, además, otros usos clínicos se referencias a la disminución de hipertensión intraocular e intracraneal, también puede utilizarse para la eliminación urinaria de algunos componentes tóxicos en ciertos casos de toxicosis como la intoxicación por aspirina, algunos barbitúricos, bromuros y etilenglicol, además, el manitol puede ser incompatible con soluciones ácidas o alcalinas (Plumb, 2017).

La administración intravenosa del manitol es relativamente segura, ya que si no existe extravasación ocurre una absorción completa del manitol, este se filtra libremente en los glomérulos, aunque su reabsorción es limitada en los túbulos renales, el incremento de la presión osmótica impide que el agua sea reabsorbida en los túbulos, para que el manitol alcance los túbulos y sea efectivo, debe haber suficiente flujo sanguíneo renal, si bien el agua se excreta proporcionalmente a una tasa mayor, también se acrecienta la excreción de sodio y otros electrolitos, ácido úrico y urea (Plumb, 2017).

El manitol puede tener un efecto nefroprotector al evitar que las nefrotoxinas se acumulen en el líquido tubular, también, puede minimizar el edema tubular renal gracias a sus propiedades osmóticas, puede aumentar el flujo sanguíneo renal y la filtración glomerular al causar dilatación arteriolar y puede reducir la resistencia vascular y la viscosidad de la sangre (Plumb, 2017).

Solo el 7% - 10% del manitol es metabolizado, el resto se excreta sin cambios en la orina, su vida media de eliminación es, aproximadamente, de 100 minutos en las personas adultas, la vida media en los bovinos y ovinos es de 40 – 60 minutos (Plumb, 2017).

El manitol está contraindicado en los pacientes con anuria secundaria a enfermedad renal, deshidratación marcada, congestión pulmonar grave o edema pulmonar, en individuos hipovolémicos, el manitol debe emplearse con mucho cuidado, ya que puede exacerbar la hipotensión, el uso de manitol debe ser cuidadoso al tratar la intoxicación con etilenglicol u otro estado hiperosmolar, dado que puede acentuar la hiperosmolaridad intravascular, además, hay que garantizar la disolución de los cristales en la solución antes de su administración. Una sobredosis de manitol puede ocasionar excreción excesiva de sodio, potasio y cloro, si la producción de orina es inadecuada puede producirse intoxicación hídrica (Plumb, 2017).

#### **2.4.2. Uso del manitol en la castración**

Maad *et al.* (2021) mencionan el manitol al 20% puede utilizarse como medio de castración química en ratas de laboratorio de manera preliminar, ya que induce cambios degenerativos graves por daño irreversiblemente el tejido intersticial lo que induce supresión de la esteroidogénesis, además mencionan que a nivel de los parámetros espermáticos.

las condiciones en la integridad de los espermatozoides se vieron afectadas, encontrando principalmente fragmentación del ADN del espermatozoide, en este reporte pudieron determinar que la aplicación de soluciones hipertónicas a nivel intratesticular no se observaron efectos adversos, incluida inflamación escrotal, formación de fístulas o secreción después de las inyecciones, también se corroboró la ausencia de automutilación debida a dolor testicular y la palpación escrotal fue bien tolerada sin signos de malestar o respuesta agresiva (Maad *et al.*, 2021).

### 2.4.3. Ficha técnica del manitol

**Tabla 3.**

*Ficha técnica del manitol*

---

<b>Nombre del medicamento</b>	Manitol 20% solución hipertónica
<b>Composición</b>	Cada 10 mL de solución contiene 2g
<b>Osmoralidad</b>	1110 mOsm/l
<b>pH</b>	6 ± 0,2
<b>Indicaciones terapéuticas del manitol</b>	Disminución de la presión intraocular elevada  Reducción de la presión intracraneal con barrera hematoencefálica permanece intacta.  Estimulación de la producción de orina para prevenir y tratar la fase oligúrica del fallo renal agudo
<b>Propiedades antiinflamatorias</b>	Se ha observado en estudios experimentales que el manitol puede tener efectos antiinflamatorios debido a su capacidad para modular la respuesta inmune y reducir la inflamación en varios tejidos y órganos.
<b>Influencias en los resultados de pruebas de laboratorio</b>	Variaciones de electrolitos causadas por el manitol, este también afecta la medición del fósforo inorgánico sérico, produciendo resultados excesivamente altos o muy bajos.
<b>Sobredosis de manitol:</b>	Puede producir acidosis, descompensación cardíaca, alteraciones en electrolitos, deshidratación celular y fallo renal agudo.

---













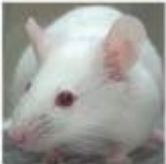


Fuente: (Martindale, 2023)

## 2.5. Escala subjetiva del dolor en roedores

La investigación ha demostrado que los cambios en la expresión facial proporcionan un medio para evaluar el dolor en roedores. Estas unidades de acción aumentan en intensidad en respuesta al dolor posprocedimiento y pueden usarse como parte de una evaluación clínica (Langford *et al.*, 2010).

**Tabla 4.**

*Escala subjetiva del dolor en roedores.*

<b>The Mouse Grimace Scale</b>			
	Not present 0	Moderate 1	Severe 2
<p><b>Cierre orbital</b> Cierre del párpado (estrechamiento del área orbitaria) Puede verse una arruga alrededor del ojo.</p>			
	Orbital tightening		
<p><b>Abultamiento de la nariz</b> Abultamiento en el puente de la nariz. Arrugas verticales en el costado de la nariz.</p>			
	Nose bulge		
<p><b>Bulto de mejilla</b> Abultamiento de las mejillas</p>			
	Cheek bulge		
<p><b>Posición de la oreja</b> Las orejas giran hacia afuera y/o hacia atrás, alejándose de la cara. Las orejas pueden doblarse para formar una forma "puntiaguda"</p>			
	Ear position		
<p><b>Cambios del bigote</b> Retracción de los bigotes Los bigotes de reagrupan Pierden su posición</p>			
	Whisker change		

Fuente: (Langford *et al.*, 2010).

## CAPÍTULO III.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del experimento**

La presente investigación se realizó en la granja familiar “Fuentes & Gáleas”, ubicada en la provincia de Bolívar en el cantón San Miguel, en la parroquia San Vicente específicamente en el sector de Cahuiche.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

<b>Parámetro</b>	<b>Coordenada</b>
<b>Altitud</b>	2500 m.s.n.m
<b>Latitud</b>	1°42'07" S
<b>Longitud</b>	79°02'06" W
<b>Temperatura máxima</b>	22 °C
<b>Temperatura mínima</b>	8 °C
<b>Temperatura media</b>	15 °C
<b>Precipitación media anual</b>	900 mm <sup>3</sup>
<b>Humedad relativa (%)</b>	50%

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2021).

- **Zona de vida**

La sistematización del Geólogo Leslie Holdridge permite establecer al cantón San Miguel como Formación Bosque Húmedo Montano Bajo (Holdridge, 1971).

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Material en estudio

- 45 cuyes
- Manitol 20 %

### 3.2.2. Factores en estudio

**Factor A:** Castración química

A1: 1 dosis de Manitol al 20%.

A2: 2 dosis de Manitol al 20%.

**Factor B:** Parámetros productivos.

### 3.2.3. Tratamientos

**Tabla 5.**

*Tratamientos en estudio.*

Tratamiento	Interacción	Descripción
0	Testigo	Cuyes orquiectomizados + Parámetros productivos
1	A1xB	1 dosis de Manitol al 20% + Parámetros productivos
2	A2xB	2 dosis de Manitol al 20% + Parámetros productivos

**Tabla 6.**

*Características numéricas del experimento.*

Tratamientos	3
Repeticiones	1
Número de animales por repetición	15
Número total de animales	45

### 3.2.4. Tipo de diseño experimental

- Diseño completamente al azar (DCA)

**Tabla 7.**

*Análisis de varianza (ADEVA).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos (T – 1)	2
Error Experimental T (r-1)	42
Total, t.r (-1)	44

### 3.2.5. Manejo de la investigación

- **Adecuación del galpón:**

Se realizó las readecuaciones del galpón destinado para la manutención y distribución de las unidades experimentales, en donde se realizó una readecuación de las pozas, cortinas, bebederos y comederos, considerando que las pozas prefabricadas donde se distribuyeron un total de 45 cuyes con 15 cuyes por repetición.

- **Limpieza y desinfección:**

Una vez se realizó las readecuaciones las instalaciones, se ejecutó una limpieza profunda del lugar, considerando que la desinfección se elaboró, con una solución germicida de amplio espectro a basa de Cloruros y amonio cuaternario, posteriormente se flameó y se instalaron los pediluvios y lugares de desinfección.

- **Adquisición de los cuyes:**

Los animales fueron adquiridos de unidades productivas aledañas considerando que para su efecto se adquirieron cuyes con una edad promedio de entre 8 a 10 semanas y un peso promedio aproximado de 500 g.

- **Alimentación de los cuyes:**

La alimentación considerada se realizó con un enfoque de suministro mixto (forraje y concentrado) cuya inclusión de forraje fue 150 g y 30 g de concentrado, por un

periodo de 8 semanas que duró el ciclo productivo, el suministro de alimento se realizó dos veces al día, donde se estimó la ración diaria mediante las tablas de consumo de la casa comercial del concentrado adquirido.

- **Protocolo de anestesia:**

Metodológicamente se utilizó Ketamina a una dosis 40 mg/Kg y Xilazina a una dosis 5 mg/Kg vía intraperitoneal, además, se infiltró en los testículos una dosis de 0.01-0.1 ml de Lidocaína 2%, adicionalmente los cuyes que recibieron la castración quirúrgica, se les aplicó como adyuvante analgésico carprofeno a razón de 0.1 mg/kg.

- **Inyección intratesticular del manitol:**

Según los reportes experimentales de Maad *et al.* (2021), la dosis recomendada fue de 0.1 ml de manitol al 20%, mediante una inyección intratesticular con jeringas de 1 mL.

Para el efecto de este procedimiento inicialmente se realizó una tricotomía de escroto, y con una solución bactericida se realizó el embrocado buscando la asepsia de la zona a incidir, con una jeringa de 1mL acoplada a una aguja 27G de 1 ½ pulgada, se realizó la instilación desde el segmento distal del testículo hasta alcanzar el mediastino testicular, y se instiló en forma de abanico en diferentes direcciones, luego se retiró la aguja y se desinfectó la zona de aplicación.

La aplicación del manitol se realizó mediante la administración de una sola dosis a 15 unidades experimentales en base al total de la población, al inicio del ciclo productivo y la orquiectomía se realizó a los 55 días posterior a la aplicación del reactivo en estudio para el análisis de morfometría e histología de los testículos.

También se consideró en cuenta 15 unidades experimentales más del total de la población en estudio, a los cuales se les aplicó dos dosis de manitol intratesticular, la primera se realizó de forma paralela a la aplicación del otro grupo experimental, sin embargo, en este estrato de animales se les aplicó una segunda dosis a los 15 días después de haber aplicado la primera dosis, y la orquiectomía se realizó a los 55 días para el estudio de morfometría e histología testicular.

- **Morfometría testicular:**

El estudio de la morfometría testicular se realizó en el momento de la orquiectomía a los 0 días y 55 días de acuerdo con los tratamientos planteados respectivamente, en donde se determinó los valores de longitud, diámetro y peso de los testículos de los cuyes, se efectuó con la ayuda de un calibrador de vernier y una balanza respectivamente.

- **Medición de los parámetros productivos:**

Los parámetros productivos como el peso semanal y consumo alimenticio se registraron utilizando una balanza, estos valores fueron registrados en gramos y se estimó mediante su cálculo de acuerdo con lo establecido.

- **Estimación de las variaciones del comportamiento:**

Se registró de manera subjetiva diariamente durante las horas de la alimentación, este procedimiento se realizó mediante observación del comportamiento de las unidades experimentales.

- **Orquiectomía**

El procedimiento de castración se realizó a los 45 cuyes en estudio, se ejecutó al inicio de la investigación tomando en cuenta 15 cuyes del tratamiento testigo (T0), posteriormente los 30 cuyes restantes de los tratamientos 1 y 2 se les castraron a los 55 días posteriores a la aplicación intratesticular del manitol. Las unidades experimentales estuvieron sujetas a un protocolo de anestesia descrito previamente, el cual permitió garantizar el bienestar animal, el procedimiento de orquiectomía se desarrolló siguiendo los lineamientos de la técnica abierta que permitió la extirpación de los testículos, para su efecto se ligó el cordón espermático mediante una ligadura transfixional y se finalizó con una síntesis del tejido cutáneo.

- **Estudio histológico:**

Los testículos de cuyes de los grupos T0, T1 y T2 se seleccionaron y procesaron al azar, a los cuales se les realizó un corte transversal en el mediastino testicular. Los micro cortes fueron teñidos utilizando la técnica de Hematoxilina y Eosina. Inicialmente se sumergieron en formol tamponado, luego se procesaron en el

Laboratorio Histopatológico IPATHLAB (Instituto de Patología y Medicina de Laboratorio). Las placas histológicas obtenidas se analizaron mediante microscopía convencional, comparando la configuración histológica y los procesos celulares involucrados en la espermatogénesis y esteroidogénesis de un cuy entero normal con los cambios histológicos observados en los grupos T1 y T2.

### 3.2.6. Métodos de evaluación

- **Peso vivo de llegada:** Variable que se realizó mediante el pesaje de los animales al inicio de la investigación con la ayuda de una balanza, valor que fue expresado en gramos.
- **Peso vivo final:** Variable que se registró mediante el pesaje de los animales al final de la investigación con la ayuda de una balanza, este valor fue expresado en gramos.
- **Ganancia de peso acumulada:** Variable que se estimó mediante el cálculo de las diferencias entre el peso vivo al final menos el peso vivo al comienzo de la investigación, este valor fue expresado en gramos.
- **Ganancia de peso semanal:** Variable que se estimó mediante el cálculo de las diferencias entre el peso vivo de la semana actual menos el peso vivo de la semana anterior, este valor fue expresado en gramos.
- **Consumo alimenticio semanal:** Variable que se desarrolló por medio del cálculo de la cantidad (gr) alimento suministrado menos el alimento sobrante considerando dichas cantidades entre porciones de suministro, este valor fue expresado en gramos.
- **Conversión alimenticia semanal:** Variable que se desarrolló mediante la aplicación de la ecuación o de la división de la variable consumo alimenticio semanal, el cual será dividido para la ganancia de peso semanal, este valor fue estimado como índice de conversión alimenticia.
- **Patrones de agresividad:** Variable que se estimó de manera subjetiva, observando patrones de agresividad en las unidades experimentales, dicho registro se valoró de la siguiente manera; 1: presencia de lesiones por peleas, 2: mutilación, 3: muerte del animal y 4: ninguna lesión.

- **Morfometría testicular:** Variable que se midió mediante el registro de la longitud, diámetro y peso del testículo extirpado de los cuyes que en cada uno de los tratamientos planteados, su registro se realizó en milímetro y gramos con la ayuda de un calibrador de vernier y una balanza respectivamente.
- **Dolor post-inyección:** Variable que se valoró mediante la escala del dolor subjetiva empleada en roedores (The Mouse Grimace Scale), se consideró una puntuación  $\geq 5$  como un dolor evidente a severo y menor a dicha puntuación se considerará un animal sin dolor, según los reportes realizados por (Langford *et al.*, 2010) quienes determinaron la escala subjetiva del dolor en ratas de laboratorio.
- **Estudio histológico:** Variable que se desarrolló mediante el análisis de las placa histológica, por medio de microscopía convencional, dichas placas fueron originarias de un corte transversal de 5  $\mu\text{m}$  y procesadas de acuerdo con las paramétricas de la tinción de Hematoxilina & Eosina, de manera descriptiva se estableció las condiciones patológicas frente a las características normales de la espermatogénesis y esteroidogénesis de los testículos de los cuyes del T0 (T0 negativo: cuy entero y T0+: punción intratesticular con aguja de  $\frac{1}{2}$  pulgada de largo), T1 y T2 respectivamente.

### 3.2.7. Análisis de datos.

Los resultados fueron analizados mediante la ayuda de paquetes estadísticos SAS versión 9.4, para medir el efecto de la inyección intratesticular de manitol sobre las paramétricas productivas.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1. Interpretación de resultados

##### 4.1.1. Peso vivo de llegada de los cuyes

**Tabla 8.**

*Análisis estadístico del peso vivo inicial de los cuyes.*

Fuente de V.	G. L	SC	CM	F. valor	Pr. F
Tratamientos	2	40268.93	20134.46	3.60	0.0360 *
Error	42	234736.26	5588.95		
Total	44	275005.20			CV: 12.75%

**Tabla 9.**

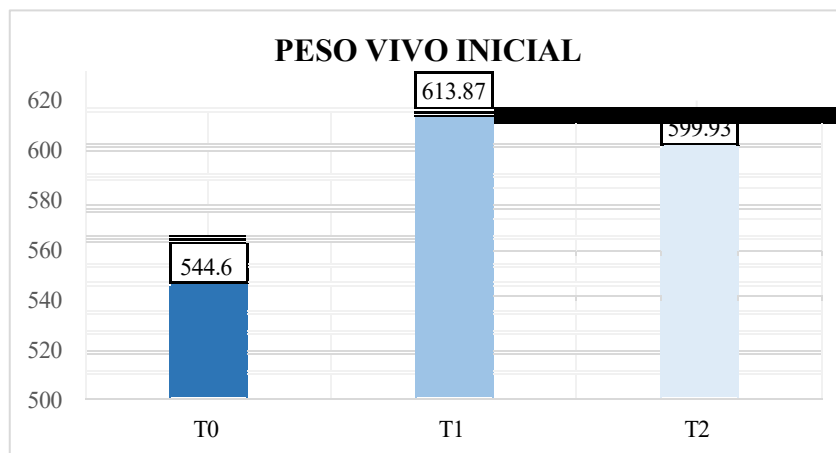
*Comparación de los promedios del peso vivo inicial de los cuyes.*

Tratamientos	Promedios	Máximo	Mínimo
1 (1 dosis de manitol)	613.87 <sup>A</sup>	735	445
2 (2 dosis de manitol)	599.93 <sup>A</sup>	715	505
0 (Orquiectomía)	544.60 <sup>B</sup>	605	491

La significancia mediante Fisher demuestra un efecto estadístico significativo (\*) entre en los tratamientos, determinando que el peso vivo de los cuyes al inicio de la investigación fue diferente, con un coeficiente de variación (CV) del 12.75% demostrando una variabilidad aceptable entre los pesos vivos de las unidades experimentales. La comparación de los promedios nos demuestra que los pesos vivos del T1 y T2 son estadísticamente iguales, sin embargo, numéricamente los mayores pesos se encontraban en el T1 con 613.87 g (max: 735, min: 445), siguiéndole el T2 con 599.93 g (max: 715, min: 505), mientras que el T0 expresó diferencias estadísticas en relación con los otros tratamientos, ya que determinó los menores pesos vivos con un promedio de 544.60 g (max: 605, min: 491).

**Figura 3.**

*Promedios del peso vivo inicial de los cuyes.*



Santillán L. (2020) en su investigación sobre el efecto de la castración química en el rendimiento y la calidad de la carcasa de cuy, utilizó como agente esterilizante tintura de yodo al 2% en cuyes enteros, los cuyes utilizados tenían una edad de 35 días y encontró que el peso vivo inicial no reportó diferencias significativas (NS), con pesos promedios para los cuyes castrados de 575.40 g y los cuyes del control un peso de 577.33 g.

Al comparar dicho reporte con la presente investigación, se expresan valores diferentes a los obtenidos en la experimentación, debido a la diferencia en la edad y pesos de los cuyes usados de una investigación a otra.

#### **4.1.2. Peso vivo final de los cuyes**

**Tabla 10.**

*Análisis estadístico del peso vivo final de los cuyes.*

Fuente de V.	G. L	SC	CM	F. valor	Pr. F
Tratamientos	2	278606.93	139303.46	82.52	<.0001 **
Error	42	70903.86	1688.18		
Total	44	349510.80			CV: 4.96%

*Nota.* \*: diferencias significativas.

**Tabla 11.**

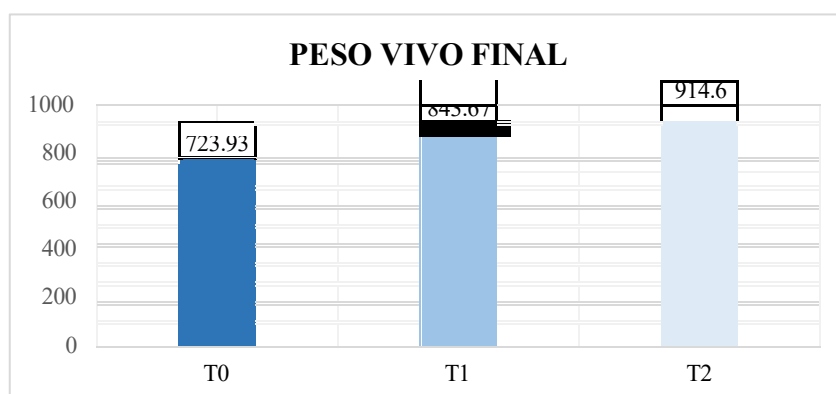
*Comparación de los promedios del peso vivo final de los cuyes.*

Tratamientos	Promedios	Máximo	Mínimo
2 (2 dosis de manitol)	914.60 <sup>A</sup>	970	842
1 (1 dosis de manitol)	843.67 <sup>B</sup>	890	790
0 (Orquiectomía)	723.93 <sup>C</sup>	847	647

La significancia mediante Fisher demuestra un efecto estadístico altamente significativos (\*\*) entre en los tratamientos, demostrando que el peso vivo de los cuyes al final de la investigación fue diferente, con un coeficiente de variación (CV) del 4.96% considerándose una variabilidad aceptable entres los pesos vivos de las unidades experimentales. La comparación de los promedios nos demuestra que los pesos vivos al final de la investigación fueron estadísticamente diferentes, asumiendo que numéricamente los mayores pesos se obtuvieron en el T2 con 914.60 g (max: 970, min: 842), siguiéndole el T1 con 843.67 g (max: 890, min: 790), mientras que el T0 expresó los menores pesos con un promedio de 723.93 g (max: 847, min: 647).

**Figura 4.**

*Promedios del peso vivo final de los cuyes.*



Benito L. (2021) en su investigación sobre el efecto de diferentes métodos de castración en cuyes machos, donde utilizó alcohol yodado al 2% en animales enteros, evidenció atrofia testicular, además, observó diferencias significativa en el peso vivo después de 10 semanas de alimentación, donde los cuyes que recibieron

el agente químico como esterilizante obtuvieron el mayor promedio con un peso de 1253.89 g, mientras que los tratamientos control y atrofia testicular obtuvieron un peso de 503.19 g y 591.39 g respectivamente, concluyendo que dicha variación en el peso es debido que los animales castrados químicamente se recuperaron rápidamente por una menor lesión intratesticular.

Comparativamente son valores superiores a los obtenidos en la presente investigación, discrepando en este sentido de la investigación citada ya que encontramos diferencias en la edad y pesos de los animales, sin embargo, concordamos en el criterio de la mitigación del impacto negativo sobre los animales, ya que nuestro agente esterilizante no provocó alteraciones conductuales o lesiones graves, por ende, también se observó una recuperación rápida.

#### 4.1.3. Ganancia de peso acumulada de los cuyes

**Tabla 12.**

*Análisis estadístico de la ganancia de peso acumulada de los cuyes.*

Fuente de V.	G. L	SC	CM	F. valor	Pr. F
Tratamientos	2	140321.73	70160.86	14.43	<.0001 **
Error	42	204231.06	4862.64		
Total	44	344552.80			

CV: 15.06%

**Tabla 13.**

*Comparación de los promedios de la ganancia de peso acumulada de los cuyes.*

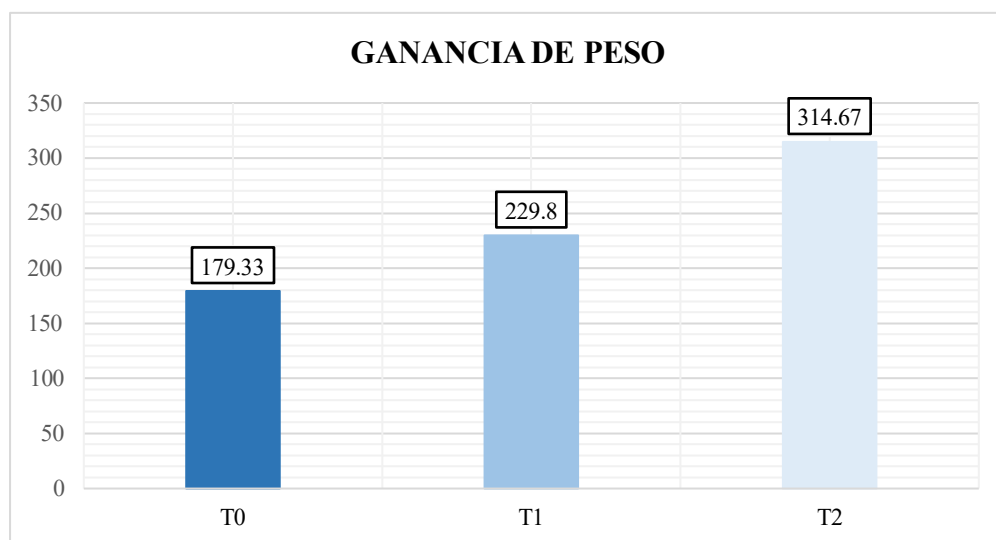
Tratamientos	Promedios	Máximo	Mínimo
2 (2 dosis de manitol)	314.67 <sup>A</sup>	382	255
1 (1 dosis de manitol)	229.80 <sup>B</sup>	405	70
0 (Orquiectomía)	179.33 <sup>B</sup>	255	108

La significancia mediante Fisher demuestra un efecto estadístico altamente significativo (\*\*) entre en los tratamientos, observando que la ganancia de peso acumulada en los cuyes de la investigación fue diferente, con un coeficiente de variación (CV) del 15.06% exhibiendo una variabilidad aceptable en la ganancia de

peso acumulado en las unidades experimentales. Al comparar los promedios en esta variable, se evidenció que el T2 fue estadísticamente diferentes al resto de tratamientos, ya que obtuvo una ganancia de peso en promedio de 314.67 g (max: 382, min: 255), mientras que los T1 y T0 expresaron igualdad estadística, sin embargo, numéricamente el T1 obtuvo una mayor ganancia de peso acumulada con 229.80 g (max: 405, min: 70), mientras que el T0 obtuvo la menor ganancia de peso con un promedio de 179.33 g (max: 255, min: 108).

**Figura 5.**

*Promedios de la ganancia de peso de los cuyes.*



Piscoya *et al.* (2021) quienes investigaron la castración inmunológica, química y quirúrgica sobre la actividad sexual en cuyes macho, obtuvieron que la castración química (alcoholo yodado al 2%) logró la mayor ganancia de peso con un promedio de 264.38 g, mientras que los tratamientos control y inmunocastración obtuvieron una ganancia de 96.25 g y 154.38 g respectivamente, dicha diferencias en la ganancia de peso es atribuido a la menor cantidad de estrés provocado por cada método de castración.

Comparativamente los resultados citados anteriormente son inferiores a los obtenidos en la presente investigación, ya que el T2 manifestó una ganancia mayor a la reportada por Piscoya y col., sin embargo, concordamos en que ciertos agentes esterilizantes provocan menor lesión y estrés en los cuyes.

#### 4.1.4. Ganancia de peso semanal de los cuyes

**Tabla 14.**

*Análisis estadístico de la ganancia de peso semanal de los cuyes.*

<b>Fuente de V.</b>	<b>G. L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. valor</b>	<b>Pr. F</b>
Tratamientos	2	1089.42	544.71	100.26	<.0001 **
Error	21	108.66	5.43		
Total	23	1198.09			

**CV: 7.63%**

**Tabla 15.**

*Comparación de los promedios de la ganancia de peso semanal de los cuyes.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
2 (2 dosis de manitol)	39.33 <sup>A</sup>	44.58	36.33
1 (1 dosis de manitol)	28.73 <sup>B</sup>	30.92	27.24
0 (Orquiectomía)	22.57 <sup>C</sup>	25.33	18.93

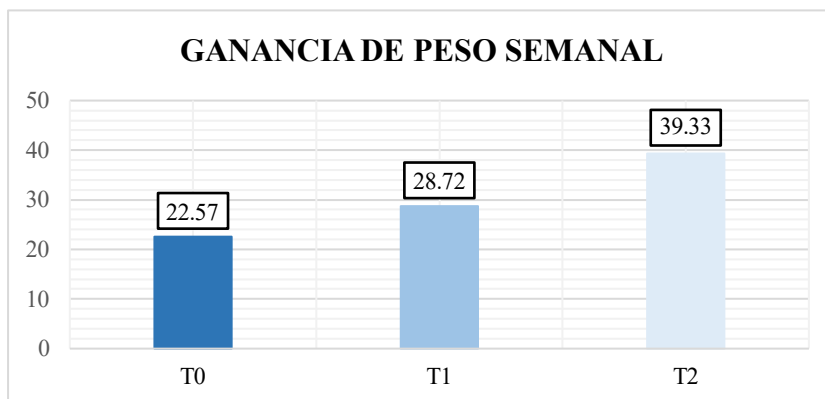
La significancia mediante Fisher demuestra un efecto estadístico altamente significativos (\*\*) entre en los tratamientos, demostrando que las ganancias en el peso semanal de los cuyes en la investigación fueron diferentes durante las 8 semanas de investigación.

Mediante el análisis estadístico se evidenció un coeficiente de variación (CV) del 7.63% demostrando una variabilidad aceptable en la ganancia de peso semanal entre las unidades experimentales durante las 8 semanas de investigación, las mismas que recibieron 30 g/animal/día de balanceado.

La comparación de los promedios nos demuestra que los tratamientos expresaron diferencias estadísticas entre estos, siendo el T2 el que obtuvo la mayor ganancia de peso semanal con un promedio de 39.33 g (max: 44.58, min: 36.33), siguiéndole el T1 el cual logró una ganancia de peso de 28.72 g (max: 30.92, min: 27.24), finalmente el T0 obtuvo la menor ganancia de peso semanal con un promedio de 22.57 g (max: 25.33, min: 18.93).

**Figura 6.**

*Promedios de las ganancias de peso semanal de los cuyes.*



Vega *et al.* (2012), investigaron el efecto de la inyección intratesticular de tintura de yodo al 2% frente a cuyes enteros, los autores citados observaron que los cuyes castrados químicamente obtuvieron una ganancia semanal de 63.42 g y los enteros de 28 g. Comparativamente son resultados superiores a los encontrados en la investigación, debido a la diferencia en la alimentación, edad, condiciones de estudio y ambientales.

#### **4.1.5. Consumo alimenticio semanal de los cuyes.**

**Tabla 16.**

*Análisis estadístico del consumo alimenticio de los cuyes.*

Fuente de V.	G. L	SC	CM	F. valor	Pr. F
Tratamientos	2	1686.42	843.21	5.56	0.0115 **
Error	21	3185.02	151.66		
Total	23	4871.45			CV: 6.36%

**Tabla 17.**

*Comparación de los promedios del consumo alimenticio de los cuyes.*

Tratamientos	Promedios	Máximo	Mínimo
2 (2 dosis de manitol)	203.92 <sup>A</sup>	210.00	192.93
1 (1 dosis de manitol)	193.52 <sup>A B</sup>	205.40	172.13
0 (Orquiectomía)	183.39 <sup>A B</sup>	203.47	151.27

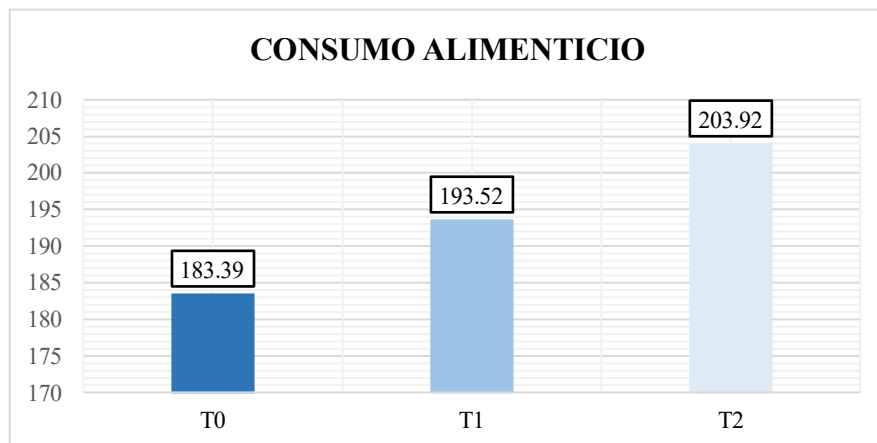
La significancia mediante Fisher demuestra un efecto estadístico significativo (\*\*) entre en los tratamientos, observando que el consumo alimenticio semanal de los cuyes en investigación fue diferente.

Mediante el análisis estadístico se evidenció un coeficiente de variación (CV) del 6.36% lo que demostró una variabilidad o dispersión de datos aceptable en el consumo alimenticio de las unidades experimentales durante las 8 semanas de investigación, los mismos que recibieron 30 g/animal/día de balanceado.

La comparación de los promedios nos exhibió que los tratamientos fueron estadísticamente iguales entre el T1 y T2, así mismo se observó igualdad estadística entre el T1 y T0, sin embargo, numéricamente el T2 (dos dosis de manitol intratesticular) expresó el mayor consumo alimenticio con 203.92 g (max: 210.00, min: 192.93), siguiéndole el T1 (una dosis de manitol intratesticular) el cual obtuvo un consumo alimenticio semanal en promedio de 193.52 g (max: 205.40, min: 172.13), y el menor consumo de alimento en promedio lo obtuvo el T0 (castración quirúrgica) con 183.39 g (max: 203.47, min: 151.27).

### Figura 7.

*Promedios del consumo alimenticio de los cuyes.*



Shiroma *et al.* (2024) quienes investigaron el efecto de la castración con alcohol yodado al 2% versus a un tratamiento control, obtuvieron un consumo semanal de 307.25 g y 346.75 g para los tratamientos de castración química vs no castrados respectivamente, concluyendo que la castración química impacta de forma positiva el consumo alimenticio.

Comparativamente son resultados superiores a los obtenidos en la presente investigación, aunque es importante recalcar que la castración es un procedimiento doloroso, pero es una alternativa idónea usar un agente químico (manitol) que reduce el estrés lo que puede afectar el consumo alimenticio.

#### 4.1.6. Conversión alimenticia de los cuyes

**Tabla 18.**

*Análisis estadístico de la conversión alimenticia de los cuyes.*

<b>Fuente de V.</b>	<b>G. L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. valor</b>	<b>Pr. F</b>
Tratamientos	2	37.30	18.65	33.88	<.0001**
Error	21	11.55	0.55		
Total	23	48.86			<b>CV: 11.01%</b>

**Tabla 19.**

*Comparación de los promedios de la conversión alimenticia de los cuyes.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
0 (Orquiectomía)	8.25 <sup>A</sup>	10.32	7.02
1 (1 dosis de manitol)	6.73 <sup>B</sup>	7.29	6.29
2 (2 dosis de manitol)	5.21 <sup>C</sup>	5.78	4.71

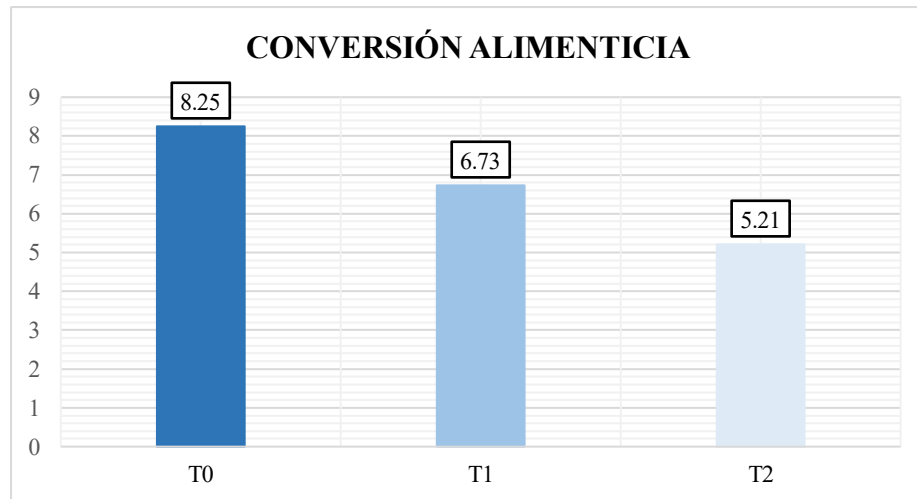
La significancia mediante Fisher demostró un efecto estadístico altamente significativos (\*\*) en la conversión alimenticia entre los tratamientos, determinando que dicha variable expresó diferencias en dependencia de los tratamientos. Además, mediante el análisis estadístico exhibió un coeficiente de variación (CV) del 11.01% demostrando una variabilidad o dispersión de datos aceptable en la conversión alimenticia de las unidades experimentales.

La comparación de los promedios demostró que los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, donde el T0 (castración quirúrgica) obtuvo el índice de conversión alimenticia más alto con 8.25 g (max: 10.32, min: 7.02), siguiéndole el T1 (una dosis de manitol intratesticular) con 6.73 (max: 7.29, min: 6.29), y la mejor conversión alimenticia la obtuvo el T2 (dos dosis de manitol intratesticular) con

5.20 (max: 5.78, min: 4.71), es decir que se requieren consumir 5 kilogramos de balanceado para transformar 1 kilogramo de peso vivo para catalogarse como alimentariamente eficiente.

**Figura 8.**

*Promedios de la conversión alimenticia de los cuyes.*



Zapata M. (2019) en su investigación sobre el efecto de la castración quirúrgica, química e inmunológica en el comportamiento sexual y productividad en cuyes machos, evidenció que los cuyes que se les extrajo las espículas del pene presentaron un índice de conversión de 5.58, los cuyes que recibieron la vacuna inmunológica obtuvieron un índice de 8.04, los cuyes castrados químicamente obtuvieron un índice de 6.53, versus a los cuyes enteros que obtuvieron un índice de 17.50, concluyendo que un animal esterilizado mejora positivamente la conversión alimenticia ya que los nutrientes consumidos en energía y proteína son destinados a la generación de reservas corporales y por ende mayor rendimiento productivo.

Comparativamente, son resultados similares a los obtenidos en la presente investigación, sin embargo, en la presente investigación el T2 supero a los resultados encontrado por Zapata, ya que la castración química le proporciono a los cuyes destinar los nutrientes para la ganancia de peso, mientras que los cuyes del T0 dicha conversión se vio afecta por el proceso estresante y doloroso de castración.

#### 4.1.7. Patrones de agresividad de los cuyes

**Tabla 20.**

*Análisis de las características de agresividad de los cuyes.*

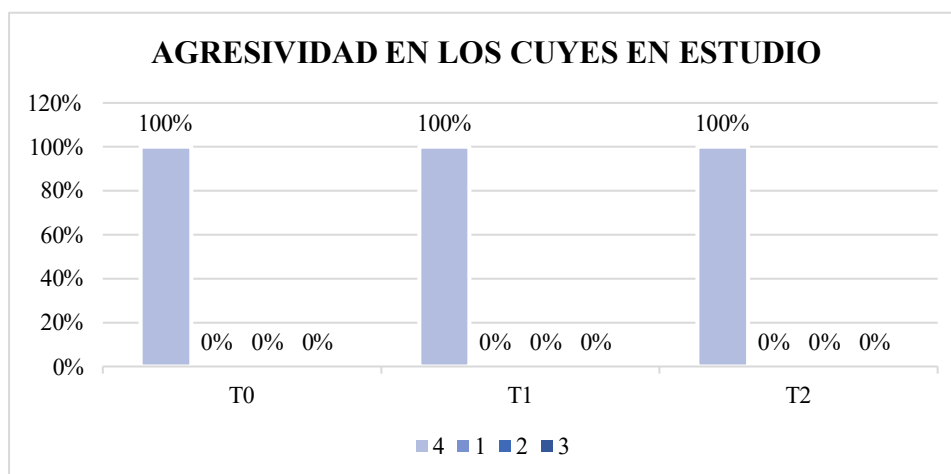
Tratamiento	Patrones de agresividad							
	1		2		3		4	
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
0 (Orquiectomía)	0	0	0	0	0	0	15	100
1 (1 dosis de manitol)	0	0	0	0	0	0	15	100
2 (2 dosis de manitol)	0	0	0	0	0	0	15	100

*Nota.* 1: provocación de lesiones por peleas, 2: mutilación, 3: muerte del animal y 4: ninguna lesión.

En la presente investigación no se evidenció peleas, automutilaciones o muertes de animales, en el 100% de los cuyes no se observaron lesiones provocadas por peleas, además, los tratamientos que recibieron las dosis de manitol permanecieron con un comportamiento adecuado entre machos, sin afectación en los índices zootécnicos.

**Figura 9.**

*Porcentaje de las características de agresividad de los cuyes*



*Nota.* 1: Evidencia de lesiones por peleas, 2: automutilación, 3: muerte del animal y 4: ninguna lesión.

Zapata M. (2019) en su investigación sobre el efecto de la castración quirúrgica, química e inmunológica en el comportamiento sexual y productividad en cuyes

machos, reportó que la castración es una alternativa para mitigar la agresividad y territorialidad, independientemente del método de esterilización, ya que la castración con alcohol yodado permitió obtener canales de muy buena calidad debido a la baja agresividad en relación a los otros tratamientos.

Comparativamente concordamos con lo mencionado por Zapata, ya que en la presente investigación la aplicación de manitol mitigó el comportamiento agresivo y territorial de la misma forma que en los cuyes castrados quirúrgicamente.

#### 4.1.8. Morfometría testicular de los cuyes

- **Análisis estadísticos de la longitud de los testículos de los cuyes.**

**Tabla 21.**

*Análisis estadísticos de la longitud de los testículos de los cuyes.*

<b>Fuente de V.</b>	<b>G. L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. valor</b>	<b>Pr. F</b>
Tratamientos	2	637.07	318.53	516.55	<.0001
Error	42	25.90	0.61		
Total	44	662.97			

**CV: 6.07%**

**Tabla 22.**

*Comparación de los promedios de la longitud de los testículos de los cuyes.*

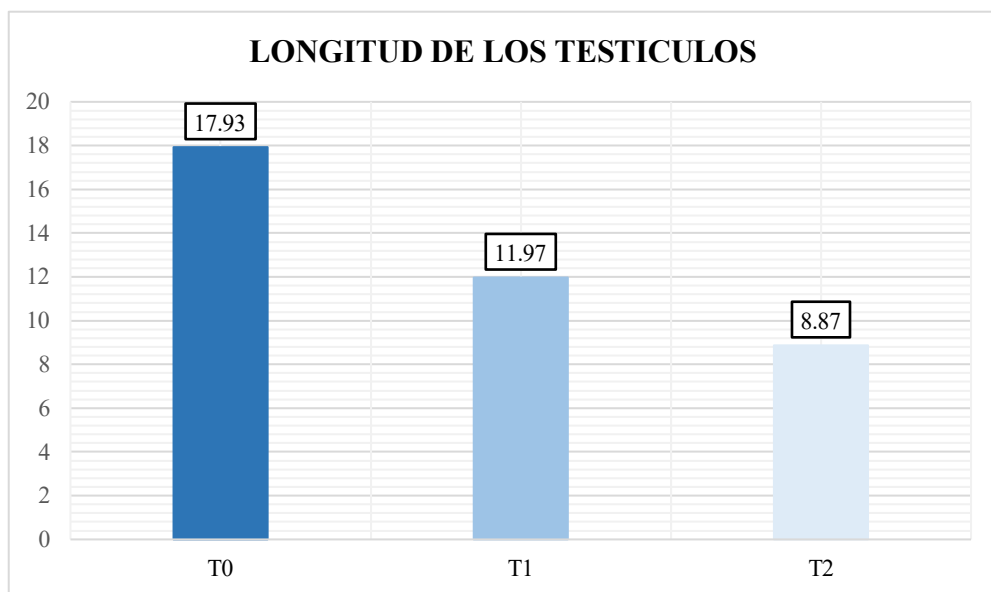
<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
0 (Orquiectomía)	17.93 <sup>A</sup>	20	16
1 (1 dosis de manitol)	11.97 <sup>B</sup>	14	10
2 (2 dosis de manitol)	8.87 <sup>C</sup>	10	8

La significancia mediante Fisher demostró un efecto estadístico altamente significativos (\*\*) en la longitud testicular entre en los tratamientos, además, mediante el análisis estadístico se evidenció un coeficiente de variación (CV) del 6.07% lo que permitió avalar una variabilidad aceptable en la longitud de los testículos de las unidades experimentales.

La comparación de los promedios nos demuestra que los valores en la variable en cuestión fueron estadísticamente diferentes, determinando que la mayor longitud testicular la obtuvo el T0 con un promedio de 17.93 mm (max: 20, min: 16), siguiéndole el T1 obtuvo una longitud de 11.97 mm (max: 14, min: 10), posteriormente el T2 obtuvo la menor longitud de los testículos con un promedio de 8.87 mm (max: 10, min: 8).

**Figura 10.**

*Comparación de los promedios de la longitud de los testículos de los cuyes.*



Rabanal A. (2023) efecto de tres métodos de castración, donde usaron punción testicular, castración química (yodo al 2%) y castración quirúrgica, obtuvo que los cuyes que recibieron yodo al 2% experimentaron una reducción en la longitud testicular, ya que obtuvieron una longitud de 12 milímetros versus a los otros tratamientos que experimentaron una longitud de 25 y 22 milímetros para los tratamientos punción testicular y machos enteros respectivamente.

- **Análisis estadísticos del diámetro de los testículos de los cuyes.**

**Tabla 23.**

*Análisis estadístico del diámetro de los testículos de los cuyes.*

<b>Fuente de V.</b>	<b>G. L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. valor</b>	<b>Pr. F</b>
Tratamientos	2	78.97	39.48	65.99	<.0001
Error	42	25.13	0.59		
Total	44	104.11			<b>CV: 8.64%</b>

**Tabla 24.**

*Comparación de los promedios del diámetro de los testículos de los cuyes.*

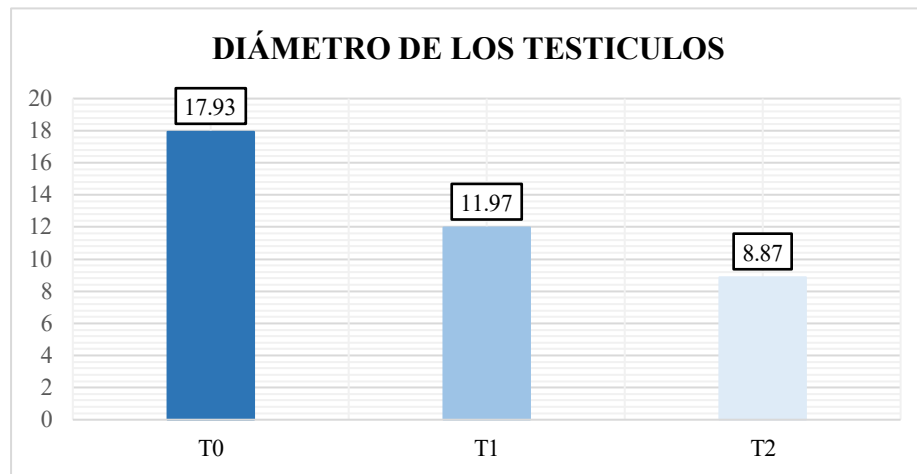
<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
0 (Orquiectomía)	10.70 <sup>A</sup>	12	9
1 (1 dosis de manitol)	8.63 <sup>B</sup>	10	7
2 (2 dosis de manitol)	7.50 <sup>C</sup>	9	6

La significancia mediante Fisher demuestra un efecto estadístico altamente significativos (\*\*) entre en los tratamientos, presentando que el diámetro testicular de los cuyes en la investigación fue diferente, además, el análisis estadístico demostró un coeficiente de variación (CV) del 8.64% exhibiendo una variabilidad aceptable en los diámetros de los testículos entre las unidades experimentales en estudio.

La comparación de los promedios de los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, obteniendo el mayor diámetro el T0 con un promedio de 10.70 mm (max: 12, min: 9), siguiéndole el T1 quien obtuvo un diámetro de 8.63 mm (max: 10, min: 7), posteriormente el T2 obtuvo el menor diámetro de los testículos con un promedio de 8.87 mm (max: 10, min: 8), expresando una reducción considerable (atrofia) en el diámetro testicular en los cuyes que recibieron diferentes dosis de manitol.

**Figura 11.**

*Promedios del diámetro de los testículos de los cuyes.*



Pico *et al.* (2023) quienes evaluaron de la agresividad y morfometría testicular en cuyes (*Cavia porcellus*) sometidos tres métodos de esterilización reproductiva evidenciaron que los cuyes que recibieron yodo al 1.3% intratesticular expresaron un promedio de 23 milímetros en el diámetro al inicio de la investigación y al final obtuvieron un diámetro de 18 milímetros, concluyendo que el yodo redujo el diámetro testicular.

Comparativamente son resultados superiores a los encontrados en la investigación, ya que el T2 redujo significativamente el diámetro testicular, en comparación con los resultados de Pico, ya que el manitol reduce en mayor medida el diámetro testicular.

- **Análisis estadísticos del peso de los testículos de los cuyes.**

**Tabla 25.**

*Análisis estadístico de la ganancia de peso de los cuyes.*

Fuente de V.	G. L	SC	CM	F. valor	Pr. F
Tratamientos	2	10.64	5.32	28.42	<.0001
Error	42	7.86	0.187		
Total	44	18.50			CV: 17.74%

**Tabla 26.**

*Comparación del peso de los testículos de los cuyes.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
0 (Orquiectomía)	2.99 <sup>A</sup>	4	1.9
1 (1 dosis de manitol)	2.51 <sup>B</sup>	3.2	1.5
2 (2 dosis de manitol)	1.81 <sup>C</sup>	2.4	1.2

La significancia mediante Fisher demostró un efecto estadístico altamente significativos (\*\*) entre en los tratamientos, determinando que el peso de los testículos de los cuyes en la investigación fue diferente, además el análisis estadístico exhibió un coeficiente de variación (CV) de 17.74% demostrando una variabilidad aceptable en los pesos de los testículos de las unidades experimentales.

La comparación de los promedios nos demuestra que estos fueron estadísticamente diferentes, obteniendo el mayor peso de los testículos de los cuyes del T0 con un promedio de 2.99 g (max: 4, min: 1.9), siguiéndole el T1 donde se obtuvo un peso promedio de 2.51 g (max: 3.2, min: 1.5), posteriormente el T2 determinó el menor promedio en el peso de los testículos con un promedio de 1.81 g (max: 2.4, min: 1.2), expresando una reducción en el peso de los testículos los cuyes que recibieron diferentes dosis de manitol.

**Figura 12.**

*Promedios del peso de los testículos de los cuyes.*



Rosales *et al.* (2017) investigaron los niveles de testosterona total en cuyes (*Cavia porcellus*) a los que se les extirpó las espículas peneanas, se les castró químicamente y cuyes enteros lo que se correlacionó con el tamaño testicular y vesícula seminal, donde encontraron que la castración química redujo significativamente el peso de los testículos, ya que obtuvieron un peso de 2 gramos para machos enteros, versus a 1.5 gramos en los testículos de los cuyes que se castraron químicamente.

Comparativamente son resultados similares a los obtenidos en la presente investigación, ya que la castración con manitol redujo el peso testicular de los cuyes, considerando que los testículos de los cuyes que recibieron el T2 fue el menor promedio observado.

#### 4.1.9. Dolor post-tratamiento en los cuyes.

**Tabla 27.**

*Dolor post-tratamientos en los cuyes.*

Tratamientos	≥ 5 características		< 5 características	
	Fr.	%	Fr.	%
0 (Orquiectomía)	15	100%	-	-
1 (1 dosis manitol)	-	-	15	100%
2 (2 dosis manitol)	-	-	15	100%

Mediante la escala subjetiva del dolor en roedores (the mouse grimace scale) podemos determinar el 100% de los cuyes que fueron castrados quirúrgicamente presentaron un dolor intenso debido a la invasividad de la técnica quirúrgica, mientras que el 100% de los cuyes que recibieron las dosis de manitol no experimentaron dolor evidente mediante manifestaciones facial y corporales.

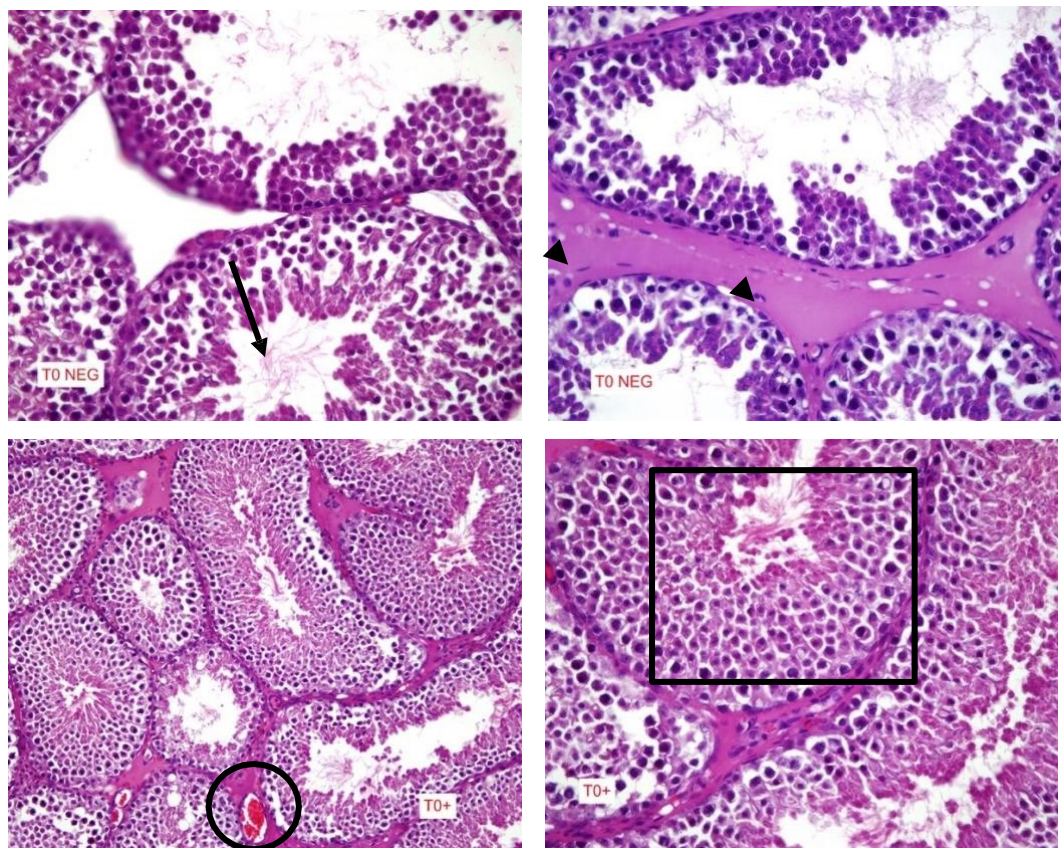
Calderón, (2022) quien evaluó la castración química con aplicación de jugo de limón versus cloruro de sodio sobre en cobayos, encontró que el cloruro de sodios al 4% y el jugo de limón (ácido cítrico) generó efectos positivos en la ganancia de peso, consumo alimenticio, un menor nivel de agresividad, y se propone a esta nueva alternativa para castrar cuyes ya que no presentaron ni estrés ni dolor.

Comparativamente concordamos con los encontrado por Calderón, ya que la castración química proporciona una modulación del bienestar animal a los cuyes versus a una castración quirúrgica donde experimentan un proceso estresante y doloroso, lo que podría afectar significativamente la productividad de los cuyes.

#### 4.1.10. Análisis histológicos de los testículos de los cuyes.

**Figura 13.**

*Estudio histológico de los testículos de los cuyes.*



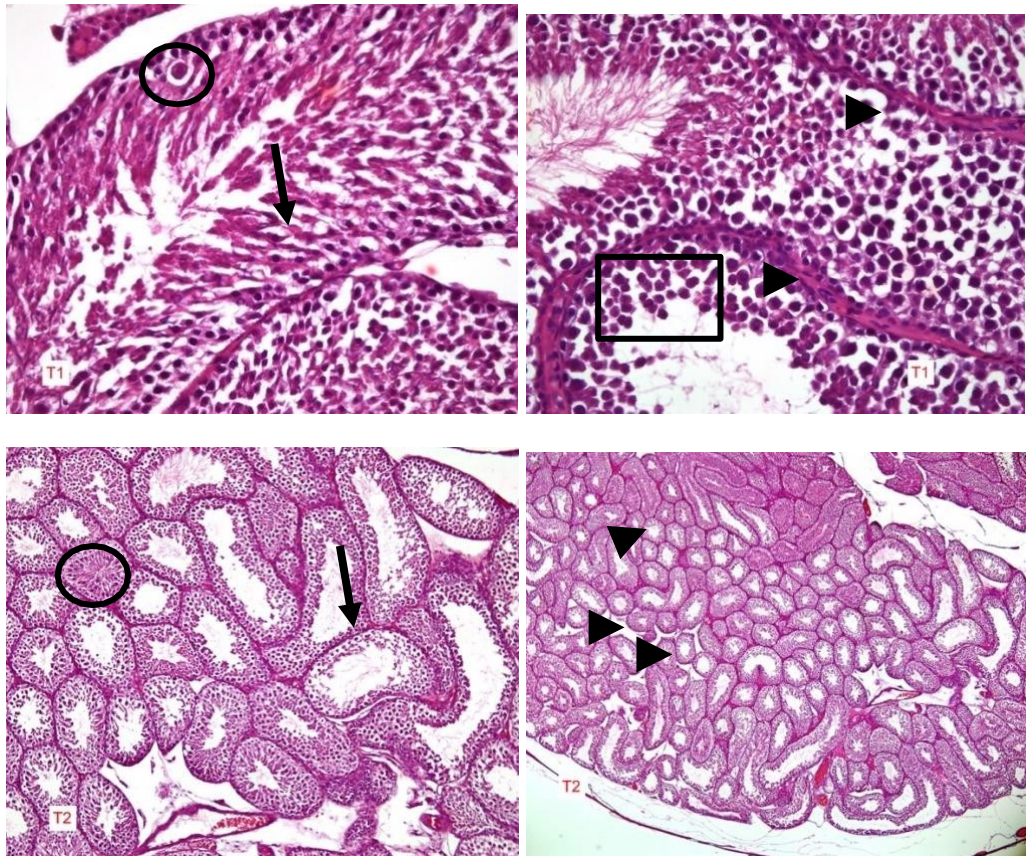
*Nota.* T0 NEG: cuy entero, T0+; cuy entero solo con pinchazo con una aguja de jeringa. Flecha: organización de espermatogénesis normal, cabeza de flecha: células de Leydig y espacio intersticial, círculo: congestión vascular, debido al proceso de castración, cuadrado: evidencia de espermatozoides maduros con un correcto proceso de espermatogénesis.

Los hallazgos histológicos revelan que los animales del T0, presentaban una composición anatómica normal, con evidencias de una espermatogénesis completa y bien organizada, observando buena distribución desde las células de Sertoli, espermatogonias, espermátidas, espermatoцитos primarios, espermatoцитos.

Además, el proceso de esteroidogénesis se observó normal, ya que las células de Leydig tienen una configuración histológica adecuada. Adicionalmente el tratamiento (T0+) el cual recibió un pinchazo de una aguja de jeringa de insulina en el testículo sin la aplicación de ninguna sustancia química, demostró integridad en la configuración histológica del testículo, demostrando que dicha intervención no afecta a la histoarquitectura testicular, ya que no se observaron infiltrado de células inflamatorias, ni tampoco evidencias de un proceso reparativos en la histología testicular.

**Figura 14.**

*Estudio histopatológico de los testículos de los cuyes del T1 y T2.*



*Nota.* T1: círculo: apoptosis de las espermatogonias, flecha; desorganización del tejido espermático, cabeza de flecha: pérdida del tejido intersticial (células de Leydig), cuadrado: displasia celular. T2: flecha: pérdida de las espermatogonias, cabeza de flecha: pérdida completa del tejido intersticial, círculo: necrosis del tejido espermático de los túbulos seminíferos. Tinción H&E (40X).

De igual forma el estudio histológico de los tratamientos que recibieron una dosis (T1) y dos dosis (T2) de manitol, demostraron que el manitol provoca falla en el proceso de espermatogénesis y esteroidogénesis, ya que dicho agente esterilizante provocó apoptosis de las espermatogonias, además, se observó necrosis del tejido subyacente a las espermatogonias, ausencia total de espermatozoides maduros y a nivel intersticial se observó una hipoplasia y ausencia total de las células de Leydig.

En el caso del T2, se evidenció que la continuidad del proceso de espermatogénesis se encontraba totalmente afectado, ya que existió una disminución severa de las espermatogonias, espermátidas y espermatozoides maduros, adicionalmente, se observó una degeneración del espacio intersticial, con ausencia completa de células de Leydig, determinando que los acontecimientos histopatológicos del T2 refirieron una severa afectación en la fertilidad (espermatogénesis) y esteroidogénesis (producción de testosterona).

Maadi *et al.* (2021) quienes investigaron la castración química mediante inyección intratesticular de manitol, en un estudio preliminar en ratas, como resultados encontraron que las evaluaciones histológicas del estudio mostraron el manitol al 20% provocaba un agotamiento de los túbulos seminíferos testiculares, atrofia y vacuolización de los túbulos, debido a los cambios físico-químicos, como el cambio osmótico repentino que induce una salida intempestiva de agua desde las células y necrosis tisular inducida por apoptosis y estrés oxidativo.

Concluyentemente concordamos con lo reportado por Maadi y colaboradores, ya que en nuestro estudio la inyección intratesticular de manitol provocó un cambio severo en la presión osmótica del tejido debido que a través de la deshidratación celular se condujo a cambios degenerativos y eventualmente atrofia de los testículos, adicionalmente el manitol indujo la apoptosis y la muerte celular mediante estrés oxidativo y daño citoesquelético, considerando que la espermatogénesis y la esteroidogénesis por parte de las células de Sertoli y Leydig, es severamente afectada por el estrés oxidativo, por lo tanto, el manitol provocar dicho efecto y degeneración del tejido testicular, muerte de células germinales, azoospermia y eventualmente infertilidad e hipogonadismo.

## **4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

Conforme a los resultados y los análisis estadísticos realizados en las variables productivas (ganancia de peso, consumo alimenticio y conversión alimenticia) asumimos que hubo divergencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos planteados (T0: orquiectomía, T1: una dosis de manitol y T2: dos dosis de manitol), evidenciando que la utilización del manitol como agente esterilizante mejora los indicadores productivos, tomando en cuenta que se exhibió menor dolor y estrés en los cuyes, lo que les proporcionó mejor desempeño productivo, por lo que refutamos la hipótesis nula planteada y aceptar la hipótesis alterna, la mismo que no menciona que; existe efecto del manitol intratesticular en cuyes sobre los parámetros zootécnicos.

## **CAPÍTULO V**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Mediante los resultados establecidos, demostramos que el manitol posee efecto como agente esterilizante en cuyes, ya que provocó fallos en el proceso de espermatogénesis, además evidenciamos ausencia total de las células de Leydig encargadas de la producción de testosterona, adicionalmente, el manitol provocó atrofia de los testículos, indicativo de la pérdida de la funcionalidad de dicho órgano y de que estos cambios degenerativos inducidos son irreversibles.

La aplicación intratesticular de manitol indujo una disminución total en la agresividad de los cuyes, debido a la falta de la producción de testosterona, hormona encargada del comportamiento territorial en machos, esto se evidenció en los hallazgos histológicos donde se apreció la lisis y ausencia de las células de Leydig, y un gran impacto negativo de tipo irreversible en la espermatogénesis.

Los cuyes que recibieron las diferentes dosis del manitol como agente esterilizante presentaron un mejor rendimiento productivo, ya que obtuvieron una mayor ganancia de peso, mayor consumo alimenticio, lo que les permitió ser más eficientes en la transformación de alimento a peso vivo.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios del efecto del manitol intratesticular en diferentes especies considerando un enfoque de bienestar animal.

En base a la evidencia encontrada en la presente investigación, como mejor tratamiento se recomienda aplicar dos dosis de manitol con un intervalo de 15 días (T2) para obtener una esterilización completa con interrupción total de la espermatogénesis y esteroidogénesis.

Estudiar histológicamente los testículos del T1 y T2 después de 90 y 120 días post-inyección para evaluar si existe procesos de regeneración celular.

Evaluar las diferencias productivas a nivel de rendimiento de carcasa de los cuyes con inyección intratesticular de manitol frente a cuyes enteros.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Acevedo, O. (2023). Variación De Los Niveles De Testosterona En Cuyes Suplementados Con Linaza Desde La Fase Recría-Comercial. Tesis de pregrado. Universidad Católica de Cuenca.
- Aguirre, P., & Sánchez, L. (2022). Sistema De Costos En La Producción De Cuyes En La Provincia De Huamanga, periodo 2021. Tesis de pregrado. Universidad Peruana los Andes.
- Andrade, V., Mazo, L., & Lima, O. (2015). Comportamiento Productivo De Cuyes En Crecimiento-Ceba Alimentados Con Forrajes De Ipomoea Batatas L En La Región Amazónica Ecuatoriana. *Revista Utciencia*, 2(1), 24-28.
- Aulestia, P., Lema, S., Molina, B., Ching, J., Marcheco, E., & Ribera, J. (2017). Inclusión De Heno De Avena En La Alimentación De Cuyes (*Cavia Porcellus*) De Engorde. *Redvet. Revista Electrónica De Veterinaria*, 18(10), 1-7.
- Bautista, D. (2017). Reversión Tras La Inmunoesterilización En Ovino, Cuy Y Conejo. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Benito, L. (2021). Efectos De Diferentes Métodos De Castración En Cuyes Machos (*Cavia porcellus*) En Etapa De Crecimiento En La Estación Experimental De Patacamaya. Tesis De Pregrado. Universidad Mayor De San Andrés.
- Calderón, Y. (2022). Comparación Del Efecto De Castración Química Mediante Jugo De Limón Vs Cloruro De Sodio Sobre El Comportamiento Productivo En Cobayos. Tesis De Pregrado. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Canpolat, I., Karabulut, E., & Eroksuz, Y. (2016). Chemical Castration Of Adult And Non Adult Male Dogs With Sodium Chloride Solution. *Iosr Journal Of Agriculture And Veterinary Science*, 9(12), 9-11.
- Canto, F., Bernal, W., & Saucedo, J. (2018). Efecto De Suplementación Con Probiótico (*Lactobacillus*) En Dietas De Alfalfa Y Concentrado Sobre Parámetros Productivos De Cuyes Mejorados En Crecimiento Y Engorde. *Revista De Investigación Científica Untrm: Ciencia Naturales E Ingeniería*, 1(2), pp. 39.

- Chavez, T., & Avilès, E. (2022). Caracterización Del Sistema De Producción De Cuyes Del Cantón Mocha, Ecuador. *Revista De Investigaciones Veterinaria Del Perú*, 33(2), 1.
- Dávila, S., Mora, C., & Córdoba, C. (2018). Caracterización Etológica Del Cuy (*Cavia porcellus*) En Sistemas De Producción Tradicional Y Tecnificado. *Revista Investigación Pecuaria*, 5(1), 5.15.
- Gualoto, G. (2018). Evaluación De Diferentes Niveles De Harina De Pennisetum Violaceum (Maralfalfa) En La Elaboración De Bloques Nutricionales Y Su Utilización En La Alimentación De Cuyes En La Etapa De Crecimiento Y Engorde. Tesis de pregrado. Escuela Politécnica de Chimborazo.
- Langford, D. B.-R.-F. (2010). Coding Of Facial Expressions Of Pain In The Laboratory Mouse. *Nature Methods*, 7(6), 477-449.
- Lema, J. (2019). Caracterización Del Sistema De Producción De Cuyes (*Cavia porcellus*) Del Cantón Cevallos. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato.
- Loja, M., & Illesca, J. (2018). Efecto De La Testosterona Sobre El Desarrollo De Las Espículas Peneanas En Cobayos Y Su Influencia En La Fertilidad. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca.
- Maadi, M., Behfar, M., Rasaei, A., Shalizar, A., & Najafi, G. (2021). Chemical Castration Using An Intratesticular Injection Of Mannitol: A Preliminary Studyin A Rat Model. *Turkish Journal Of Veterinary & Animal Sciences*, 45(3), 519 - 530.
- Márquez, N., Valencia, L., Chauca, L., & Verde, G. (2019). Estudio Anatómico Del Glande Del Cuy (*Cavia porcellus*) De La Raza Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 30(3), 995-1002.
- Martindale. (2023). Guía Completa De Consulta Farmacoterapéutica. Usa: Acofarma (Ed. No. 2).
- Noboa, L. (2022). Uso De Forrajes Para La Alimentación De Cuyes En Un Sistema De Crianza Familiar. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Babahoyo.

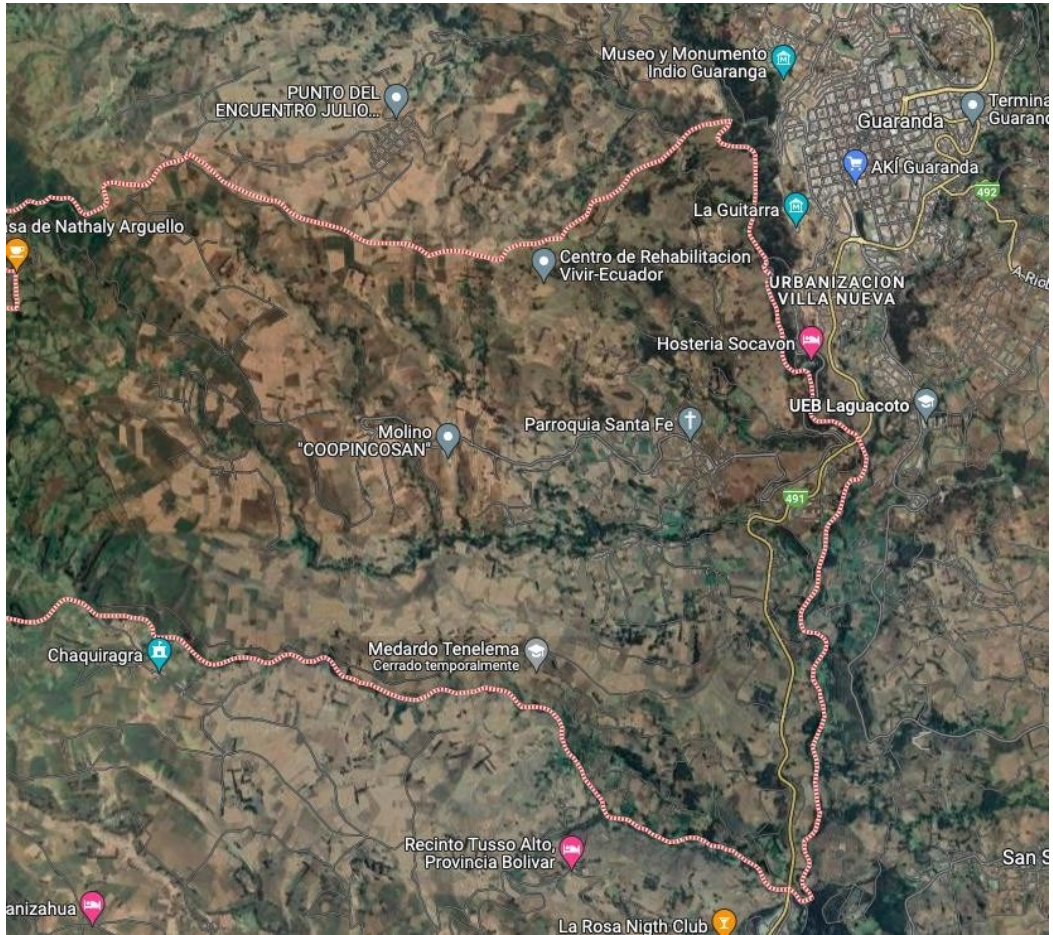
- Noroña, V. (2020). Efecto De La Testosterona Sobre El Desarrollo De Las Espículas Peneanas En Cobayos (*Cavia porcellus*) Destinados Para Reproductores. Tesis de pregrado. Universidad De Cuenca.
- Ortiz, P., Florián, A., Manrique, J., Rivera, M., & Habán, C. (2021). Caracterización De La Crianza De Cuyes En Tres Provincias De La Región Cajamarca, Perú. *Revista De Investigaciones Veterinaria Del Perú*, 32(2), 40.
- Pico, J., Shagñay, S., Moncayo, L., Roche, G., & Silva, V. (2023). Evaluación De La Agresividad Y Morfometría Testicular En Cuyes (*Cavia porcellus*) Sometidos Tres Métodos De Esterilización Reproductiva. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 7(3), 7094-7110.
- Pico, J., Shagñay, S., Moncayo, L., Roche, G., & Silva, V. (2023). Evaluación De La Agresividad Y Morfometría Testicular En Cuyes (*Cavia Porcellus*) Sometidos Tres Métodos De Esterilización Reproductiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 7094. Doi: [https://doi.org/10.37811/Cl\\_Rcm.V7i3.6704](https://doi.org/10.37811/Cl_Rcm.V7i3.6704).
- Piscoya, C., Zapata, M., Vilchez, J., & Díaz, M. (2021). Castración Inmunológica, Química Y Quirúrgica Sobre La Actividad Sexual En Cuyes Machos (*Cavia Porcellus*) Y Su Rendimiento Productivo. *Revista Ciencia Y Sociedad*, 1, 29-40.
- Plumb, D. (2017). *Manual de Farmacología Veterinaria*. Inter-Médical (Octava Edición), 801-803.
- Rabanal, A. (2023). Efecto De Tres Métodos De Castración En El Comportamiento Productivo De Cuyes (*Cavia porcellus*) De La Raza Perú – Cajamarca. Tesis De Pregrado. Universidad Nacional De Cajamarca.
- Reyes, F., Enríquez, M., Aguiar, S., & Uvidia, H. (2021). Análisis Del Manejo, Producción Y Comercialización Del Cuy (*Cavia Porcellus L.*) En Ecuador. *Dom. Cien.*, 7(6), 1004-1018.
- Rosales, J., 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. Revista Electrónica De Veterinaria*, 18(12), 1-8. E-Issn: 1695-7504.
- Santillán, L. (2020). Efecto De La Castración Química En El Rendimiento Y Calidad De Carcasa Del Cuy (*Cavia porcellus*). Tesis De Pregrado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas.
- Santillán, W. (2020). Efecto De La Castración Química En El Rendimiento Y Calidad De Carcasa Del Cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Sarria, J., Cantaro, J., & Cayetano, J. (2020). Crecimiento De Cuatro Genotipos De Cuyes (*Cavia Porcellus*) Bajo Dos Sistemas De Alimentación. *Cienc. Technol. Agropecuaria*, 21(3), E1437.
- Shiroma, L., Chauca, L., & Muscari, J. (2024). Efecto De La Castracion Con Alcohol Yodado Sobre El Crecimiento Y Rendimiento De La Canal En Cuyes (*Cavia porcellus*). *Asociacion Peruana De Produccion Animal*, 1(27), 1-10.
- Silva, D., Uvidia, H., & Enriquez, M. (2021). Análisis Del Manejo, Producción Y Comercialización Del Cuy (*Cavia Porcellus* L.) En Ecuador. *Dominio De Las Ciencias*, 7(6), 1004-1018.
- Singh, G., Kumar, A., Dutt, R., Arjun, V., & Jain, V. (2020). Chemical Castration In Animals: An Update. *International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences*, 9(4), 2787 - 2807.
- Taday, D. (2022). Valoración Microscópica De La Calidad Del Semen De Cuy. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Vega, J., Pujada, A., & Astocuri, K. (2012). Efecto De La Castración Química En Elcomportamiento Productivo Y Conductual Del Cuy. *Rev Inv Vet Perú*, 23(1), 52-57.
- Velapatiño, S. (2019). Efecto De Las Dosis De Un Inmunoesterilizador En Cuyes Macho Desterados Sobre El Incremento De Peso Y Rendimiento De Carcasa Huancayo-2017. Tesis de pregrado. Universidad Peruana Los Andes.

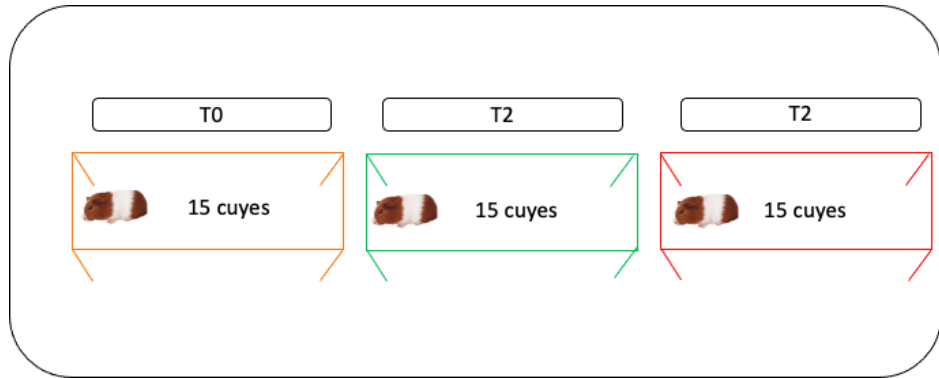
- Verdesoto, C., Cedeño, E., Verdezoto, R., Morán, J., & Bone, G. (2018). Producción Y Rentabilidad De Cuyes Alimentados Con Arbustivas Forrajeras Tropicales En Zona Rural De Quevedo, Ecuador. *Ciencia Y Tecnologia*, 11(2), 1-7.
- Vilchez, D. (2023). Caracterización De Los Sistemas De Producción De Cuyes (*Cavia porcellus*) Del Distrito Cajaruro, Provincia Utcubamba, Región Amazonas.
- Zapata, M. (2019). Efecto De Castración Quirúrgica, Química E Inmunológica En El Comportamiento Sexual Y Productivo En Cuyes Machos (*Cavia porcellus*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

## ANEXOS

### Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación.



**Anexo 2. Croquis del ensayo.**



**Anexo 3. Base de datos.**

#	P. Llegada			Peso 1			Peso 2			Peso 3		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
1	561	448	665	590	470	696	617	515	720	646	563	760
2	498	510	515	529	548	552	562	568	590	595	612	627
3	515	725	543	535	750	586	560	771	619	580	791	662
4	597	655	600	610	680	638	620	701	680	638	721	720
5	600	735	625	618	750	663	630	764	700	645	779	732
6	541	700	535	560	726	569	590	744	600	604	761	638
7	515	600	675	530	630	708	555	656	730	581	683	768
8	516	540	715	538	575	743	564	606	780	579	638	800
9	507	735	685	529	750	719	549	767	750	560	784	785
10	576	535	560	594	568	590	620	607	632	639	647	700
11	551	595	615	580	630	656	630	663	699	660	696	748
12	491	445	601	518	498	646	546	549	684	570	599	720
13	495	735	540	529	740	585	558	753	626	589	769	659
14	601	670	620	630	690	656	640	713	694	650	735	730
15	605	580	505	625	620	548	654	658	597	679	695	638

#	Peso 4			Peso 5			Peso 6			Peso 7		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
1	675	611	790	705	658	830	730	706	860	755	754	890
2	628	656	664	661	699	700	690	743	748	725	787	800
3	605	812	700	624	833	746	640	853	782	670	874	820
4	658	742	755	670	763	800	680	783	840	690	804	880
5	659	793	776	668	808	810	689	822	858	708	836	905
6	638	779	679	660	796	700	679	814	750	689	831	803
7	610	709	806	640	735	841	670	761	890	695	788	914
8	593	669	828	610	700	860	630	731	890	640	763	937
9	580	801	824	600	818	864	620	834	900	634	851	933
10	670	686	743	690	726	790	719	765	843	738	804	894
11	690	729	796	700	763	823	730	796	879	748	829	917
12	589	650	754	620	701	790	669	751	850	678	802	894
13	610	772	700	639	789	740	660	795	790	689	800	839
14	669	758	765	679	780	801	686	803	837	696	825	881
15	700	733	673	740	770	703	780	808	750	820	845	805

#	Peso 8			Ganancia neta		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
1	786	830	930	225	382	265
2	753	860	842	255	350	327
3	690	890	875	175	165	332
4	710	820	900	113	165	300
5	720	850	930	120	115	305
6	700	840	869	159	140	334
7	730	810	940	215	210	265
8	647	790	970	131	250	255
9	648	870	960	141	135	275
10	750	850	942	174	315	382
11	765	860	962	214	265	347
12	687	850	940	196	405	339
13	717	805	890	222	70	350
14	709	850	905	108	180	285
15	847	880	864	242	300	359

# de semana	Ganancia de peso semanal			Consumo alimenticio			Conversión alimenticia		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
1	23,07	27,80	37,03	182,00	202,80	196,93	7,89	7,29	5,32
2	25,33	27,24	36,44	177,80	172,13	198,53	7,02	6,32	5,45
3	21,33	29,21	39,07	151,27	183,87	203,00	7,09	6,29	5,20
4	23,93	28,34	37,73	176,73	189,13	192,93	7,39	6,67	5,11
5	22,13	29,28	36,33	189,33	186,20	210,00	8,56	6,36	5,78
6	24,40	28,54	44,58	203,47	203,53	210,00	8,34	7,13	4,71
7	20,21	28,47	43,03	191,13	205,40	210,00	9,46	7,21	4,88
8	18,93	30,92	40,47	195,40	205,13	210,00	10,32	6,63	5,19

Morfometria testicular diametro								
T0			T1			T2		
Der.	Izr.	promedio	Der.	Izq.	Promedio	Der.	Izr.	Promedios
10	9	9,5	9	8	8,5	7	8	7,5
11	10	10,5	7	8	7,5	8	8	8
13	12	12,5	9	9	9	8	7	7,5
11	11	11	10	9	9,5	8	8	8
10	10	10	8	8	8	9	8	8,5
9	10	9,5	9	9	9	8	8	8
11	11	11	9	9	9	7	8	7,5
11	11	11	8	8	8	8	8	8
12	11	11,5	10	8	9	7	7	7
12	12	12	9	9	9	7	7	7
10	9	9,5	10	10	10	7	7	7
12	11	11,5	8	8	8	8	8	8
11	12	11,5	8	8	8	7	7	7
9	10	9,5	8	8	8	6	7	6,5
10	10	10	9	9	9	7	7	7

Morfometria testicular longitud								
T0			T1			T2		
Der.	Izr.	promedio	Der.	Izq.	Promedio	Der.	Izr.	Promedios
17	17	17	12	11	11,5	10	9	9,5
18	17	17,5	13	13	13	9	9	9
19	18	18,5	11	12	11,5	8	9	8,5
18	17	17,5	13	13	13	10	9	9,5
17	16	16,5	10	11	10,5	9	9	9
19	20	19,5	12	11	11,5	8	8	8
19	19	19	11	12	11,5	9	9	9
19	18	18,5	13	13	13	8	9	8,5
17	16	16,5	12	12	12	9	9	9
18	18	18	11	11	11	10	9	9,5
17	18	17,5	12	13	12,5	9	10	9,5
19	19	19	14	11	12,5	8	9	8,5
17	17	17	13	13	13	9	8	8,5
18	19	18,5	12	12	12	9	9	9
19	18	18,5	11	11	11	8	8	8

---

Morfometria testicular peso

T0			T1			T2		
Der.	Izr.	promedio	Der.	Izq.	Promedio	Der.	Izr.	Promedios
3	3	3	2,7	2,6	2,65	2,2	2	2,1
2,8	2,7	2,75	2,4	2,5	2,45	2,1	2,1	2,1
2,7	2,7	2,7	2,9	2,9	2,9	2,3	2	2,15
2,6	2,5	2,55	3,1	3	3,05	2	2	2
3,4	3,3	3,35	3,2	3,1	3,15	2,4	2,4	2,4
3,2	3,4	3,3	2,8	2,8	2,8	1,9	1,9	1,9
1,9	1,9	1,9	2,5	2,5	2,5	1,5	1,2	1,35
3,2	3,2	3,2	2,9	2,9	2,9	1,5	1,5	1,5
3,2	3,1	3,15	2,7	2,8	2,75	1,2	1,2	1,2
2,9	2,9	2,9	2,1	2	2,05	1,5	1,5	1,5
3	2,9	2,95	2,8	2,4	2,6	1,8	1,7	1,75
4	3,8	3,9	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
2,8	2,9	2,85	2,8	2,5	2,65	2	2	2
3,1	3,2	3,15	2,3	2,2	2,25	1,8	1,7	1,75
3,2	3,2	3,2	1,5	1,6	1,55	2	2	2

---

**Anexo 4. Fotografías.**



Foto 1: Adecuación de las instalaciones



Foto 2: Distribución de unidades experimentales



Foto 3: Registro del peso inicial de las unidades experimentales



Foto 4: Proceso de identificación de las unidades experimentales



Foto 5: Aplicación de la primera inyección de manitol



Foto 6: Aplicación de la primera inyección de manitol



Foto 7: Castración del T0

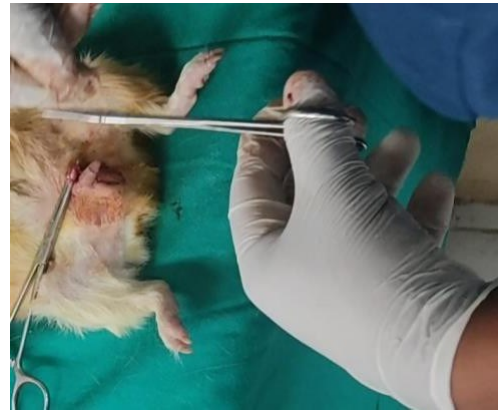


Foto 8: Castración del T0



Foto 9: Medición de los testículos del T0

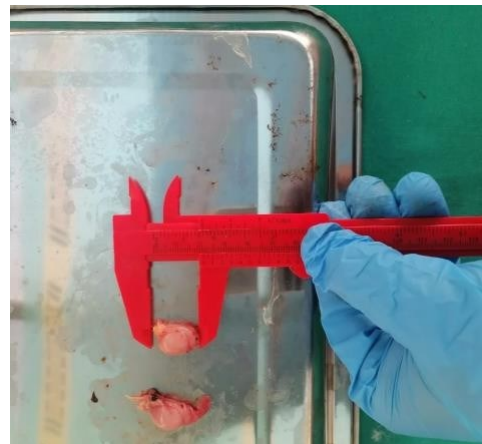


Foto 10: Medición de los testículos del T0



Foto 11: Pesaje de los testículos del T0



Foto 12: Pesaje de los testículos del T0



Foto 13: Alimentación de los cuyes



Foto 14: Registro de los pesos de los cuyes



Foto 15: Registro de los pesos de los cuyes



Foto 16: Alimentación de los cuyes



Foto 17: Segunda dosis de manitol (T2)



Foto 18: Segunda dosis de manitol (T2)



Foto 19: Segunda castración del T1 y T2

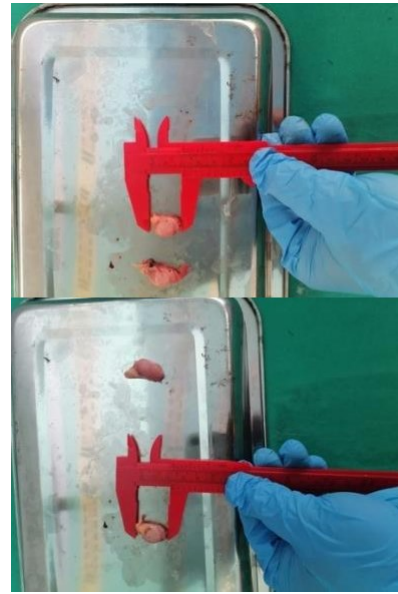


Foto 20: Segunda medición de los testículos del T1 y T2

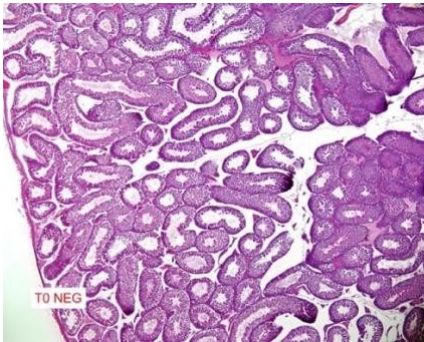


Foto 21: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

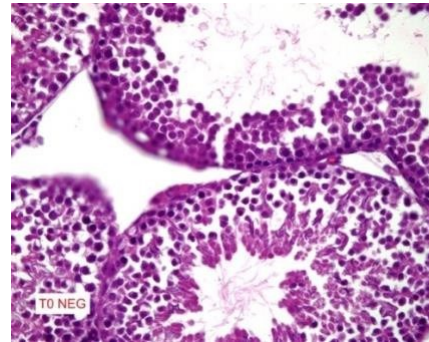


Foto 22: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

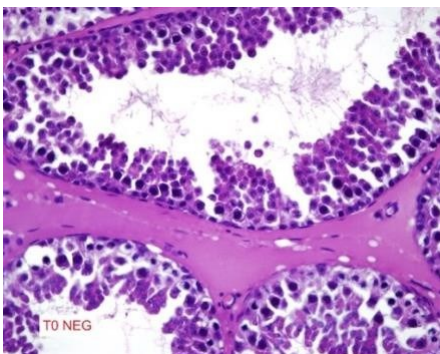


Foto 23: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

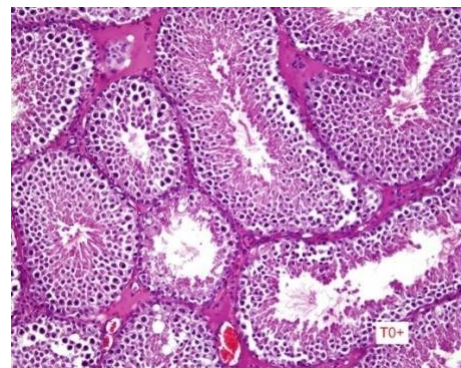


Foto 24: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

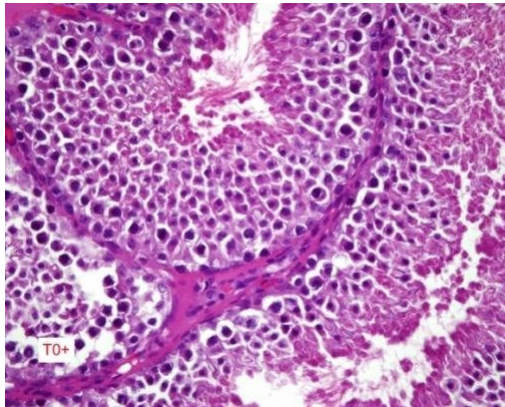


Foto 25: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

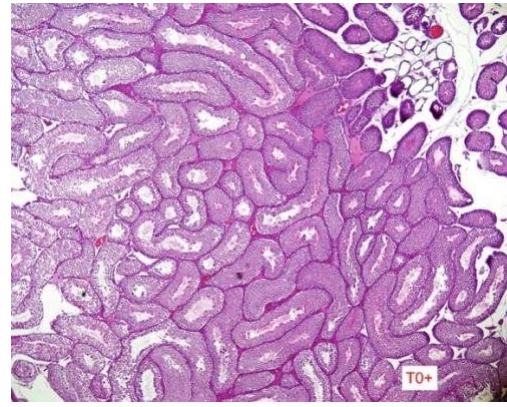


Foto 26: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

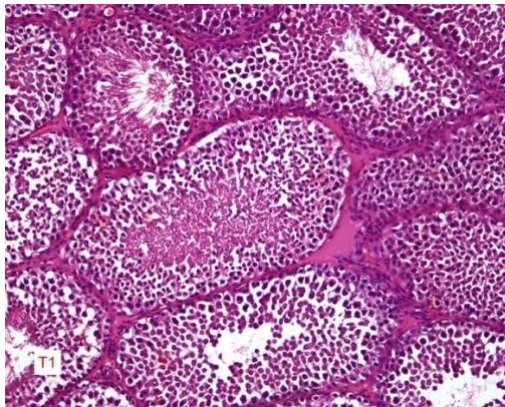


Foto 27: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

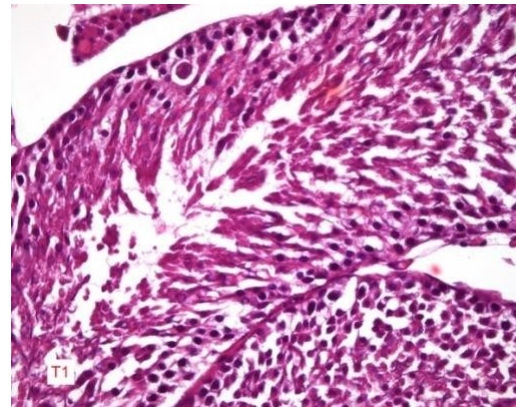


Foto 28: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E

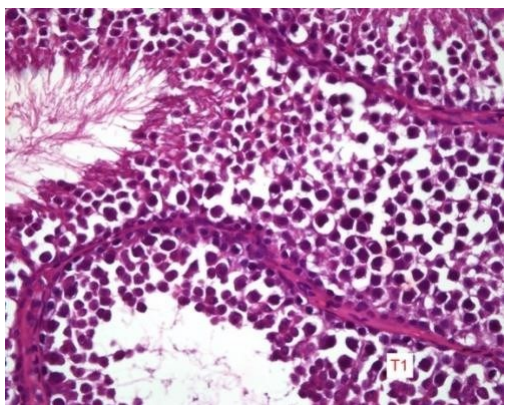


Foto 29: Microfotografía en un corte trasversal de los testículos, tinción H&E.



Foto 30: Visita de campo por parte del tribunal.



## **Anexo 5.** *Glosario de términos.*

**Balancedo:** Alimento balanceado es una mezcla de alimentos que contienen los ingredientes nutricionales necesarios para cada especie animal y su correspondiente edad, peso corporal.

**Bienestar animal:** Conjunto de actividades encaminadas a proporcionar comodidad, tranquilidad, protección y seguridad a los animales durante su crianza, mantenimiento.

**Bioseguridad:** Conjunto de prácticas, acciones o medidas de manejo orientadas a prevenir, reducir o eliminar los riesgos de enfermedades o microorganismos en los animales.

**Control:** Comprobación de una acción realizada. (Control alimentario, sanitario, productivo, reproductivo, etc.).

**Desinfección:** Reducción de la carga microbiana que contiene un objeto o sustancia a niveles seguros para la población.

**Excretas:** Material sólido y líquido producido por el metabolismo y digestión de los animales en producción; expulsados fuera del organismo. (Orina, heces)

**Estiércol:** Es el nombre que se denomina a los excrementos de animales que se utilizan para fertilizar cultivos.

**Inocuidad:** De acuerdo a lo establecido por el Codex Alimentarius, la inocuidad es la garantía que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine.

**Manejo:** Considera todas aquellas prácticas que promueven la productividad, bienestar general y salud de los animales.

**Monitoreo:** cumplimiento de una buena práctica en particular.

**Peligro biológico:** Un agente biológico, químico o físico que pueda comprometer la inocuidad alimentaria y/o la salud de los animales,

**Personal calificado:** Persona que ha recibido instrucción o adiestramiento referido a una materia en particular

**Prevención:** Preparación y disposición para evitar un riesgo.

**Registro:** Documento que presenta o proporciona evidencia de actividades desempeñadas y resultados obtenidos.