

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria



TESIS

**“Efecto de tres métodos de
castración en el comportamiento
productivo de cuyes (*Cavia porcellus*)
de la Raza Perú – Cajamarca”**

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

Presentada por
Anghela Juanita Rabanal Márquez

Asesor
Dr. Wilder Quispe Urteaga

Cajamarca - Perú

2024

COPYRIGHT © 2024 por
ANGHELA JUANITA RABANAL MÁRQUEZ
Todos los derechos reservados

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

Anghela Juanita Rabanal Márquez.

DNI: 44758298

Escuela Profesional/Unidad UNC:

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

2. Asesor:

Dr. Wilder Quispe Urteaga

Facultad/Unidad UNC:

Ciencias Veterinarias

3. Grado académico o título profesional

Bachiller Título Profesional Segunda Especialidad

Maestro Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis Trabajo de Investigación Trabajo de Suficiencia Personal

Trabajo Académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

“EFECTO DE TRES MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO DE CUYES (*Cavia porcellus*) DE LA RAZA PERÚ - CAJAMARCA”

6. Fecha de Evaluación: 04 de Marzo del 2024

7. Software Antiplagio: TURNITIN URKUND (ORIGINAL)*

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 24 %


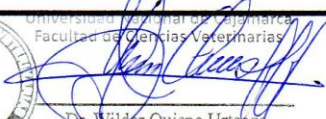
9. Código Documento: oid:3117:337266683

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O

DESAPROBADO

Fecha Emisión: 08 de Marzo del 2024

 <p>Universidad Nacional de Cajamarca Facultad de Ciencias Veterinarias</p>  <p>Dr. Wilder Quispe Urteaga Director de la Unidad de Investigación</p> <hr/> <p>FIRMA NOMBRES Y APELLIDOS</p>
--



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962
UNIVERSIDAD LICENCIADA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DECANATO

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

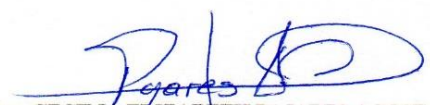
En Cajamarca, siendo las nueve horas del día veintiocho de febrero del dos mil veinticuatro, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “César Bazán Vásquez” de la Universidad Nacional de Cajamarca los integrantes del jurado calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis titulada: **“EFECTO DE TRES MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*) DE LA RAZA PERÚ - CAJAMARCA”**, asesorada por el docente: **Dr. Wilder Quispe Urteaga** y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: **ANGHELA JUANITA RABANAL MÁRQUEZ**.


Acto seguido el presidente del jurado procedió a dar por iniciada la sustentación y para los efectos del caso se invitó al sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del jurado calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

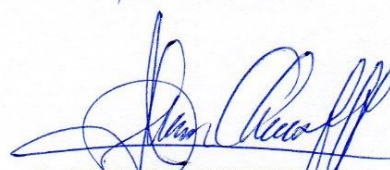
Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el jurado calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el calificativo final obtenido de **DIECISIETE (17)**.

Siendo las diez horas con dieciocho minutos del mismo día, la presidente del jurado calificador dio por concluido el proceso de sustentación.


Dra. CECILIA ELIZABETH PAJARES ACOSTA
PRESIDENTE


Dr. GIUSSEPE MARTÍN REYNA COTRINA
SECRETARIO


M.Cs. FERNANDO ADOLFO BARRANTES MEJÍA
VOCAL


Dr. WILDER QUISPE URTEAGA
ASESOR

DEDICATORIA

*A mis padres: Milton y Amparo
por su apoyo incondicional,
esfuerzo invaluable y cariño.*

*A mi familia, inspiración y motivo
para ser perseverante y crecer
continuamente a nivel profesional y
espiritual buscando ser mejor cada
día.*

LA AUTORA

AGRADECIMIENTO

Mi profunda gratitud al Padre Eterno, por su infinita bondad.

A la Universidad Nacional de Cajamarca por abrir sus puertas y educarme en sus aulas.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca; por su apoyo desinteresado, paciencia y sabiduría que estuvieron prestos a compartir contribuyendo a mi formación profesional.

LA AUTORA

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases Teóricas.....	7
CAPÍTULO II.....	21
MARCO METODOLÓGICO.....	21
2.1. Ubicación Geográfica.....	21
2.2. Diseño de la Investigación.....	22
2.3. Métodos de Investigación.....	28
2.4. Población, muestra y unidad de análisis.....	29
2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	29
2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	29
2.7. Equipos y materiales.....	30
CAPÍTULO III.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
3.1. Presentación de Resultados.....	31
3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	33
3.2.1. Sobre el peso final promedio.....	33
3.2.2. Sobre la ganancia de peso.....	34
3.2.3. Sobre el peso y rendimiento de carcasa.....	35

3.3. Contrastación de hipótesis	36
CAPÍTULO IV.....	37
CONCLUSIONES	37
CAPÍTULO V.....	38
SUGERENCIAS	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXO 1	45
ANEXO 2	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores fisiológicos aproximados de los cuyes	9
Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del cuy.....	11
Cuadro 3. Valores reproductivos de los cuyes	16
Cuadro 5. Distribución de los animales según el método de castración	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pesos finales (g) de los cuyes según el método de castración	31
Tabla 2. Ganancia de peso total (g) de los cuyes según el método de castración.....	32
Tabla 3. Peso de carcasa (g) de los cuyes según el método de castración.....	33
Tabla 4. Rendimiento de carcasa (%) de los cuyes según el método de castración..	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista ventral del sistema reproductor del cuy macho.....	14
Figura 2. Genitales de cuy macho y hembra. a. Hembra:	15
Figura 3. Castración quirúrgica.	23
Figura 4. Castración química.	24
Figura 5. Castración por punción testicular	25
Figura 6. Distribución de los grupos experimentales en jaulas.	25
Figura 7. Forraje para la alimentación de los cuyes.	26
Figura 6. Gráfico de caja y bigotes de la ganancia de peso total (g) de los cuyes según el método de castración.....	32

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de tres métodos de castración sobre la ganancia de peso y el rendimiento de carcasa en cuyes (*Cavia porcellus*) de la Raza Perú en la provincia de Cajamarca. Para ello se utilizaron 24 cuyes de 30 días de edad, los cuales fueron divididos en tres grupos según el método de castración utilizado: T1 para el método quirúrgico, T2 para el químico (alcohol yodado al 5%), y T3 para el método por punción testicular. Se tomaron los datos de los pesos iniciales, semanales (durante 8 semanas) y finales, para determinar el peso final promedio, ganancia de peso final, peso y rendimiento de carcasa. Los resultados mostraron que la castración por punción testicular permitió obtener los mejores pesos finales promedio frente a los demás métodos (T3: 950 g, T2: 876,9 g, T1: 873 g), y junto con la castración química obtuvieron las mayores ganancias de peso totales (T2: 695 g, T1: 602,5 g, T3: 560 g). Sin embargo, no se encontraron diferencias en el peso y el rendimiento de carcasa entre los tres grupos experimentales. Se concluye que los métodos de castración por punción testicular y químico con alcohol yodado, tuvieron los mejores efectos sobre las variables de peso final promedio y ganancia de peso final de cuyes raza Perú de la provincia de Cajamarca.

Palabras clave: cuy, castración, ganancia de peso, rendimiento de carcasa, Cajamarca.

ABSTRACT

The main objective of the present study was to evaluate the effect of three castration methods on weight gain and carcass yield in guinea pigs (*Cavia porcellus*) of the Peru breed in the province of Cajamarca. For this purpose, 24 30-day-old guinea pigs were used, which were divided into three groups according to the castration method used: T1 for the surgical method, T2 for the chemical method (5% iodized alcohol), and T3 for the porous method. testicular puncture. Data were taken from the initial, weekly (for 8 weeks) and final weights to determine the average final weight, final weight gain, weight and carcass yield. The results showed that castration by testicular puncture allowed us to obtain the best average final weights compared to the other methods (T3: 950 g, T2: 876.9 g, T1: 873 g), and together with chemical castration they obtained the greatest gains of weight (T2: 695 g, T1: 602.5 g, T3: 560 g). However, no differences were found in carcass weight and yield between the three experimental groups. It is concluded that the castration methods by testicular puncture and chemical with iodized alcohol had the best effects on the variables of average final weight and final weight gain of Peru breed guinea pigs from the province of Cajamarca.

Keywords: Keywords: guinea pig, castration, weight gain, carcass performance, Cajamarca.

INTRODUCCIÓN

El Perú es el país con la mayor población de cuyes destinados al consumo y su crianza se extiende desde sectores rurales, proporcionando beneficios económicos para los productores (1). Esta actividad resulta económicamente rentable debido a la creciente demanda de su carne, así como a la buena adaptabilidad del cuy, su fácil manejo y los bajos recursos que requiere su mantenimiento (2).

A pesar de los beneficios inherentes a la práctica, se debe destacar que la mejora continua en la eficiencia de la crianza de cuyes depende de la investigación constante en tecnología destinada a optimizar sus parámetros productivos (1). Sin embargo, estudios recientes realizados en la región de Cajamarca han demostrado que existe una mínima asistencia técnica (3), lo que indica un desconocimiento de los métodos que podrían mejorar los índices productivos del cuy. Uno de estos métodos es la esterilización reproductiva para el control de la población (4), que además proporciona ventajas como la mejora en la ganancia de peso (5).

La castración de cuyes se lleva a cabo mediante diversos métodos, tales como el quirúrgico, químico, físico y hormonal (5, 6), todos los cuales han sido asociados a una mejora en los índices productivos y el comportamiento del cuy. Por esta razón se han desarrollado diversos estudios a nivel nacional e internacional con la finalidad de determinar diferencias entre métodos y probar la eficiencia de algunos frente a otros. No obstante, en la región de Cajamarca no existen estudios al respecto, por lo que se ha visto necesario realizar un estudio que contribuya a conocer los efectos de métodos de castración en la población de cuyes de la región.

Por este motivo, se planteó el objetivo de evaluar el efecto de tres métodos de castración: el quirúrgico, químico mediante alcohol yodado al 5%, y el de punción

testicular, sobre la ganancia de peso y el rendimiento de carcasa en cuyes de la raza Perú de la región de Cajamarca. Para ello, se tomaron como muestra 24 cuyes que fueron divididos en tres grupos, ocho para cada uno, y se les aplicó un método de castración por grupo. Se anotaron los pesos cada semana y al final se obtuvieron los datos de ganancia de peso y rendimiento de carcasa. Todos los datos fueron analizados estadísticamente para la elaboración y presentación de los resultados finales.

Con este estudio lo que se pretende es generar un mayor conocimiento sobre los efectos de estos tres métodos de castración en cuyes de la Raza Perú, lo que a su vez servirá de base para la mejora de los parámetros productivos de este animal, y los ingresos económicos del productor. Así mismo, se pretende impulsar y profundizar la investigación sobre el uso de nuevas estrategias para la mejora de la producción de cuyes en la región.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Internacionales

En 2018 se realizó un estudio en Ecuador, con la finalidad de determinar el efecto en la ganancia de peso y agresividad de la extirpación de las espículas del pene del cuy como método de castración. Se utilizaron 90 animales en etapa de recría y/o engorde, distribuidos en tres grupos de tratamientos: animales sin castrar como grupo control (T1), animales a los que les extirparon las espículas del pene (T2) y animales castrados mediante inyección de alcohol yodado al 2% (T3). Para el análisis de la información se realizó un análisis de Covarianza (ANCOVA) obteniendo como resultado que el grupo T2 alcanzó el mayor peso final, seguido en orden por T1 y T2 (7).

Se realizó otra investigación en Ecuador en 2018, con el objetivo de evaluar tres técnicas de castración en cuyes sobre algunos índices de productividad. Para ello, se utilizaron 100 cuyes que fueron distribuidos en 10 grupos de 10 animales. Se emplearon tres técnicas diferentes de castración: con ácido láctico (T1), cloruro de calcio (T2) e inmunocastración (T3) y el grupo control. Los resultados mostraron que el grupo T3 logró la mayor ganancia de peso (261 g) y el menor el T1 (157 g) (8).

También en Ecuador en 2018, se realizó un estudio para evaluar los efectos de la castración química con tintura de yodo y ácido láctico sobre los parámetros de ganancia de peso acumulado (GPA), ganancia de peso diario (GPD) y conversión alimenticia (CA). Se utilizaron 90 cuyes de 30 días de edad

distribuidos en 3 grupos según la técnica de castración: con tintura de yodo (T1), con ácido láctico (T2) y el grupo control (T0). Los resultados mostraron que la mayor ganancia de peso acumulada la obtuvieron los animales castrados con tintura de yodo (T1), así mismo obtuvieron la mejor ganancia de peso diaria frente a los demás grupos. Por otro lado, la mejor conversión alimenticia la obtuvo el grupo castrado con ácido láctico (T2) (9).

En 2021, se realizó otro estudio en Ecuador para evaluar el efecto de la extirpación de las espículas del glande del cuy en comparación con otros métodos de castración sobre el rendimiento de la canal. Para ello se utilizaron 48 cuyes de la línea Perú de 15 días de edad, a los cuales se les aplicaron diferentes métodos de castración: el método de aplastamiento de los testículos (T1), castración química con yodo al 2% (T2), extirpación de las espículas (T3) y un grupo control (T4). Se encontró que el mejor rendimiento de la canal la obtuvo el grupo T3 ($p < 0,01$); sin embargo, no se encontraron diferencias para las variables de peso final, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y peso a la canal entre los diferentes grupos (10).

En 2023, se realizó una investigación en Ecuador que tuvo como objetivo evaluar el impacto de tres métodos de esterilización en cuyes en la conversión alimenticia de los mismos. Para ellos, se utilizaron 32 cuyes divididos en 4 grupos de 8 cuyes: El primero como grupo control (T0), al segundo se le realizó una castración química con yodo al 1,3% (T1), al tercero se le realizó una castración con ácido láctico al 10% (T2), y al cuarto se le realizó el corte de las espículas (T3). El mayor peso final lo obtuvo el grupo T1 (1015 g), mientras que la mejor conversión alimenticia final la tuvo el grupo T2 (4).

1.1.2. Nacionales

En 2004, se llevó a cabo un estudio en el Instituto Nacional de Investigación Agraria en Lima, con el objetivo de determinar el efecto de la castración sobre el crecimiento y rendimiento de la carne de cuyes. Se utilizaron 24 cuyes de tipo I de la Raza Perú, de edades entre los 30 y 50 días. Se les realizó una castración química con alcohol yodado al 0,5%. Fueron medidos, el incremento de peso, rendimiento cárnico, consumo de alimento y conversión alimenticia. No se encontraron diferencias significativas en los pesos finales; sin embargo, sí hubo diferencias en el rendimiento cárnico, que fue mayor en los animales castrados con respecto al grupo control (74,8% vs 71,41% $p < 0,05$). Así mismo, la conversión alimenticia fue mejor en los animales castrados (3,82 vs 4,57) (11).

En 2012, se desarrolló un trabajo de investigación en Lima que tuvo como objetivo determinar el efecto de la castración química con tintura de yodo en cuyes y evaluar su productividad además de su conducta. Se utilizaron 24 cuyes Perú-Inti, entre 25 y 35 días de edad, que fueron divididos en 2 grupos: el primero de cuyes castrados y el segundo de no castrados. Se realizó la castración mediante inyección intratesticular de tintura de yodo al 2%. Fueron evaluados los pesos iniciales y finales, además de la ganancia de peso diaria y el número de peleas. El peso semanal fue mayor en los cuyes castrados a partir de la cuarta semana (706,5 vs 648 g). El peso final (837,9 vs 738,4 g) y la ganancia de peso diario (9,06 vs 6,94 g) también fueron mayores en animales castrados. El número de peleas también fue menor en cuyes castrados (7,8 vs 14,4) (12).

En 2014, se llevó a cabo un estudio en el departamento de La Libertad con la finalidad de conocer el efecto de la castración con alcohol yodado y ácido láctico sobre la ganancia de peso y rendimiento de carcasa en cuyes. Se emplearon 45 cuyes de 14 días de edad que fueron divididos en tres grupos: Un grupo control (T0), un grupo de castrados con alcohol yodado (T1) y un grupo de castrados con ácido láctico (T2). Tras 56 días de evaluación, los resultados mostraron que la mayor ganancia de peso diaria la obtuvo el grupo T1 (17,56 g) además del mejor rendimiento de carcasa (72,8%). T1 también obtuvo mayor ganancia de peso total y cada dos semanas (0,89 y 0,73 g). Se concluyó que la castración con alcohol yodado logró los mejores parámetros productivos, además de lograr la disminución de la agresividad sexual en los cuyes (13).

Se realizó una investigación en 2020 en el departamento de Amazonas, que tuvo como objetivo determinar el efecto de la castración con tintura de yodo sobre la ganancia de peso y calidad de la carcasa en cuyes. Para ello, se utilizaron 30 cuyes de la raza Perú de 35 días de edad, distribuidos en dos grupos: El primero que sirvió como control (T1), y el segundo a los que se les realizó castración mediante inyección intratesticular de tintura de yodo al 2%. Se evaluaron la ganancia de peso quincenal, final, el rendimiento de carcasa. No se encontraron diferencias significativas en los pesos finales de ambos grupos; pero sí en el rendimiento de la carcasa, en la que los animales castrados mostraron mejores resultados (672,7 vs 605 g) (14).

En 2021, se realizó una investigación en Lambayeque con el objetivo de determinar el efecto de diferentes métodos de castración sobre la productividad y el comportamiento en cuyes. Se utilizaron 64 cuyes distribuidos en 4 grupos:

Un grupo control (T1), un grupo al que se le extirparon las espículas (T2), un grupo al que se le realizó inmunocastración (T3) y un grupo al que se le realizó castración química (T4). Los resultados mostraron que los mejores incrementos de peso los obtuvo el grupo T2 (300,6 g) seguidos de T4, T3 y T1. Así mismo, el mejor rendimiento de la canal la obtuvo el grupo T2. Se demostró además que se redujeron el número de peleas y mordiscos por efecto de la extirpación de las espículas (15).

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. El cuy (*Cavia porcellus*)

Los cuyes o cobayos son originarios de las regiones montañosas de América del Sur, donde fueron domesticados hace aproximadamente 3 mil años por los habitantes andinos del Perú, para que sirviera como fuente de alimento y ofrenda de sacrificio a los dioses incas (16, 17). Las especies silvestres aún habitan en países como Colombia, Perú, Venezuela, Argentina, Brasil y Paraguay. En estos países los cuyes domesticados se utilizan para consumo humano, logrando que su crianza extensiva de lugar a numerosas variedades de color de pelaje y características (17). A través de la domesticación, los cuyes se convirtieron en un animal agrícola fundamental en América del Sur. Además, de las llamas y alpacas, los cuyes son la única especie animal domesticada en toda América para el consumo humano (18).

Algunas fuentes reconocen tres razas originales: La peruana, que tiene un pelaje largo y sedoso; la americana o inglesa, que tiene un pelaje liso; y la Absinia, que tiene un pelaje corto y grueso con remolinos. En la

actualidad existen trece razas, incluyendo varias variedades sin pelo (19). En los últimos años, los avances del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) han logrado el desarrollo de nuevas razas y líneas, entre las que se mencionan la Raza Perú, liberada en 2004; Andina liberada en 2005; Inti, liberada en 2013; e Interracial, liberada en 2016 (20).

En países como Perú, la población se calcula en unos 18,7 millones de cuyes aproximadamente, y la demanda de la carne de estos animales ha ido en aumento, debido principalmente a la alta calidad nutricional de la carne, la palatabilidad y el aumento del hábito de consumo de su carne. La producción de cuyes es considerada una actividad que brinda beneficios económicos y sociales; socialmente contribuye a la mejora de la dieta familiar, y económicamente por el ingreso que se genera tras la venta de su carne (20).

1.2.1.1. Clasificación taxonómica

El Orden Rodentia se subdivide en tres subórdenes: Sciuromorpha (al que pertenecen los roedores parecidos a las ardillas), Myomorpha (roedores parecidos a las ratas) e Hystriomorpha (roedores parecidos a los puercoespines). El cuy (*Cavia porcellus*) está clasificado como un roedor hystriomorpha perteneciente a la familia Caviidae (18). Sin embargo, investigaciones recientes han cuestionado la posición filogenética tradicional, sugiriendo que hystriomorpha sea reclasificado fuera de Rodentia. Esta sugerencia es aún controvertida y no concluyente, por lo que es necesario realizar más investigaciones al respecto (21, 22). La familia Caviidae, está constituida por cinco géneros y 23 especies de

roedores sudamericanos. Todos los Caviidae tienen cuatro dedos en las patas delanteras y tres en las traseras. Poseen también, el cuerpo redondo con la cabeza grande, extremidades cortas, un par de mamas y una cola vestigial (23).

- **Reino:** Animalia
- **Phylum:** Chordata
- **Clase:** Mammalia
- **Orden:** Rodentia
- **Suborden:** Hystricomorpha
- **Familia:** Caviidae
- **Subfamilia:** Caviinae
- **Género:** *Cavia*
- **Especie:** *porcellus*

Fuente: Pritt (18).

1.2.2. Características fisiológicas y anatómicas

Cuadro 1. Valores fisiológicos aproximados de los cuyes

Información General	
Peso corporal: macho adulto	900-1000 g
Peso corporal: hembra adulta	700-900 g
Peso al nacimiento	60-115 g
Temperatura rectal	37,2 - 39,5°C
Esperanza de vida habitual	3-4 años
Esperanza de vida extrema	6-7 años
Consumo de comida	6g/100g de peso corporal/día
Consumo de agua	10 mL/100g peso corporal/día
Tiempo de tránsito intestinal	13-30 horas
Frecuencia respiratoria	42-104 r/min
Ritmo cardiaco	230-380 l/min

Fuente: Shomer *et al.* (23).

1.2.2.1.Sistema gastrointestinal

La fórmula dental del cuy es $2(I\ 1/1\ C\ 0/0\ PM\ 1/1\ M\ 3/3) = 20$, con un diastema entre los incisivos y premolares. Los dientes tienen raíces abiertas y crecen continuamente (24). La cavidad bucal es pequeña y estrecha y el paladar blando cubre casi toda la parte posterior de la faringe, convirtiéndolo en un respirador nasal obligado (25).

Son animales fermentadores monogástricos del intestino posterior. A diferencia de otros roedores, el estómago no está dividido y se encuentra recubierto completamente por epitelio glandular. El ciego puede contener hasta el 65% del contenido gastrointestinal total (23). El tiempo de vaciado gástrico es de 2 horas aproximadamente; en cambio, el vaciado cecal es más lento. En total el tránsito gastrointestinal puede tomar hasta 20 horas (26).

La flora intestinal consiste principalmente en bacterias grampositivas, pero puede haber pequeñas cantidades de *Lactobacillus* spp anaeróbicos, coliformes, levaduras y *Clostridium* spp. Se necesita fibra dietética para mantener la población normal de flora intestinal. Sin ella, la motilidad intestinal disminuye y el pH del ciego cambia; esto afecta la velocidad de fermentación y provoca indigestión (27).

- Nutrición y alimentación

El requerimiento de fibra para los cuyes en cautiverio debe ser mayor o igual al 15% de la dieta (en base a materia seca), aunque la dieta más cercana al 30-35% de fibra detergente ácida (FDA) y fibra cruda puede ser beneficiosa para la salud intestinal (27). Se menciona que

los cuyes consumen alrededor del 30% de su peso vivo en alimento, por lo tanto, un cuy de un mes de edad consume aproximadamente 20 g de alimento balanceado y 100 g de forraje/día, los cuyes de dos meses requerirán 30 g de concentrado y 150 g de forraje, y los cuyes de 12 a 14 semanas requerirán 40 g de concentrado y 200 g de forraje (28).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del cuy

Requerimientos de nutrientes para el cuy	
	10-16 (adulto)
Proteína cruda (%)	18-20 (Crecimiento)
Fibra (%)	>15
Calcio (%)	0,80
Fósforo (%)	0,40
Vitamina A (UI/kg)	6,60
Vitamina C (mg/kg)	200

Fuente. Grant (27).

La nutrición de los cuyes está enfocada en su producción, ya que existen numerosas ventajas como animales de carne en países en desarrollo. En Perú, la crianza es doméstica, lo que se ha facilitado debido a la facilidad con la que se alimentan, con vegetales y restos de comida, además de su naturaleza dócil (29).

Los cuyes deben recibir un alimento preparado específicamente para la especie y que contenga vitamina C. Existe comida comercial granulada que contiene entre 18 y 20% de proteína cruda y un 8 a 18% de fibra (23). Dietas bajas en Mg, con proporciones incorrectas de

Ca:P o con niveles altos de vitamina D se han asociado con problemas de calcificación metastásica (30). Los cuyes adultos comen aproximadamente 25-50 g de pellets por día, y consumen 85 mL de agua por día (31).

Se menciona que una dieta adecuada debe incluir además de pellets, heno de alta calidad *ad libitum* y una cantidad generosa de verduras frescas, ya que un cuy alimentado principalmente con pellets tiende a la obesidad. Para esto las frutas o granos deben constituir el 10% de su dieta (17). Una dieta en cautiverio que contenga heno de paso para los adultos y una mezcla de heno de pasto y alfalfa para cuyes en crecimiento y cuyes preñadas es adecuada (27).

Los cuyes carecen de la enzima L-gulonolactona oxidasa, por lo que no pueden sintetizar ácido ascórbico a partir de la glucosa. Por lo tanto, es necesario suplementar su dieta con vitamina C, con dieta de pellets, heno y verduras frescas o un suplemente específico de esta vitamina. El requerimiento de vitamina C es de 10 mg/kg al día (17).

1.2.2.2.Sistema reproductor

- Sistema reproductor del macho

El macho posee bolsas escrotales a cada lado del ano. La abertura craneal es la uretra del pene que está cubierta por pliegues prepuciales. Caudalmente existe una hendidura longitudinal que cubre la apertura del saco perineal y el ano (32).

Los órganos sexuales en el macho consisten en los testículos, glándulas sexuales accesorias y las glándulas perineales y caudales.

Las glándulas de la bolsa perineal están presentes en ambos sexos, pero son más extensas en los machos. Se encuentran a ambos lados del ano y contienen secreciones caseosas extensas, pelo y restos de piel. En anillo inguinal se encuentra abierto permanentemente. El escroto contiene a los testículos, el epidídimo y el cordón espermático caudal (32). Los testículos miden aproximadamente 25 mm de longitud por 15 mm de ancho (24). El epidídimo se encuentra a lo largo del margen dorsolateral. El extremo distal del pene contiene un hueso con dos púas córneas de igual longitud que yacen en una bolsa justo caudo ventral a la abertura uretral que, durante la erección, el saco que los contiene se invierte y las púas o espículas se proyectan externamente. Los niveles de andrógenos disminuyen rápidamente después de la castración, aunque el comportamiento sexual de monta puede durar algunas semanas (32, 33).

Las glándulas accesorias constan de la glándula prostática, la glándula coagulante, las vesículas seminales y las glándulas bulbouretrales. Las vesículas seminales son sacos vermiformes grandes, blanco amarillentos, que se encuentran en la cavidad peritoneal caudal, dorsal a la vejiga y se extienden 10 cm cranealmente hacia el abdomen. Por otro lado, las glándulas coagulantes y prostáticas están cerca de la base de las vesículas. Las glándulas bulbouretrales son glándulas ovaladas que se encuentran cerca de la uretra en el arco isquial (32).

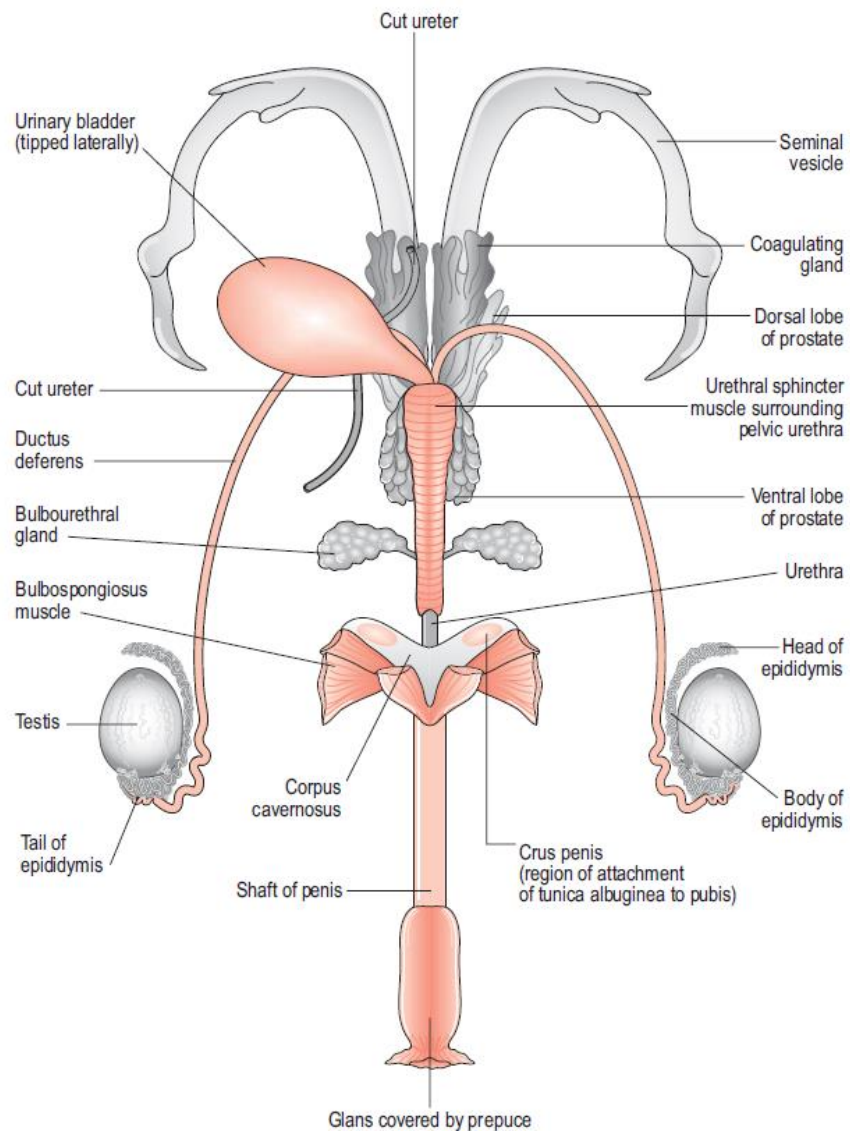


Figura 1. Vista ventral del sistema reproductor del cuy macho. Fuente O'Malley (32).

- Sistema reproductor de la hembra

Las hembras poseen un perineo en forma de “Y”. El orificio uretral se encuentra cranealmente entre las ramas de la “Y”. La vulva se encuentra en la intersección de las ramas y tiene un orificio en forma de “U”. Está cubierto por una membrana vaginal durante el anestro y está bordeado lateralmente por labios. Detrás está el saco perineal, que contiene dos glándulas perineales y que, a menudo está lleno de pelo y secreciones oleosas. El ano se encuentra en la base de la “Y” (32).

La determinación del sexo en los cuyes se realiza girando el cuerpo del animal de tal manera de que pueda descansar sobre la muñeca de la mano y se observe el área genital. Cuando se aplica una presión suave frente a la región genital, el pene se expone en machos, además de que se observan las bolsas escrotales; mientras que en las hembras se puede observar una depresión en forma de Y en los tejidos perineales. Las ramas superiores de la Y apuntan cranealmente y rodean la abertura uretral. La abertura vulvar se encuentra en la intersección de las ramas, y en ano está ubicado en la base de la Y (33, 34).

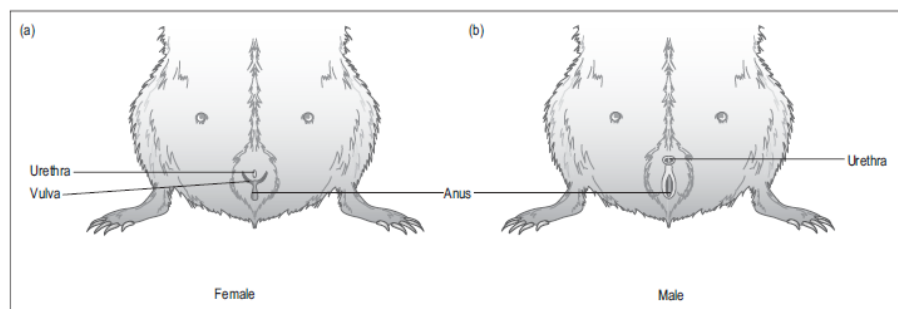


Figura 2. Genitales de cuy macho y hembra. a. Hembra: Hay una forma de Y con la vulva en la intersección de las ramas. b. Macho: El orificio craneal es la uretra del pene, cubierto por pliegues prepuciales. Fuente O'Malley (32).

- Reproducción

Las hembras son sexualmente maduras a las 6 semanas de edad, mientras que los machos alcanzan la pubertad aproximadamente 4 semanas más tarde en promedio. La gestación es larga en comparación con otros roedores (68 días). Como resultado de esto, los jóvenes son precoces al nacer. Por lo general, los recién nacidos comienzan a comer alimentos sólidos a los 4 ó 5 días de edad. El tamaño de la camada varía de 1 a 6, con un promedio de 3 a 4 crías (17). En el Cuadro 3 se resumen los principales valores reproductivos de los cuyes.

Cuadro 3. Valores reproductivos de los cuyes

Valores reproductivos de los cuyes	
Primera ovulación	4 a 5 semanas
Primera eyaculación	8 a 10 semanas
Inicio de la reproducción: macho	600 a 700 g (3 a 4 meses)
Inicio de la reproducción: hembra	350 a 450 g (2 a 3 meses)
Duración del ciclo	15 a 17 días
Implantación	6 a 7 días post ovulación
Periodo de gestación	59-72 días
Estro post parto	60-80% fértil
Tamaño de la camada	2 a 5
Intervalo de camada	96 días
Edad de destete	14 a 28 días (180g)
Vida reproductiva	18 meses a 4 años (4 a 5 camadas)
Mortalidad al destete	5-15%
Composición de la leche	3,9% grasa, 8,1% proteína, 3% lactosa

Fuente: Shomer et al. (23).

1.2.3. Castración en cuyes

La producción de cuyes representa una actividad muy importante en varias regiones de Latinoamérica. La carne de este animal es una fuente de proteína de alta calidad, y su crianza representa una actividad fácil y económica. Sin embargo, uno de los desafíos a los que se enfrenta el productor es el control de la tasa de crecimiento de su población, lo que resulta esencial para que la producción sea eficiente (35). Es por esta razón que se han desarrollado técnicas de esterilización reproductiva como método de control de la población en cuyes (4).

La práctica de la castración en los sistemas de producción en cuyes se ha aplicado con el fin de facilitar el manejo de los animales, disminuir la agresividad y mejorar la ganancia de peso. Las técnicas usadas comúnmente son la castración quirúrgica, la castración química (6), física y hormonal, también llamada inmunocastración (5).

La castración química consiste en la inyección intratesticular de sustancias esclerosantes, de esta manera se consigue la atrofia del parénquima, y por lo tanto la esterilidad del cuy. El organismo del cuy reabsorbe el tejido testicular destruido, que luego permanecerá como una pequeña masa no funcional (36).

Una de las primeras sustancias empleadas en esta técnica fue el dietilestilbestrol aplicado en implantes subcutáneos (37), y posteriormente se empleó la tintura de yodo, alcohol yodado o ácido láctico en inyecciones intratesticulares (6, 11, 38, 39). Otras sustancias utilizadas en este método incluyen el nitrato de plata, formalina, etanol al 95%, quinacrina, clorhexidina al 3%, cadmio, metilcianoacrilato, zinc y cloruro de calcio (8).

La castración quirúrgica consiste en realizar un corte en cada testículo, para luego realizar una ligadura o hemostasia y extirpar el órgano, finalmente se realiza una sutura (40). Esta técnica resulta un poco compleja debido al anillo inguinal abierto que permite el movimiento libre de los testículos en la cavidad abdominal y el escroto; sin embargo, bajo anestesia, los testículos se mantienen en el escroto (6). Dado que esta técnica requiere la anestesia del animal, además de cuidados post quirúrgicos, resulta poco viable en explotaciones grandes (41). Además, las posibles desventajas incluyen la infección del tejido, la pérdida de los puntos de sutura y posible exposición de órganos internos, y

finalmente, esta técnica resulta inviable a causa de la gran cantidad de animales en las explotaciones (6).

Otro método de castración incluye la castración física, por punción testicular o aplastamiento, mediante la cual se aplica presión con los dedos sobre los testículos para aplastarlos. Sin embargo, esta técnica resulta traumática, dolorosa y estresante, por lo que algunos autores consideran que está contraindicada (13).

La castración en cuyes machos permite mejorar los índices de peso final al beneficio y ganancia de peso diaria en comparación con animales no castrados. Esto se podría explicar por el menor gasto de energía en el metabolismo de los animales castrados a causa de la disminución de la libido, agresividad y ausencia de hormonas sexuales (42). La castración en esta especie, como en otras, acelera el engrosamiento y la ganancia de peso, aunque también se ha descrito que mejora el sabor de la carne (43), mejora el rendimiento de la canal y la presentación de la carcasa, lo que permite obtener mayores beneficios en su comercialización (44, 45).

La castración de machos también contribuye a la disminución de la conducta agresiva, la misma que se desarrolla normalmente en estos animales a partir de las diez semanas de edad. Se ha comprobado que la castración de animales entre los 28 y 35 días de edad reduce el estrés y permite una recuperación rápida (46). De esta manera se consigue una disminución en el temperamento violento, haciendo desaparecer la agresividad y logrando un manejo con mayor eficiencia (4).

1.2.4. Indicadores zootécnicos de producción

1.2.4.1. Ganancia de peso

Este indicador es utilizado para determina si existe ganancia de peso desde que un animal inició en la producción hasta cuando se llevó a la venta (12).

1.2.4.2. Ganancia de peso diario

Es un indicador de gran importancia en la producción animal, que indica la ganancia de peso al día. Este factor puede variar dependiendo del tipo de alimentación del animal, o la presencia de algún trastorno fisiológico (47).

1.2.4.3. Rendimiento de carcasa

La carcasa o canal se define como el grupo de estructuras del cuerpo del animal que quedan después de que el animal ha sido sacrificado, desollado, eviscerado, y han sido separadas la cabeza, manos y patas (48). El rendimiento de la carcasa se define a su vez como la relación que existe entre el peso de la misma y el peso vivo del animal, expresado en porcentaje. La variación de este, depende de factores como la edad, estado de nutrición, raza, cambios químicos y fisiológicos post sacrificio (49). En el Perú, en el sacrificio del cuy, no se eliminan la cabeza, patas, manos y piel del animal. Tampoco son separados los riñones, hígado o corazón. Por lo que, la evaluación del rendimiento de carcasa incluye esas partes del cuerpo (50).

1.3. Definición de términos básicos

- **Castración:** Es el procedimiento quirúrgico o la técnica mediante la cual se realiza la remoción de los órganos reproductores de un animal.
- **Ganancia de peso:** Es el incremento de peso corporal de un animal en un periodo específico.
- **Rendimiento de carcasa:** Es la relación que existe entre el peso de la carcasa y el peso vivo del animal, expresado en porcentaje.
- **Métodos de castración:** Son las técnicas o procedimientos que se utilizan para la castración en animales, pueden ser métodos quirúrgicos, químicos o físicos.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Cajamarca, en el Campus de la Universidad Nacional de Cajamarca. La provincia de Cajamarca presenta las siguientes características geográficas y meteorológicas:

2.1.1 Características geográficas y meteorológicas*

- Altitud : 2 673 msnm
- Latitud : 7°10'2.98" S
- Longitud : 78°29'35.14" W
- Temperatura máxima promedio : 19 °C
- Temperatura mínima promedio : 8,8 °C
- Precipitación pluvial anual : 801 mm
- Humedad relativa media anual : 68,92 %
- Clima: Templado seco, con precipitaciones en los meses de diciembre a marzo

(*) Fuente: DATOS CONVENIO SENAMHI CAJAMARCA - 2023

2.2. Diseño de la Investigación

En el presente estudio fueron considerados 24 cuyes (*Cavia porcellus*) clínicamente sanos, machos y de 30 días de edad. Tuvo una duración de 60 días, llevándose a cabo durante la etapa de engorde, desde los 30 hasta los 90 días de edad. El estudio comprendió diferentes etapas, expuestas a continuación:

2.2.1. Selección y distribución de los grupos experimentales

Fueron seleccionados 24 cuyes machos de la raza Perú de manera aleatoria, de 30 días de edad (± 3 días de diferencia de edad). Los cuyes fueron distribuidos al azar en 3 grupos para cada tratamiento como se muestra en el Cuadro 5:

Cuadro 4. Distribución de los animales según el método de castración

Tratamiento	Nº de animales	Método de castración
T1	8	Quirúrgico
T2	8	Químico (Alcohol yodado al 5%)
T3	8	Punción testicular

2.2.2. Castración de los cuyes

T1. Castración Quirúrgica

Consistió en la extracción de los testículos mediante un corte en la piel de la ingle, para ello se sujeta el testículo, se realiza un corte simple a nivel del parénquima testicular para exponerlo, posteriormente se suturó el cordón espermático y se extrajo el testículo.



Figura 3. Castración quirúrgica.

T2. Castración Química

Consistió en la inyección intratesticular de alcohol yodado al 2%. Para ello se sujetó el testículo y se le inyectó entre 0,3 a 1 mL de alcohol yodado en el centro del parénquima testicular.



Figura 4. Castración química.

T3. Castración por punción testicular

Esta técnica consistió en sujetar al testículo, aplicando presión con los dedos índice y pulgar de una mano, para luego hacer una punción a nivel del parénquima testicular. Así mismo, se realizó un pequeño corte con el bisel de una aguja número 21 y se aplica presión para que el parénquima testicular sea expulsado.

En los tres métodos de castración aplicados, se evaluaron el tiempo del procedimiento, menor manipulación y estrés, además del tiempo post operatorio y/o complicaciones.



Figura 5. Castración por punción testicular

2.2.3. Instalación de los animales

El alojamiento de los cuyes constó de galpones con tres jaulas de metal y malla, con medidas de 0,9 x 2,4 m. La densidad de cada animal fue de 0,072 m²/ animal. Cada jaula contó con un bebedero y comedero, asegurando que las condiciones de manejo y crianza fueron las mismas para cada grupo de tratamiento. Al momento de la instalación, los cuyes fueron identificados mediante aretado, junto con el pesaje inicial mediante una balanza digital.



Figura 6. Distribución de los grupos experimentales en jaulas.

2.2.4. Alimentación de los animales

La alimentación fue la misma para los tres grupos. Estuvo compuesta de forraje verde (asociación Ryegrass trébol) y una ración de grano de cebada.



Figura 7. Forraje (Asociación Ryegrass – Trébol) para la alimentación de los cuyes.

El suministro de forraje verde se realizó de acuerdo al peso vivo del cuy. Calculando que la ración entregada corresponda al 30% del peso vivo del animal. La ración estuvo compuesta de 70% de forraje verde y 30% de grano de cebada. El suministro de alimento fue ajustado de acuerdo al peso que iban adquiriendo los cuyes durante los 60 días que duró el experimento.

La cebada grano fue desinfectada y humedecida por un periodo de 48h, y posteriormente fue administrada junto con agua potable para mejorar su aprovechamiento.

El suministro de alimento fue todos los días a las 7 am, una sola vez cada 24 horas. Antes de suministrar el alimento, se realizó el pesaje del mismo.

2.2.5. Pesaje de los animales

Se realizó el pesaje en diferentes momentos, desde la instalación de los animales, previo a la castración de los mismos, y cada semana desde ese momento, por un periodo de 8 semanas, en el momento que el animal se encontraba en ayunas. Los parámetros evaluados fueron:

- **Ganancia de peso**

Para obtener la ganancia de peso se tomaron los datos de los pesos iniciales, el incremento de peso semanal y el peso final. El procedimiento se detalla a continuación:

○ *Peso inicial*

Se llevaron a cabo pesajes iniciales de todos los cuyes en los tres grupos al momento de su instalación en las jaulas, antes a la castración.

○ *Incremento de peso semanal*

Se obtuvo restando el peso de la semana actual menos el peso de la semana anterior. Este dato resultó relevante para la realización de la prueba estadística de análisis de varianza entre los tres métodos de castración. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Inc. peso semanal} = \text{peso semana actual} - \text{peso semana anterior}$$

○ *Peso final*

Se llevó a cabo el pesaje de cada cuy después de 8 semanas desde el momento de la castración.

- ***Ganancia de peso total***

Para hallar la ganancia de peso total se restó el peso final del peso inicial de cada cuy:

$$\text{Ganancia peso total} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

- **Rendimiento de carcasa**

Para determinar el rendimiento de carcasa se realizó el pesaje de la carcasa de cada cuy y posteriormente se realizó el cálculo. El procedimiento fue el siguiente:

- ***Peso de carcasa***

Se realizó el pesaje de la carcasa del animal después de su beneficio y evisceración.

- ***Rendimiento de carcasa***

Para el cálculo de este parámetro se tuvo en cuenta el peso final del animal y el peso total de la carcasa. El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rend. carcasa (\%)} = \frac{\text{Peso de la carcasa}}{\text{Peso vivo del Animal}} \times 100$$

2.3. Métodos de Investigación

- Método deductivo: Para comparar y contrastar los hallazgos con las teorías ya existentes y la hipótesis inicial. Se examinaron los resultados para relacionarlos y confirmar o negar las teorías existentes.

- Análisis estadístico: Con el que se presentaron los resultados de una manera cuantitativa y objetiva, encontrando diferencias entre grupos. De esta manera se respaldan las conclusiones sobre las significancias estadísticas encontradas entre las variables de la ganancia de peso y rendimiento de carcasa con los tres métodos de castración.

2.4. Población, muestra y unidad de análisis

2.4.1. Población

La población del estudio son cuyes machos de Raza Perú.

2.4.2. Muestra

Para la realización del estudio se eligieron mediante un muestreo por conveniencia 24 cuyes machos de 30 días de edad.

2.4.3. Unidad de Análisis

La unidad de análisis fue cada uno de los cuyes elegidos para el estudio.

2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- Pesaje de los animales: Se realizó al momento de iniciar el experimento, luego cada semana durante 2 meses.
- Registro y elaboración de tablas: Para el registro de los pesos semanales y su posterior análisis. Los datos fueron anotados en tablas en el software Microsoft Excel ®.

2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se analizaron los datos mediante estadística descriptiva para el cálculo de medias y otras medidas de tendencia central. Se realizó la prueba de Kolgomorov-Smirnov para determinar la normalidad de los datos. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de Análisis de varianza completamente al azar para comparar los

pesos semanales y el porcentaje de carcasa. Además, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias en peso de la carcasa. Para el análisis se usó el software SPSS v27 para Windows ®.

2.7. Equipos y materiales

2.7.1. Material biológico

Se utilizaron 24 cuyes machos de la raza Perú, de 30 días de edad.

2.7.2. Equipos

- Equipo quirúrgico
- Alcohol yodado al 5%
- Jeringa hipodérmica tuberculina de 1 mL
- Tijeras
- Hilo de sutura
- Algodón
- 24 bebederos
- 24 comederos
- 1 balanza digital eléctrica (Systel Croma ®)
- Galpón con tres jaulas de alojamiento

2.7.3. Materiales de campo

- Registros de producción
- Guantes de látex estériles
- Mameluco
- Botas de jebe

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Presentación de Resultados

3.1.1. Pesos finales de los cuyes según método de castración

Tabla 1. Pesos finales (g) de los cuyes (*Cavia porcellus*) según el método de castración.

Pesos (g)	Método de castración		
	Punción testicular	Químico	Quirúrgico
Iniciales	607,50 a	563,75 a	540,00 a
Finales	1255,63 a	1215,63 a	1132,50 a
Promedio	950,00 a	876,9 b	873,0 b

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa ($P < 0.05$; Tuckey).

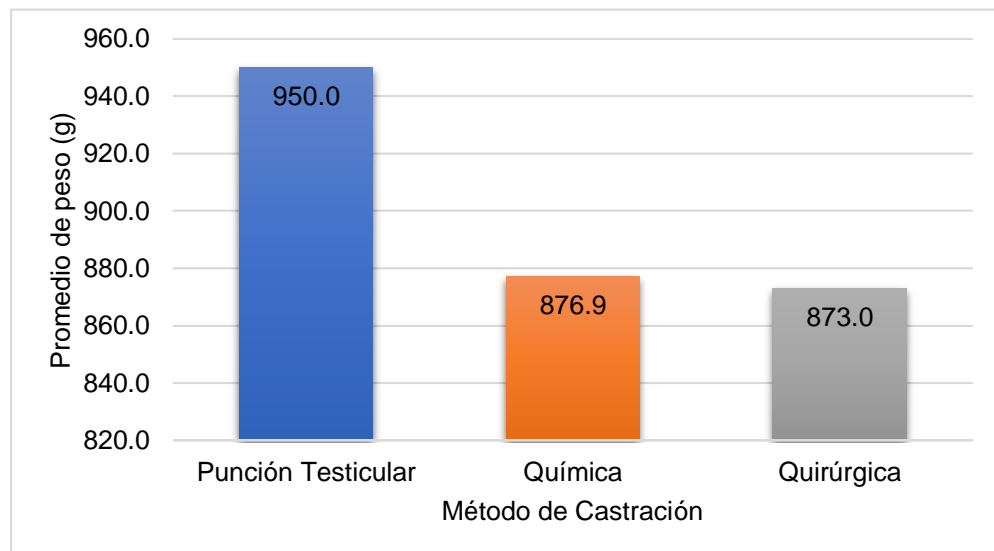


Figura 8. Pesos finales (g) de los cuyes (*Cavia porcellus*) según el método de castración.

3.1.2. Ganancia de peso total de los cuyes según método de castración

Tabla 2. Ganancia de peso total (g) de los cuyes (*Cavia porcellus*) según el método de castración.

Método de Castración	Medias \pm DE(g)	Medianas (g)
Punción Testicular	648,13 \pm 96,06	602,5 a
Química	675,63 \pm 82,31	695,0 a
Quirúrgica	568,75 \pm 51,81	560,0 b

DE: Desviación estándar. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

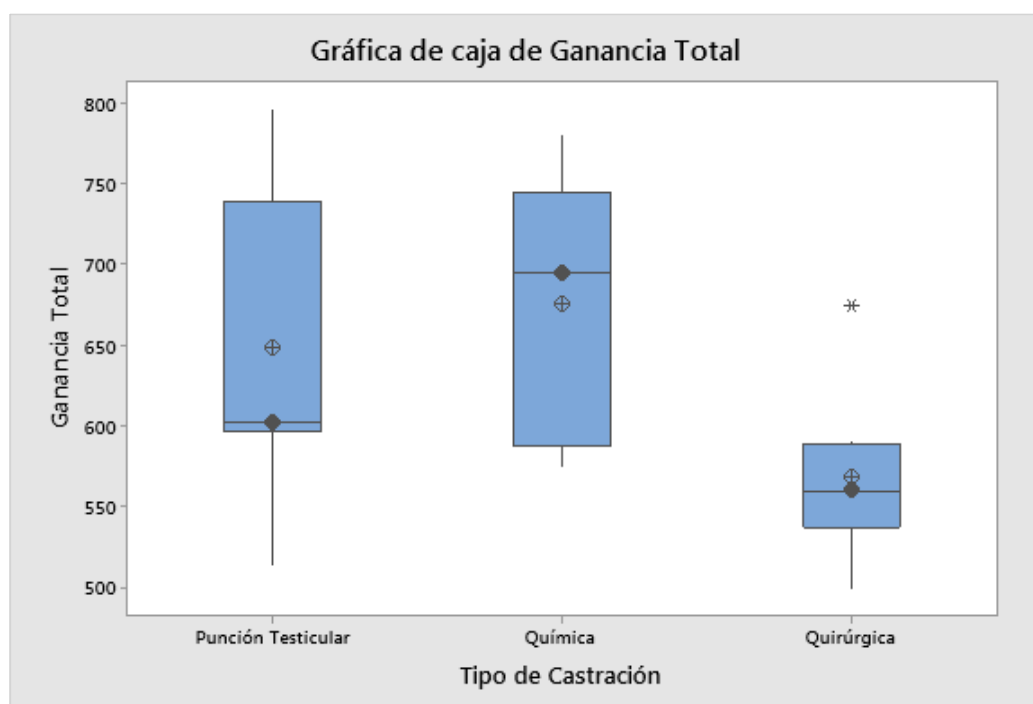


Figura 9. Ganancia de peso total (g) en cuyes (*Cavia porcellus*) según el método de castración.

3.1.3. Peso de carcasa de los cuyes según el método de castración

Tabla 3. Peso de carcasa (g) de los cuyes (*Cavia porcellus*) según el método de castración.

Método de castración	Peso de carcasa (g)
Punción Testicular	825,00 a
Química	786,25 a
Quirúrgica	713,75 a

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

3.1.4. Rendimiento de carcasa (%) de los cuyes según el método de castración

Tabla 4. Rendimiento de carcasa (%) de los cuyes (*Cavia porcellus*) según el método de castración.

Método de castración	Rendimiento de carcasa (%)
Punción Testicular	65,86 a
Química	64,50 a
Quirúrgica	62,93 a

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

3.2.1. Sobre el peso final promedio

La Tabla 1 y Figura 8, muestran que el mejor peso final promedio lo obtuvo el grupo de cuyes castrados mediante punción testicular (959 g), a su vez este grupo mostró una diferencia significativa ($p < 0.05$) con respecto a los otros dos grupos a los que se les realizó la castración química y quirúrgica (876,9 y 873 g, respectivamente). Este resultado es diferente al reportado por Villaroel (10) en Ecuador, quien no encontró diferencias significativas en el peso final de los cuyes de su estudio, en el que se compararon tres métodos de castración (punción

testicular, química con yodo al 2% y extirpación de las espículas). Sin embargo, la diferencia en los resultados se podría deber a la edad de los animales sometidos a los experimentos; en el presente estudio los cuyes tuvieron una edad inicial promedio de 30 días, con pesos cercanos a los 570,4 g; mientras que, en el estudio de Villaroel (10) los cuyes tuvieron una edad de 15 días y un peso promedio de 376,1 g.

3.2.2. Sobre la ganancia de peso

La Tabla 2 y Figura 9, muestran la ganancia de peso de los cuyes según el método de castración. Se encontró que las mayores ganancias de peso se produjeron en los grupos de cuyes castrados mediante punción testicular (602,5 g) y castración química con alcohol yodado (695 g); y la menor ganancia de peso la obtuvo la castración quirúrgica (560 g). Estos resultados coinciden con los reportados en el estudio de Soffe (9) en Ecuador, quien encontró que la mayor ganancia de peso la obtuvo el grupo de cuyes castrados con tintura de yodo; sin embargo, en ese estudio la comparación se realizó con un grupo castrado con ácido láctico y un grupo control, y no se incluyó otro tipo de castración. Otro estudio que mostró mejores ganancias de peso en cuyes castrados con un químico (tintura de yodo al 2%) fue el realizado por Vega (12) en Perú en 2012, aunque en ese estudio no se compararon diferentes técnicas de castración, sino solamente a grupos castrados y no castrados. También en Perú, en 2014 Agurto (13), encuentra que los animales castrados con alcohol yodado obtuvieron la mejor ganancia de peso, concluyendo que esta técnica ayuda a mejorar los parámetros productivos.

Ya que los datos no mostraron normalidad en su distribución, la comparación entre grupos se realizó con las medianas. Se puede observar en la Figura 9 que existe una alta variabilidad en la ganancia de peso del grupo de cuyes castrados

por punción testicular, observándose la mediana muy cerca del cuartil inferior y la media del conjunto de datos. Por otro lado, se puede observar una disminución en la variabilidad en el grupo de cuyes castrados con alcohol yodado, aunque aún es elevada, y una menor variabilidad en el grupo de cuyes castrados quirúrgicamente; además, en este último grupo se puede apreciar un valor atípico ubicado sobre la media en el conjunto de datos. Este valor atípico podría tener un impacto significativo en la media y la desviación estándar. Además, la alta variabilidad en los conjuntos de datos afecta la precisión de las estimaciones y la identificación de las diferencias entre grupos. Los datos expuestos anteriormente indican que, en el grupo de cuyes castrados quirúrgicamente, las ganancias de peso fueron bajas y similares, mientras que en los otros dos grupos las ganancias tuvieron variabilidad o estuvieron dispersas, por lo que se puede decir que hubo individuos que ganaron mucho peso y otros que ganaron poco, concluyendo que la ganancia no fue uniforme.

3.2.3. Sobre el peso y rendimiento de carcasa

Las tablas 3 y 4 muestran que no hubo diferencias en el peso y rendimiento de carcasa entre los grupos experimentales. Estos resultados son diferentes a los reportados por Agurto (13) en 2014, quien demuestra que la castración con alcohol yodado mostró los mejores resultados de rendimiento de carcasa; sin embargo, en su estudio los valores se compararon con un grupo de cuyes castrados con ácido láctico y un grupo control, a diferencia del presente estudio. Otro estudio realizado por Santillán (14) en Amazonas, encontró que los cuyes castrados con tintura de yodo al 2% mostraron el mejor rendimiento de carcasa frente a un grupo de cuyes sin castrar; en este caso, el resultado difiere del

presente estudio; pero cabe recalcar, que la diferencia radica en la falta de un grupo control para poder establecer diferencias.

3.3. Contratación de hipótesis

Para realizar la contratación de hipótesis, se inició con la prueba de Kolmogórov-Smirnov para determinar la normalidad de los datos. Una vez realizada, se procedió a realizar la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para identificar posibles diferencias significativas en los pesos finales, así como en el peso y rendimiento de carcasa. En el caso de la ganancia de peso, al no presentar normalidad en la distribución de los datos, se optó por realizar la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 1).

Los resultados tras el análisis estadístico mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso final promedio y la ganancia de peso entre los grupos experimentales, por lo que se rechazaron las hipótesis nulas en ambos casos. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en el peso y rendimiento de carcasa ($p > 0,05$), por lo que no se rechazaron las hipótesis nulas en estos casos.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

- 5.1. Se determinó que con la castración por punción testicular se obtuvieron los mejores pesos finales promedio en comparación con los métodos de castración química y quirúrgica. Además, se obtuvieron mayores ganancias de peso con los métodos de castración por punción testicular y químico (alcohol yodado al 5%).
- 5.2. Se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, debido a que no se encontraron diferencias significativas en el peso y rendimiento de carcasa entre los tres métodos de castración, por lo tanto, se podrían usar cualquiera de los métodos de castración, sin afectar el peso y el rendimiento de carcasa.

CAPÍTULO V

SUGERENCIAS

Se sugiere ampliar la información sobre los métodos de castración y su influencia en la mejora de índices productivos.

En futuras investigaciones se podría ampliar el tamaño de muestra, realizar monitoreos en plazos mayores, la inclusión de factores ambientales, o realizar estudios de costo-beneficio.

También se sugiere incluir en futuras investigaciones un grupo control para el estudio y utilizar un modelo experimental.

Los resultados de estas investigaciones deberían llegar al productor de cuy mediante capacitaciones con la finalidad de lograr una mejora en su micro empresa y tener en cuenta el tema del maltrato animal en los trabajos de investigación a realizarse.

REFERENCIAS

1. Chauca Francia, L.J. Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. URN: ISSN: 2075-8539, Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 2007.
2. Sánchez, R., Jiménez, R., Huamán, H., Bustamante, J., Huamán, A. Respuesta productiva y económica al uso de cuatro tipos de comederos para forraje en la crianza de cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2013. 24:441-50.
3. Ortiz-Oblitas, P., Florián-Alcántara, A., Estela-Manrique, J., Rivera-Jacinto, M., Hobán-Vergara, C., Murga-Moreno, C. Caracterización de la crianza de cuyes en tres provincias de la Región Cajamarca, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2021. 32:20019. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I2.20019>.
4. Shagñay Rea, S.M., Pico Zerna, J.M., Endara Cercado, W.F., Encalada Torres, H.A.E., Criollo Largo, T.K.C. Evaluación de tres métodos de esterilización reproductiva y su influencia sobre la conversión alimenticia en cuyes (*Cavia porcellus*). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2023. 7:2269-89. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I3.6348.
5. Hernández, A., Fernández, L. Castración: Una alternativa que facilita el manejo de los cuyes en cebs. *Rvta. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*. 2002. 3:18-20.
6. Cruz, H. Manejo técnico de cuyes. vol. 13. 1.^a ed. Ecuador: Ambato. 2008.
7. Rosales Jaramillo, C.A., Rodas Carpi, E.R., Nieto Escandón, P.E., Torres Inga, C.S., Gordillo Guambana, B.G., Aucapiña, C. Extirpación de las espículas del pene de cuy (*Cavia porcellus*) y su efecto sobre la ganancia de peso y agresividad. *Revista de Producción Animal*. 2018. 30:47-52.
8. Bautista Deleg, S.V. Evaluación de tres técnicas de castración de cuyes (*Cavia porcellus*) y su influencia en el comportamiento y productividad. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil, 2018.

9. Soffe Izurieta, S.A. Comparación del efecto de la castración química mediante tintura de yodo vs ácido láctico sobre indicadores de perfil metabólico y parámetros zootécnicos en *Cavia porcellus* en la provincia de Imbabura. Tesis de Grado. Universidad de Las Américas, 2018.
10. Villarroel Guano, J.A. Extirpación de las espículas del glande del cuy comparado con otros métodos de castración y su efecto en rendimiento a la canal. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2021.
11. Shiroma Tamashiro, L., Chauca Francia, L., Muscari Greco, J. Efecto de la castración con alcohol yodado sobre el crecimiento y rendimiento de la canal en cuyes (*Cavia porcellus*). *XXVII Reunión de la Asociación Peruana de la Producción*. 2004:10.
12. Vega, V.J., Pujada, A.H., Astocuri, C.K. Efecto de la castración química en el comportamiento productivo y conductual del Cuy. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2012. 23:52-7.
13. Agurto Reyna, J.A. Efecto de la castración química con alcohol yodado y con ácido láctico sobre la disminución de la agresividad sexual, ganancia de peso y rendimiento de carcasa en (*Cavia porcellus*). Tesis de Grado. Universidad Nacional de Trujillo, 2014.
14. Santilán Mendoza, LK. Efecto de la castración química en el rendimiento y calidad de carcasa de cuy. Tesis de Grado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2020.
15. Piscoya, C., Zapata, M., Vílchez, J., Díaz, M. Castración inmunológica, química y quirúrgica sobre la actividad sexual en cuyes machos (*Cavia porcellus*) y su rendimiento productivo. *Revista Ciencia y Sociedad*. 2021. 1:29-40.
16. Morales, E. The guinea pig: healing, food, and ritual in the Andes. Tucson: University of Arizona Press. 1995.
17. Riggs, S.M. Guinea pigs. *Manual of Exotic Pet Practice*. 2009:456-73. <https://doi.org/10.1016/B978-141600119-5.50020-2>.

18. Pritt, S. Taxonomy and History. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. 2012:563-74. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380920-9.00019-5>.
19. Bays, T.B. Guinea pig behavior. *Exotic Pet Behavior: Birds, Reptiles, and Small Mammals*. 2006:207-38. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-0009-9.50012-8>.
20. Chauca Francia, L. Manual de Crianza de Cuyes. vol. 1. 1.^a ed. Lima - Perú: Ministerio de Agricultura y Riego. 2020.
21. Wolf, B., Reinecke, K., Aumann, K.D., Brigelius-Flohé, R., Flohé, L. Taxonomical classification of the guinea pig based on its Cu/Zn superoxide dismutase sequence 1993.
22. Cao, Y., Okada, N., Hasegawa, M. Phylogenetic position of guinea pigs revisited. *Molecular biology and evolution*. 1997. 14:461-4.
23. Shomer, N.H., Holcombe, H., Harkness, J.E. Biology and Diseases of Guinea Pigs. *Laboratory Animal Medicine: Third Edition*. 2015:247-83. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409527-4.00006-7>.
24. Hargaden, M., Singer, L. Anatomy, Physiology, and Behavior. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. 2012:575-602. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380920-9.00020-1>.
25. Nixon, J.M. Breathing pattern in the guinea-pig. *Laboratory animals*. 1974. 8:71-7.
26. Jilge Von, B. The gastrointestinal transit time in the guinea-pig. *Zeitschrift fur Versuchstierkunde*. 1980. 22:204-10.
27. Grant, K. Rodent Nutrition: Digestive Comparisons of 4 Common Rodent Species. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 2014. 17:471-83. <https://doi.org/10.1016/J.CVEX.2014.05.007>.
28. Beltrán Ortiz, S. Evaluación del efecto de tres niveles de Betaina en la alimentación sobre los índices de producción de cuyes en la fase de crecimiento y finalización. Tesis de Grado. Universidad Central de Ecuador, 2015.

29. Cheeke, P.R. Nutrition of Guinea Pigs. *Rabbit Feeding and Nutrition*. 1987:344-53. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-057078-5.50024-8>.
30. Holcombe, H., Parry, N.M., Rick, M., Brown, D.E., Albers, T.M., Refsal, K.R. Hypervitaminosis D and Metastatic Calcification in a Colony of Inbred Strain 13 Guinea Pigs, *Cavia porcellus*. *Veterinary pathology*. 2015. 52:741-51. <https://doi.org/10.1177/0300985814551423>.
31. Buckland, M.D., Hall, L., Mowlem, A., Whatley, B.F. The Guinea-Pig (*Cavia porcellus*). *A Guide to Laboratory Animal Technology*. 1981:104-9. <https://doi.org/10.1016/B978-0-433-04590-8.50016-5>.
32. O'Malley, B. Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and function of mammals, birds, reptiles and amphibians. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and function of mammals, birds, reptiles and amphibians*. 2005:1-269. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2782-6.X5001-7>.
33. Quesenberry, K.E., Donnelly, T.M., Mans, C. Biology, Husbandry, and Clinical Techniques of Guinea Pigs and Chinchillas. *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*. 2012:279-94. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6621-7.00022-1>.
34. Whitfield, L., Gibbs, P., Morris, T. Veterinary Control of Reproduction in Rodent Colonies. *Veterinary Reproduction & Obstetrics*. 2019:711-23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7233-8.00041-0>.
35. Chachipanta Luspa, L. Identificación del mercado potencial de los productos elaborados con carne de cuy (*Cavia porcellus*) en la provincia de Tungurahua. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato, 2019.
36. Caicedo, L.A. Experiencia Investigativas en la Producción de Cuyes: Contribución al Desarrollo Tecnológico de la Especie. *Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias*. 2000.
37. Bravo, H. La implantación de dietilestilbestrol en cuyes y sus efectos. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, 1970.

38. Hernández, M. Comparación entre castración química y quirúrgica de cuyes en la etapa de engorde. Tesis de Grado. Universidad Católica de Santa María, 2001.
39. Rosado, R. Estudio comparativo de peso entre cobayos castrados mediante punción y castración quirúrgicamente en el distrito de Cerro Colorado. Tesis de Grado. Universidad Católica de Santa María, 2001.
40. Caicedo-Vallejo, A. Avances en la producción técnica de cuyes. *Editorial Vicerectoria de Investigaciones Postgrados y Relaciones Internacionales, Pasto*. 1999.
41. Ayala Guanga, L.E., Rodas Carpio, R., Almeida, A., Torres Inga, C.S., Nieto Escandón, P.E. Espículas peneanas del cobayo (*Cavia porcellus*), influencia sobre el comportamiento sexual, fertilidad y calidad espermática. *Revista de Producción Animal*. 2017. 29:36-42.
42. Bondi, A. Nutrición animal. Zaragoza - España: Editorial Acribia. 1988.
43. Vega, J., Pujada, H., Astocuri, K. Efecto de la castración química en el comportamiento productivo y conductual del cuy. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2012. 23:52-7.
44. Apráez Guerrero, J.E., Fernández Pármo, L., Hernández González, A. Efecto del sexo y de la castración en el comportamiento productivo y la calidad de la canal de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*. 2011. 5:20-5.
45. Cuenca, C., Peñaranda, A. Efecto de la extirpación de las espículas del glande del cuy como técnica de esterilización reproductiva y su influencia en agresividad y ganancia de peso en comparación con un método químico (alcohol yodado 2%). Tesis Doctoral. Universidad de Cuenca, 2016.
46. Hernández, A., Fernández, L. Castración: Una alternativa que facilita el manejo de los cuyes en ceba. *Rvta. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*. 2002. 3:18-20.
47. Church, D. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes Vol. 2-Nutrición 1997.

48. Robaina, R. Algunas definiciones prácticas. Dirección de Control y Desarrollo de calidad. Montevideo - Uruguay: Instituto Nacional de Carnes. 2012.
49. Quintana, F., Díaz, J. La canal bovina. II. Rendimiento, calidad y comercialización. Instituto de Ciencia Animal (ICA). La Habana - Cuba: Asociación Cubana de Producción Animal. 2005.
50. Escobar Ramírez, F. Influencia de la edad de beneficio en el rendimiento de carcasa y masa muscular en cuyes machos de recría (*Cavia porcellus*) - Ayacucho 2016. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Huancavelica, 2019.

ANEXO 1

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1. Prueba de normalidad de los pesos vivos de los cuyes

Pruebas de normalidad				
Tratamiento quirúrgico	Kolmogórov-Smirnov			
	Estadístico	gl	Sig.	
Pesos	Punción	0,049	72	0,200*
	Química	0,062	72	0,200*
	Quirurgo	0,049	72	0,200*

2. Pruebas de normalidad de la ganancia de peso de los cuyes

Pruebas de normalidad				
Tratamiento quirúrgico	Kolmogórov-Smirnov			
	Estadístico	gl	Sig.	
Ganancias	Punción	0,121	64	0,021
	Química	0,144	64	0,002
	Quirúrgico	0,095	64	0,200*

3. Prueba de normalidad de Peso de Carcasa y Porcentaje de Carcasa

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Peso de Carcasa	0,977	24	0,825
Porcentaje de Carcasa	0,980	24	0,896

4. Prueba de Análisis de varianza para los pesos finales promedio

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8572340,51	26	329705,4	22,67	<0,0001
Castración	270814,12	2	135407,06	47,74	<0,0001
Semana	8256148,84	8	1032018,61	70,95	<0,0001
Castración*Semana	45377,55	16	2836,1	0,19	0,9997
Error	2749084,38	189	14545,42		
Total	11321424,9	215			

5. Prueba de Kruskal-Wallis para la ganancia de peso

Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Punción Testicular	8	648,13	96,06	602,50	7,79	0,0202
Química	8	675,63	82,31	695,00		
Quirúrgica	8	568,75	51,81	560,00		

6. Prueba de Análisis de varianza para el peso de carcasa

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51025	2	25512,5	2,54	0,1028
Tipo de Castración	51025	2	25512,5	2,54	0,1028
Error	210875	21	10041,67		
Total	261900	23			

8. Prueba de Análisis de varianza para el rendimiento de carcasa

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,58	2	17,29	2,94	0,0747
Tipo de Castración	34,58	2	17,29	2,94	0,0747
Error	123,33	21	5,87		
Total	157,91	23			

9. Resumen de contraste de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
No existe diferencia en el efecto de los tres métodos de castración sobre el peso final promedio.	Prueba de análisis de varianza completamente al azar	<0,0001	Se rechaza la hipótesis nula.
No existe diferencia en el efecto de los tres métodos de castración sobre la ganancia de peso.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,0202	Se rechaza la hipótesis nula.
No existe diferencia en el efecto de los tres métodos de castración sobre el peso de la carcasa	Prueba de análisis de varianza completamente al azar	0,1028	No se rechaza la hipótesis nula
No existe diferencia en el efecto de los tres métodos de castración sobre el rendimiento de la carcasa	Prueba de análisis de varianza completamente al azar	0,0747	No se rechaza la hipótesis nula

ANEXO 2

REGISTRO DE PESOS

1. Pesos semanales (g) del grupo castrado por punción testicular

ID	Semana								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
401	610	700	755	845	915	985	1,060	1,140	1,210
402	450	535	570	620	695	745	815	895	965
403	600	740	805	885	975	1,010	1,055	1,100	1,195
404	700	790	885	940	1,075	1,130	1,290	1,355	1,435
405	600	740	845	860	985	1,030	1,115	1,170	1,205
406	650	780	805	915	1,010	1,050	1,115	1,175	1,250
407	600	800	850	930	1,025	1,090	1,170	1,280	1,340
408	650	820	880	945	1,060	1,175	1,220	1,345	1,445

2. Pesos semanales (g) del grupo castrado con alcohol yodado

ID	Semana								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
409	500	650	755	825	920	980	1,080	1,135	1,230
410	550	635	695	770	850	930	1.010	1,085	1,210
411	400	520	590	640	705	720	780	885	995
412	550	620	690	740	830	900	980	1,070	1,300
413	550	630	695	725	795	840	945	1,000	1,125
414	620	815	885	910	1,045	1,115	1,190	1,290	1,400
415	550	695	750	805	875	965	1,025	1,110	1,135
416	600	730	800	890	1,040	1,105	1,175	1,260	1,330

-

3. Pesos semanales (g) del grupo castrado con castración quirúrgica

ID	Semana								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
417	700	840	865	940	1,025	1,065	1,125	1,195	1,290
418	530	665	745	835	900	950	995	1,030	1,100
419	700	845	900	1.010	1,115	1,130	1,265	1,365	1,375
420	600	685	735	815	860	940	1,000	1,105	1,135
421	480	560	665	765	840	900	925	975	1,030
422	600	750	805	885	945	995	1,075	1,090	1,100
423	450	545	600	650	710	785	835	915	995
424	450	560	580	660	720	795	860	950	1,035