

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MÉDICINA VETERINARIA

**NIVELES SÉRICOS DE TESTOSTERONA EN CAVIA PORCELLUS TRATADOS CON
INNOSURE Y SU INFLUENCIA SOBRE EL DESARROLLO PRODUCTIVO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTORES: MELKY ROLANDO VALVERDE MOLINA

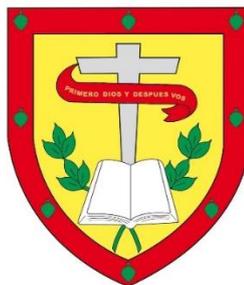
JOSUÉ DANIEL CHICAIZA MÉNDEZ

DIRECTOR: DRA. MERCY DEL CISNE CUENCA CONDOY MSc.

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**NIVELES SÉRICOS DE TESTOSTERONA EN CAVIA
PORCELLUS TRATADOS CON INNOSURE Y SU INFLUENCIA
SOBRE EL DESARROLLO PRODUCTIVO**

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

AUTOR: MELKY ROLANDO VALVERDE MOLINA

JOSUE DANIEL CHICAIZA MENDEZ

DIRECTOR: DRA. MERCY DEL CISNE CUENCA CONDOY MSc.

CUENCA – ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de autoría y responsabilidad

Josué Daniel Chicaiza Méndez portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **1501166019** y **Melky Rolando Valverde Molina** portador(a) de la cedula de ciudadanía N° **0106076615**. Declaramos ser los autores de la obra: “**Niveles séricos de testosterona en *Cavia porcellus* tratados con Innosure y su influencia sobre el desarrollo productivo**”, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **23 de mayo de 2023**



Josué Daniel Chicaiza Méndez

C.I. 1501166019



Melky Rolando Valverde Molina

C.I. 0106076615



Universidad
Católica
de Cuenca

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Melky Rolando Valverde Molina y Josué Daniel Chicaiza Méndez, bajo mi supervisión.

Dra. Mercy Cuenca MSc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE
TITULACION**

Agradecimientos

A Dios, por brindarnos, salud, fortaleza y perseverancia para culminar nuestra carrera.

A nuestros padres, por todo su esfuerzo y sacrificio quienes a pesar de la distancia siempre estuvieron en las buenas y las malas.

A nuestra directora de tesis, Doctora Mercy Cuenca por su apoyo, experiencia y motivación para la realización exitosa de esta investigación.

A los buenos maestros por su paciencia y por los conocimientos que nos han brindado durante estos 5 años de vida académica.

Melky Rolando Valverde Molina
Josué Daniel Chicaiza Méndez

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedicamos a nuestros padres Miguel Ángel Valverde y Nelly Raquel Molina; Ángel Octavio Chicaiza y Jaqueline Elizabeth Méndez; a nuestros hermanos y familiares más cercanos; también a nuestros amigos que compartieron enseñanzas académicas y nos ayudaron a culminar nuestra carrera profesional.

Melky Rolando Valverde Molina
Josué Daniel Chicaiza Méndez

INDICE

| | |
|----------------------|----|
| RESUMEN | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| Introducción | 10 |
| Metodología | 28 |
| Resultados..... | 35 |
| Discusión | 44 |
| Conclusiones | 45 |
| Recomendaciones..... | 46 |
| Bibliografía | 47 |

RESUMEN

La presente investigación se encaminó a evaluar el efecto de la variación de los niveles séricos de testosterona en cobayos (*Cavia porcellus*) tratados con diferentes dosis de Innosure y su efecto sobre el desarrollo productivo y regulación del comportamiento social. Se utilizó 81 cobayos de 21 días de edad de un genotipo mejorado, distribuidos en 3 tres tratamientos siendo: T0 (Control), T1 (0,10ml de Innosure) y T2 (0,20 ml de Innosure), incluyendo densidades de 6, 9 y 12 animales para cada tratamiento. La dosis de Innosure se aplicó a los 50 y 80 días de edad de los animales. Las variables estudiadas fueron: Niveles de testosterona, parámetros productivos y la conducta de agresividad. Los resultados determinaron que los parámetros productivos de los cobayos tratados con Innosure no se afectan de forma significativa ($p > 0.05$); no obstante, la densidad manejada refleja efecto positivo sobre esta variable, alcanzando el peso más alto a la canal la densidad (6 animales) con 706,28g y una conversión alimenticia de 3. Los niveles de testosterona de los cobayos, no disminuyen significativamente con la aplicación de la vacuna y al igual que la conducta de agresividad. Se concluye que la vacuna Innosure no ejerce efecto sobre los parámetros productivos, no regula el comportamiento social de la especie y no disminuye los niveles de testosterona en los cobayos.

Palabras claves: *Cavia porcellus*, Innosure, parámetros productivos.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of the variation of serum testosterone levels in guinea pigs (*Cavia porcellus*) treated with different doses of Innosure and its effect on product development and regulation of social behavior. Eighty-one 21-day-old guinea pigs of an improved genotype were used, divided into three treatments: T0 (control), T1 (0.10 ml of Innosure), and T2 (0.20 ml of Innosure), including densities of 6, 9, and 12 animals for each treatment. The dose of Innosure was applied at 50 and 80 days of the age of the animals. The variables studied were: testosterone levels, productive parameters, and aggressive behavior. The results showed that the productive parameters of the guinea pigs treated with Innosure were not significantly affected ($p>0.05$); however, the density managed reflected a positive effect on this variable, reaching the highest carcass weight (6 animals) with 706,28g and a feed conversion ratio of 3. Testosterone levels of the guinea pigs did not decrease significantly with the application of the vaccine, nor did the aggressive behavior. It is concluded that the Innosure vaccine does not effect on productive parameters, does not regulate the social behavior of the species, and does not decrease testosterone levels in guinea pigs.

Keywords: *Cavia porcellus*, Innosure, productive parameters.

Introducción

A lo largo del tiempo los sistemas ganaderos han requerido restringir el desarrollo sexual de los machos en animales de granja, con el fin de reducir el tiempo necesario de engorde en ellos y garantizar las propiedades organolépticas ideales de la carne para satisfacer las demandas de los consumidores (Vega *et al.*, 2012; Campal *et al.*, 2020).

Adicionalmente, es necesario evitar la agresividad en machos, la reproducción no deseada y la actividad sexual de los animales de granja destinados a la comercialización, debido a que pueden dificultar el período de crianza por peleas con otros machos, laceraciones entre ellos, daño a infraestructuras, entre otros (Sing *et al.*, 2020). Por ello y ante la creciente demanda de garantizar el bienestar de los animales en todos los aspectos, la práctica veterinaria moderna presta gran atención al desarrollo de procedimientos eficaces de control de la fertilidad en los animales de granja (Lin-Schilstra & Ingenbleek, 2022).

Tradicionalmente, con el fin de conseguir los objetivos de este enfoque, se ha aplicado la orquiectomía basada en métodos quirúrgicos, químicos o físicos y, en las hembras, la segregación sexual y la ovariectomía (Rosales *et al.*, 2018). Sin embargo, estas opciones presentan una serie de dificultades e inconvenientes, como gastos adicionales para el productor, cuidados post operatorios, un periodo de recuperación prolongado y la susceptibilidad de la zona operada a infecciones (Vega *et al.*, 2012).

En este contexto, se ha visto la necesidad de buscar alternativas que no atenten contra el bienestar de los animales ni el bolsillo del productor; actualmente, existen métodos de castración no quirúrgicos y menos agresivos, en los que se utilizan sustancias inhibitoras de los procesos reproductivos del animal (Unchupaico *et al.*, 2018). Estos incluyen la terapia hormonal, es decir el uso de antagonistas de GnRH y, las metodologías que destruyen tejido a través del uso de emasculador, elastrador y ligantes (Paixão *et al.*, 2021).

La inmunocastración o castración inmunológica es una alternativa prometedora, conocida por suprimir la actividad gonadal, interrumpir el crecimiento de los testículos y la síntesis de esteroides (Lin-Schilstra & Ingenbleek, 2022). Este procedimiento se basa

en la administración de un análogo de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH, que es un neuropéptido) conjugado con una proteína, que impulsa la formación de anticuerpos contra la GnRH, evitando así la secreción de la hormona luteinizante -LH- y la hormona estimulante del folículo -FSH- (Paixão *et al.*, 2021).

Este método es ampliamente utilizado en países como Australia, Nueva Zelanda y Brasil, principalmente en suinos y bovinos, su uso está aprobado en Europa desde 2009 (Škrlep *et al.*, 2010). Parece ser ampliamente aceptada como una alternativa válida para la industria ganadera, preferido por los consumidores en cuanto a los riesgos para la salud percibidos, sin consecuencias significativas para la calidad de la carne o los productos curados (Oliviero *et al.*, 2016).

Aun así, la inmunocastración presenta muchas incertidumbres con respecto a sus efectos; en el caso de los cuyes (*Cavia porcellus*) los estudios continúan siendo escasos, creando una necesidad de investigación con el fin de ayudar a los productores. Por lo que, el objetivo del presente estudio fue determinar la variación de los niveles séricos de testosterona en cobayos (*Cavia porcellus*) tratados con diferentes dosis de Innosure y su efecto sobre el desarrollo productivo y regulación del comportamiento social.

Antecedentes

La castración en animales de granja es una práctica ganadera que se desarrolló con el fin de facilitar el manejo de los animales, posee efectos diferentes según la especie, el individuo, el estado fisiológico y la edad en el momento de la castración (Soffe, 2018). En el caso de los cuyes, la castración química ha sido el método más utilizado (Aucapiña y Marín, 2016).

Se han descrito diferentes técnicas quirúrgicas para la castración de cobayos tales como: abordaje escrotal, preescrotal y abdominal (Sen *et al.*, 2017). No obstante, se ha demostrado que los cuyes tienen un riesgo particular de infección posoperatoria después de la castración del escroto (33%) en comparación con otros animales pequeños (Guilmette *et al.*, 2015).

La inmunización activa contra GnRH, también conocida como inmunocastración, es una alternativa a la castración quirúrgica en animales de producción. Según se ha

informado en varios estudios realizados en cerdos y bovinos, sus efectos son comparables a las de la castración quirúrgica; entre los beneficios descritos se nombran el ahorro de tiempo, las pérdidas por errores quirúrgicos, la reducción de sabores desagradables en la carne y el aumento de los parámetros de producción (Čandek *et al.*, 2017; Aponte *et al.*, 2017; Paixão *et al.*, 2021).

En el estudio de Velapatiño (2019), llevado a cabo en Perú, se determinó el efecto de las dosis de un inmuoesterilizador en cuyes machos destetados sobre el incremento de peso y rendimiento de carcasa. Sus resultados demuestran que la aplicación del inmunocastrador incrementó los parámetros productivos en cuyes machos destetados en todas sus dosis comparado con el grupo control (machos enteros con efecto placebo).

La mejor respuesta registrada fue de la dosis de 0,25 ml (Bopriva) en comparación con las otras dosis. Por ende, Velapatiño (2019) recomienda la aplicación del inmuoesterilizador como una alternativa *in pro* del bienestar animal, que no causa daño en los testículos, no predispone a estrés y mejora los parámetros productivos.

Bautista (2018) evaluó tres técnicas de castración en cobayos (*Cavia porcellus*) y cómo influye en el comportamiento y productividad del animal. Pese a que el procedimiento con el inmuoesterilizador registró un menor nivel de agresividad también presenta mayor mortalidad, letargia y nivel de vocalizaciones. Por lo tanto, se concluye que su uso no es el más aconsejable.

Por otro lado Aponte *et al.*, (2017) evaluaron los efectos de la inmunización activa contra la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en la función reproductora masculina. Con el fin de conocer dichos efectos se tomaron en cuenta los cambios morfológicos testiculares y los niveles séricos de gonadotropina en conejos, cobayos y carneros prepúberes.

Para ello, se desarrolló una vacuna anti-GnRH uniendo una molécula homóloga de GnRH a un toxoide tetánico clostridial (coadyuvante Al-OH₃). Aponte *et al.*, (2017) concluyen que la inmunización activa prepuberal contra la GnRH provoca alteraciones endocrinas y marcadas diferencias en la morfometría, el desarrollo y la actividad testicular

entre lagomorfos, histicomorfos y ovinos, con una sensibilidad específica a la respuesta inmunitaria anti-GnRH.

En este sentido, Falconi (2015) se planteó encontrar una nueva opción a la esterilización, evitando al mismo tiempo los posibles problemas del proceso quirúrgico. Por lo tanto, utilizando cobayos (*Cavia porcellus*) como modelo experimental, determinó el impacto de la inmuoesterilización como alternativa a la esterilización quirúrgica convencional, observando inhibición gonadal a nivel del eje hipotálamo-hipófisis gonadal y de testosterona total.

Problema y justificación

La producción de cuyes es actualmente un rubro importante en la economía rural de la zona sur del Ecuador, ya que es una actividad pecuaria con potencial de crecimiento, particularmente en la región andina (Soffe, 2018). Su demanda local y extranjera ha incrementado por su exquisita carne, excelente calidad nutricional con alto valor biológico, alto contenido proteico y bajo contenido graso (Aucapiña y Marín, 2016).

No obstante, uno de los principales retos en la producción de cuyes es aumentar la productividad y, al mismo tiempo, disminuir las pérdidas económicas provocadas por los procesos jerárquicos del núcleo (Vega *et al.*, 2012). Estos procesos retrasan el crecimiento homogéneo del lote, dañan la canal y, en algunos casos, provocan la muerte del animal, lo que repercute en las finanzas del productor y alarga el plazo de comercialización (Villaroel, 2021).

Como respuesta, la castración quirúrgica invasiva tradicional, también conocida como gonadectomía, se ha llevado a cabo con frecuencia para beneficiar a los productores, consumidores y propietarios de numerosas maneras (Miesner & Anderson, 2015). Los beneficios de esta práctica incluyen: el control de la fertilidad (evitando concepciones no deseadas), la mejora de la calidad de la canal y la mejora de la cría a través de la gestión de comportamientos agresivos y sexuales no deseados (Aponte *et al.*, 2017).

Sin embargo, la castración quirúrgica suele acarrear consecuencias como traumatismos quirúrgicos, infecciones, hemorragias, estrés, dolor e incomodidad. A su vez se describen otros factores agravantes tales como costes elevados, disminución de la

eficiencia alimentaria y de la tasa de crecimiento, retrocesos prolongados de la productividad y deposición excesiva de grasa (Falconi, 2015; Rosales *et al.*, 2018).

A pesar de la existencia de otros métodos de castración (castración química, tratamientos hormonales, bandas elásticas, pinzas de burdizzo o aplastamientos de los testículos), frecuentemente se registran efectos secundarios contraproducentes durante el proceso (Sen *et al.*, 2017). Por tal motivo, es prescindible la aplicación de alternativas menos invasivas y agresivas que no atenten contra el bienestar del animal y a la par, sea rentable en producción.

En vista de esta necesidad, la inmunocastración es una de las posibles alternativas. El método se basa en la vacunación contra la GnRH (hormona liberadora de gonadotropina) y puede mejorar el bienestar de los animales, ya que no es necesario ningún procedimiento quirúrgico (Škrlep *et al.*, 2010). El bloqueo inmunológico de la señal de la GnRH reduce la producción de LH y de esteroides testiculares (Rydhmer *et al.*, 2010). Además, se ha demostrado que la vacunación contra la GnRH reduce la concentración de esteroides testiculares, incluida la androsterona, así como el tamaño de los órganos reproductores y el número de espermatozoides (Čandek *et al.*, 2017).

Se ha comprobado, en otros países que, el uso del inmoesterilizador (innosure) ayuda al desarrollo productivo en cerdos (Unchupaico *et al.*, 2018). No obstante, los estudios de los efectos del uso de inmoesterilizador aún siguen siendo escasos y no determinantes, principalmente en Ecuador. Por tal razón, es importante desarrollar mayor investigación del tema en cuestión, con el fin de lograr un mejor entendimiento de sus protocolos y efectos en el animal.

Es así que, la presente investigación se plantea valorar los efectos de Innosure, en diferentes dosis, sobre los parámetros productivos de los cobayos bajo experimentación al igual que su comportamiento social, y la cuantificación de los niveles de testosterona sérica. Con ello se busca obtener información clara y determinante, para beneficio de los productores.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la variación de los niveles séricos de testosterona en cobayos (*Cavia porcellus*) tratados con diferentes dosis de Innosure y su efecto sobre el desarrollo productivo y regulación del comportamiento social.

Objetivos Específicos

- Cuantificar los niveles de testosterona sérica en cobayos tratados con Innosure a diferentes dosis.
- Valorar el efecto de Innosure sobre los parámetros productivos de los cobayos bajo experimentación.
- Identificar los comportamientos dominantes (agresividad ofensiva y defensiva) en *Cavia porcellus* machos con la aplicación de la vacuna Innosure en relación a la densidad del núcleo.

Hipótesis

Hi: La aplicación de diferentes dosis de Innosure en cobayos (*Cavia porcellus*) machos destetados disminuye la producción de testosterona, incrementa el desarrollo productivo y regula el comportamiento social de la especie.

H0: La aplicación de diferentes dosis de Innosure en cobayos (*Cavia porcellus*) machos destetados no disminuye la producción de testosterona, no incrementa el desarrollo productivo y no regula el comportamiento social de la especie.

Marco Teórico

Cuy, conejillo de indias o cobayo (*Cavia porcellus*)

Generalidades

Los cobayos (*C. porcellus*) son originarios de la región andina de América del Sur, donde han sido una valiosa fuente de proteínas animales y de ingresos durante siglos. El

cuy pertenece a la familia cavidae y está más emparentado con la chinchilla y el capibara (Cantaro *et al.*, 2020). Están ampliamente distribuidos en sur américa y, en menor medida, en Guatemala y Cuba, donde se crían para consumo humano y contribuyen significativamente a los ingresos de las comunidades rurales al venderse como excedentes en el mercado (Avilés *et al.*, 2014).

En América Latina, el peso de un cuy adulto oscila entre 0,4 y 0,5 kg para los tipos "Criollo", y hasta 2,0 kg para los tipos "Gigante" o mejorados y pueden medir de 20 a 40cm (Quevedo, 2012). Estos animales han sido criados con éxito en muchas comunidades rurales, al igual que otras formas de ganado debido a su rápida tasa de crecimiento, su fecundidad, las muchas alternativas disponibles para sus nutrientes y la escasa superficie necesaria para criarlos (Sánchez *et al.*, 2018).

El cuy es un mamífero herbívoro con dientes molares que erupcionan continuamente y son adecuados para triturar materiales vegetales ásperos. Se encuentra clasificado como un animal no rumiante con un ciego funcional (Lammers *et al.*, 2009). Se ha demostrado que, los adultos pueden mantener su peso corporal y los jóvenes siguen creciendo normalmente con una dieta rica en celulosa (Castro y Chirinos, 2021).

Comportamiento

Los cobayos suelen considerarse criaturas relativamente dóciles, por lo que se mantienen como animales de compañía en varios países. Además, por su carácter pacífico y su facilidad de manejo, son apreciados en los bioterios como animales de experimentación (Aucapiña y Marín, 2016). A su vez, también han sido seleccionados como productores de carne gracias a su prolificidad y rápido crecimiento (Avilés *et al.*, 2014).

No obstante, es todo un reto manejar a los cobayos machos durante la cría porque, alrededor de la décima semana de vida, comienza la pubertad con el aumento de los niveles de testosterona (Bautista 2018). Como consecuencia surgen peleas entre ellos que causan heridas en la piel, y por ende menores índices de conversión alimenticia y menores ganancia de peso. La principal razón de este comportamiento se debe a que los cobayos

machos se esfuerzan por organizarse socialmente durante el proceso de recría (López, 2014).

Fisiología reproductiva del cobayo

Testículos

Los testículos del cobayo se localizan en la cavidad abdominal o de forma bilateral junto a la vejiga, su forma es ovoide midiendo de largo 22 mm, 18 mm de ancho y pesando de 2,5 a 4 g (Barahona y Quishpe, 2012). En los cobayos no se observa la presencia de escroto. Cuando hay excitación en los machos los testículos descienden hacia un saco en la zona inguinal donde se encuentra el musculo cremáster, el cual permite la retracción de los testículos a la zona abdominal (Falconi, 2015).

Los testículos son los órganos sexuales principales de los machos. Presentan una túnica albugínea, en la cual se localizan los túbulos seminíferos que son los que producen los espermatozoides (Villarroel, 2021). De igual manera, se producen las células de leidyng, las cuales secretan hormonas que intervienen en la reproducción y las células de Sertoli, que intervienen en la maduración de los espermatozoides (Aucapiña y Marín, 2016).

Estructura de los testículos (Orrego, 2022):

- La túnica albugínea: membrana que cubre el testículo.
- Túbulos seminíferos: ubicados dentro del testículo y su función es la de producir espermatozoides, entre estos túbulos se encuentran las células de Sertoli encargadas de madurar los espermatozoides y las células de Leydig que se encargan de la formación de las hormonas que van a intervenir en la reproducción.
- Red testicular o red de testis: su ubicación es en el mediastino testicular, de los cuales nacen los conductos eferentes y llegan al epidídimo.
- El epidídimo: conducto sinuoso, conformado por: cabeza, cuerpo y cola. Cumple funciones como: reservorio, maduración, y a través de sus secreciones forma parte del semen. De la cola del epidídimo continua el conducto deferente que con las glándulas vesicales desembocan en la uretra pélvica.

Hormona producida por los testículos:

La hormona andrógena, conocida como la hormona sexual masculina, secretada por las células de Leydig en el intersticio de los testículos y la corteza suprarrenal es la testosterona (Aucapiña y Marín, 2016). La LH regula la liberación de testosterona cumpliendo varias funciones tales como: la espermatogénesis, el crecimiento, desarrollo y actividad del pene y los órganos sexuales accesorios, estimulación del libido y comportamiento sexual en los machos, alargamiento de la vida media de los espermatozoides en el epidídimo (Barahona y Quishpe, 2012).

Vesículas seminales

Glándulas alargadas de 6 mm de diámetro y 12 cm de largo. Estas proporcionan la mayor parte del líquido del semen (Barahona y Quishpe, 2012).

Próstata

Lobulada, ubicada en el cuello de la vejiga y en la punta de la uretra a la que abre a través de varios conductos excretores (Falconi, 2015).

Glándulas bulbouretrales y accesorias

Las glándulas bulbouretrales tienen forma de frejol y excretan moco (Barahona y Quishpe, 2012). Los roedores presentan glándulas auxiliares como las glándulas de coagulación, que permiten que se coagule las vesículas seminales, lo cual forma un nudo vaginal después de la eyacuación y no permite el reflujo del semen. Además de esta glándula los cobayos presentan glándulas caudales, cuya función sirve para marcar el territorio y el deseo sexual (Aucapiña y Marín, 2016).

Pene

Órgano sexual de los machos que se divide en tres partes: la cabeza (extremidades libres), la piel medial (que contiene el cuerpo cavernoso) y la raíz incrustada en el arco óseo de la pelvis, mide 4 cm de largo y 5 mm (Velapatiño, 2019). El glande es un cono con un orificio en la parte ventral, el orificio es el final de la uretra y está rodeado por estructuras parecidas a espinas en la región de los pliegues del prepucio (Falconi, 2015).

Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas

El proceso reproductor es controlado por el Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas en los machos y las hembras. El factor de liberación del hipotálamo GnRH viaja a la adenohipófisis, a través del sistema hipotalámico hipofisiario. La llegada de la GnRH a la adenohipófisis estimula la liberación de FSH y LH, cuyo órgano diana es el testículo (Bautista, 2018).

La hormona folículo estimulante FSH estimula la gametogénesis en las hembras y machos. Actúa sobre las células de Sertoli y potencia la espermatogénesis; también incrementa los receptores de las células de Leydig, potenciando la acción de la LH. La regulación de la secreción de la LH y la FSH está determinada por la hormona liberadora de gonadotropinas GnRH. La hormona luteinizante estimula y controla las células de Leydig, responsable de la síntesis de testosterona (Aucapiña y Marín, 2016). La testosterona se sintetiza en los testículos y en las glándulas suprarrenales, la síntesis está regulada por la hipófisis y el hipotálamo, que según los niveles de testosterona en sangre liberan hormonas que estimulan o inhiben la producción de testosterona (Bautista, 2018).

Características de producción

Valor nutritivo de la carne de cuy

El cuy (*Cavia porcellus*) contribuye a la seguridad alimentaria de muchas poblaciones de la región andina y de otros países en desarrollo, por sus propiedades saludables y superioridad en comparación a otros productos cárnicos (Tabla 1). La carne del cuy tiene un alto contenido en proteínas, vitaminas del grupo B (15 mg/100 g), ácido linoleico y linolénico, y bajo contenido en grasas saturadas, colesterol (65 mg/100 g) y sodio como manifiesta Castro y Chirinos (2021). El rendimiento promedio en carne de cuyes enteros es de 65%, las vísceras (26,5%), pelos (5,5%) y sangre (3,0%) representa el 35% restante (Crespo, 2012).

Tabla 1

Composición nutricional de la carne de cuy en comparación con otras especies.

| Especie animal | Humedad % | Grasa % | Carbohidratos % | Minerales % | Proteína % |
|-----------------------|------------------|----------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| Cuy | 76,3 | 3,0 | 0,5 | 0,8 | 21,4 |
| Porcino | 46,8 | 37,3 | 0,8 | 0,7 | 14,5 |
| Ovino | 50,6 | 31,1 | 0,9 | 1,0 | 16,4 |
| Vacuno | 58,0 | 21,8 | 0,7 | 1,0 | 17,5 |
| Ave | 70,2 | 9,3 | 1,2 | 1,0 | 18,3 |

Fuente: Avilés *et al.*, (2014)

Características de reproducción del cuy y crianza

La biología del cobayo favorece el rápido aumento del número de animales (Tabla 2). Este mamífero prolífico puede parir hasta ocho crías a la vez y tiene entre 4 y 5 camadas al año con un periodo de gestación de 68 días (Quevedo, 2012). A los pocos minutos de nacer, las crías están cubiertas de pelo, tienen los ojos abiertos y pueden deambular en busca de comida. Las crías recién nacidas están completamente desarrolladas y pueden consumir materiales vegetales casi inmediatamente después de nacer (Lammers *et al.*, 2009).

Tabla 2

Características reproductivas y de crecimiento de especies ganaderas seleccionadas para la producción de carne.

| Especie | Edad de apareamiento (días) | Ciclo de celo (días) | Periodo de gestación (días) | Tamaño de la camada (n°) | Edad de mercado (días) | Peso en el mercado (kg) |
|---|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Bovino (<i>Bos taurus</i>) | 440 | 19 | 280 | 1 – 2 | 550 | 570 |
| Ave (<i>Gallus domesticus</i>) | 150 | Cont. | 21 | 6 – 9 | 70 | 1,7 |
| Caprino (<i>Capra hircus</i>) | 360 | 20 | 150 | 1 – 3 | 244 | 30 |
| Cuy (<i>Cavia porcellus</i>) | 90 | 16 | 68 | 3 – 4 | 90 | 1,1 |

| | | | | | | |
|--|-----|-------|-----|-------|-----|-----|
| Conejo (<i>Orytolagus cuniculus</i>) | 180 | Cont. | 30 | 5 – 8 | 120 | 2,0 |
| Porcino (<i>Sus scrofa</i>) | 220 | 21 | 114 | 8 -10 | 210 | 100 |
| Ovino (<i>Ovis aries</i>) | 300 | 16 | 147 | 1 – 3 | 236 | 43 |

Fuente: Lammers *et al.*, (2009)

Las crías pueden ser destetadas a los 10 días (Imagen 1). cuando se interrumpe la lactancia, si las hembras son alimentadas con un concentrado como *pellets*. Dado que la leche materna es rica en proteínas y grasas, las crías pueden duplicar su peso al nacer a la edad de destete de 1 mes (Sánchez *et al.*, 2018). Lo ideal es destetar a las crías al mes de edad y colocarlas en corrales separados según el sexo ya que, muchos recién nacidos mueren en el parto durante el celo posparto (Avilés *et al.*, 2014).



Imagen 1. Lactancia de crías de cobayo.

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria, (2021)

A los tres meses de edad, las hembras de reemplazo pueden ser introducidas como nuevos miembros de la colonia de cría. Por otro lado, los machos jóvenes deben ser criados hasta alcanzar el tamaño maduro (aproximadamente de 6 a 8 meses de edad) para su venta o para el consumo de carne (Quevedo, 2012). Desde el momento del nacimiento hasta los 84-91 días, las cobayas crecen de forma constante; a partir de ese momento, el crecimiento se ralentiza y la conversión pienso/alimentación disminuye (Velapatiño, 2019).

Alimentación

El cuy es un herbívoro con estómago monogástrico. Tiene dos tipos de digestión: enzimática en el estómago e intestino delgado y, microbiana en el ciego (Villaroel, 2021). Puede vivir con una dieta a base de forraje, dieta balanceada o una mixta de forraje y balanceado. Por estas razones, el cuy es versátil y asequible de criar (Soffe, 2018).

Las necesidades nutricionales de los cuyes varían según la fase de crecimiento, lactación y reproducción (Tabla 3) (López, 2014). Las necesidades nutricionales básicas específicas para el crecimiento se indican en el Tabla 4 (Sánchez *et al.*, 2018).

Tabla 3

Necesidades nutricionales del cuy en sus diferentes etapas.

| Nutrientes | Unidad | Etapa | | |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| | | Gestación | Lactancia | Crecimiento |
| Proteínas | (%) | 18 | 18 – 22 | 13 – 17 |
| Energía digestible | (kcal/kg) | 2800 | 3000 | 2800 |
| Fibra | (%) | ago-17 | ago-17 | 10 |
| Calcio | (%) | 1,4 | 1,4 | 0,8 – 1,0 |
| Fósforo | (%) | 0,8 | 0,8 | 0,4 – 0,7 |
| Magnesio | (%) | 0,1 – 0,3 | 0,1 – 0,3 | 0,1 – 0,3 |
| Potasio | (%) | 0,5 – 1,4 | 0,5 – 1,4 | 0,5 – 1,4 |
| Vitamina C | (mg) | 200 | 200 | 200 |

Fuente: López, (2014)

Tabla 4

Necesidades nutricionales básicas específicas del cuy en etapa de crecimiento.

| Nutriente | Unidad | Por kilogramo de pienso |
|------------------|--------|-------------------------|
| Proteínas | (%) | 20 – 30 |

| | | |
|----------------------|------|---------|
| Energía TDN | (%) | 65 – 70 |
| Fibra | (%) | 6 – 18 |
| Calcio | (%) | 1,2 |
| Fósforo | (%) | 0,6 |
| Magnesio | (%) | 0,35 |
| Potasio | (%) | 1,4 |
| Cobalto | (mg) | 0,002 |
| Vitamina A | (mg) | 12 |
| E | (mg) | 60 |
| K | (mg) | 10 |
| C | (mg) | 200 |
| Tiamina | (mg) | 16 |
| Riboflavina | (mg) | 16 |
| B6 | (mg) | 16 |
| Niacina | (mg) | 16 |
| Ácido pantoténico | (mg) | 20 |
| Ácido fólico | (mg) | 10 |
| Colina | (g) | 1 |

Fuente: Sánchez *et al.*, (2018)

En términos de hidratación, un cuy adulto requiere ½ taza de agua al día, que puede suministrarse en forma de 437 gramos de forraje fresco por animal adulto (Castro y Chirinos, 2021). Los beneficios del agua adicional se pueden observar en gran medida en temperaturas superiores a 18° C. Un cuy joven requiere entre 50 y 100 ml de agua al día. Este requerimiento aumenta con temperaturas superiores a 27° C (Sarria *et al.*, 2020).

El consumo de agua durante la etapa reproductiva cuenta con varias ventajas. A continuación, se describen dichas ventajas (Mínguez *et al.*, 2019):

- Aumenta el número de cuyes nacidos,

- Reduce la muerte en animales lactantes un 3,2%, aumenta el peso de los nacidos vivos 125 gramos y el peso al destete 34 gramos,
- Aumenta el peso de las hembras gestantes 125 gramos y,
- Disminuye la pérdida de peso durante la lactancia.

Rendimiento de carcasa

El peso de la canal o carcasa no sólo incluye la carne magra y la grasa, sino también los huesos, que no aportan proteínas ni energía al ser humano (Mínguez *et al.*, 2019). Los parámetros de calidad de la carcasa pueden ser intrínsecos o extrínsecos. Por consiguiente, tanto la genética como los factores patológicos, fisiológicos, de gestión y ambientales influyen en la calidad de la carcasa (Falconi, 2015).

En general, después de una recopilación de datos según varios estudios (Chauca, 1992; Niba *et al.*, 2004; Apráez *et al.*, 2011; Kouakou *et al.*, 2013). El peso de la carcasa oscila entre 237 y 893 g, con porcentajes de faenado que oscilan entre el 34,8 y el 73,4%. El tipo de pienso, la edad, el genotipo y la castración son factores que afectan al rendimiento. Algunos estudios han demostrado que incluir concentrado o suplementos en la dieta de las cobayas es importante (Sánchez *et al.*, 2018).

Según Niba *et al.*, (2004), la torta de algodón puede incluirse en dietas suplementarias para cobayas hasta en un 25%, sin afectar al rendimiento del crecimiento ni a la calidad de la canal. Por otro lado, Kouakou *et al.*, (2013) investigaron el efecto de la suplementación dietética con *Euphorbia heterophylla* sobre la calidad del rendimiento de la canal de cobaya. Los autores descubrieron un rendimiento de la canal un 5,8% superior, a pesar de que la dieta no tenía ningún efecto sobre el peso de la canal.

Chauca (1992) reportó que las razas mejoradas de cuyes tienen mayores pesos en canal y rendimientos que los animales criollos o cruzados. Además, los genotipos mejorados alcanzan su peso de comercialización cuatro semanas antes. En cuanto al manejo sexual de los animales, Chauca (1992) y Apráez *et al.*, (2010) investigaron el efecto de la castración y no encontraron diferencias en los rendimientos en canal. Sin embargo, justificaron la castración por un mejor manejo de los cobayas machos de crecimiento tardío.

Castración

La castración en animales tanto domésticos como de granja es una práctica muy extendida en todo el mundo. La castración es el proceso de extirpar los testículos de los animales machos o hacerlos estériles sin extirpar los testículos (Medical American Veterinary, 2014). Los testículos son los encargados de la masculinidad y la producción de hormonas masculinas como la testosterona (Coetzee *et al.*, 2010).

La castración de animales de granja se realiza por diversas razones. Algunas de las razones más importantes son las siguientes (Huston, 2015):

- Para evitar la reproducción no deseada en el rebaño,
- Para evitar la endogamia. La consanguinidad es el cruce de animales estrechamente emparentados dentro de la misma (4-6) generación.
- Para una mejor producción de carne.
- Ayuda a que los machos sean más dóciles. De esta manera, es posible manejar a los animales fácilmente.
- Los machos se vuelven menos agresivos. Por lo tanto, no pelean incluso si se mantienen en la misma área.
- Hay un mejor desarrollo del color de la piel.
- Los machos castrados obtienen precios de mercado más altos.

Existen varios métodos de castración, pero pueden dividirse en tres categorías: física, química y hormonal (Medical American Veterinary, 2014). En el Tabla 5 se detallan cada uno de estos métodos.

Tabla 5

Métodos de castración generalmente utilizados en animales de granja.

| Tipo | Características | Método |
|--------------------------|---|---|
| Castración física | Implican la extirpación quirúrgica de los testículos, la aplicación de una banda elástica constrictora en la base | <ul style="list-style-type: none"> • Extirpación quirúrgica • Anillo de goma • Castración incruenta con pinza Burdizzo |

| | | |
|---|--|--|
| | del escroto y la castración incruenta utilizando pinzamiento externo. | |
| | Puede utilizarse combinaciones de métodos físicos (pinza Burdizzo más anillo de goma y la extirpación quirúrgica del tejido). | |
| Castración química | <p>Emplea agentes esclerosantes sobre el testículo o gónadas en el parénquima testicular para causar daños irreparables y la pérdida de la función. Requiere más tiempo de intervención y conocimientos técnicos, y casi el doble de tiempo de cicatrización que la castración quirúrgica.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Incluye la inyección de agentes esclerosantes o tóxicos. • Entre las sustancias más utilizadas se encuentra: etanol, ácido láctico, yodo, formalina, glucosado de zinc, nitrato de plata, cadmio. |
| Castración hormonal o inmunocastración | <p>Estimula al sistema inmunológico del animal a producir anticuerpos contra la GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas), que a su vez reducen la LH y FSH inhibiendo así, el funcionamiento y desarrollo testicular, afectando la secreción de esteroides a nivel de los testículos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Implica la inyección de inmunocontraceptivos como Innosure, Improvac o Improvest. |

Fuente: Medical American Veterinary, (2014) y Anderson, (2015)

Principios y efectos de la inmunocastración

La inmunocastración es el proceso de inmunizar animales contra hormonas que controlan la función reproductora (Imagen 2). En los últimos años, se ha avanzado hacia el desarrollo de una vacuna para la inmunización contra la hormona liberadora de gonadotropina -GnRH- (Čandek *et al.*, 2017). En Australia, se desarrolló una vacuna comercialmente disponible (llamada Improvac en Europa e Improvest en los Estados Unidos) contra el olor sexual y ahora es fabricada por Zoetis (Škrlep *et al.*, 2010).

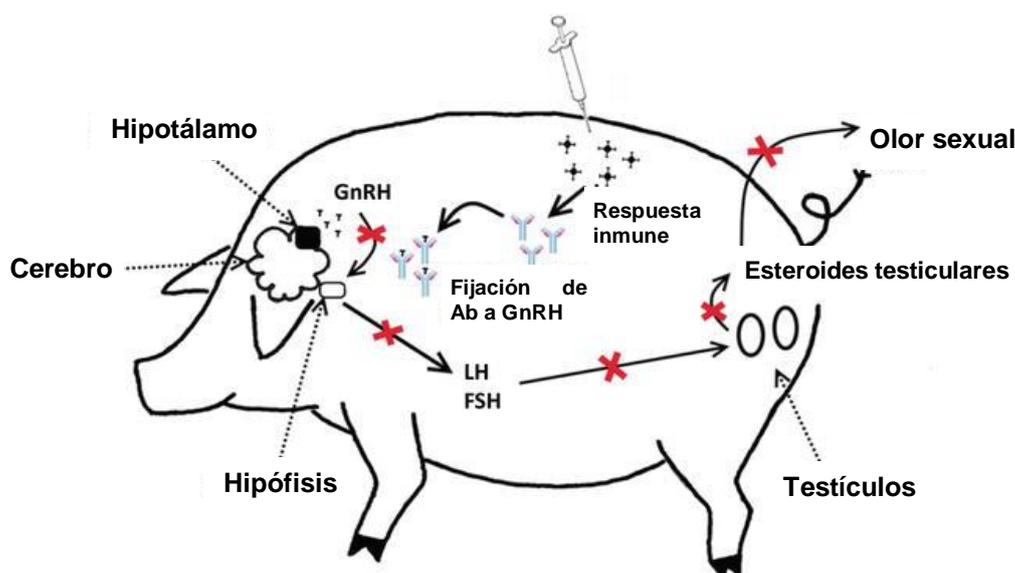


Imagen 2. Respuesta fisiológica a la inmunocastración en cerdos machos.

Fuente: Čandek *et al.*, (2017)

La inmunocastración imita la castración utilizando el sistema inmunitario natural del animal. Un análogo fisiológicamente inactivo de la GnRH se conjuga covalentemente con una proteína portadora inmunogénica en la vacuna (Paixão *et al.*, 2021). El análogo no tiene actividad hormonal, pero contiene los epítomos necesarios para estimular una respuesta eficaz de anticuerpos anti-GnRH e inhibe la estimulación del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal (Lin-Schilstra & Ingenbleek, 2022).

Como resultado, la formación de hormonas esteroides gonadales se ve obstaculizada, al igual que la regresión de los órganos reproductores y algunos cambios metabólicos inducidos. Por ende, se originan cambios en el comportamiento (reducción de la agresividad, aumento del apetito y de la ingesta de pienso) y en el rendimiento del crecimiento (Zoels *et al.*, 2020). Aunque esta vacuna ha sido aprobada para su uso en cerdos en muchos países (incluida la UE desde 2009), su aplicación práctica sigue siendo limitada (Čandek *et al.*, 2017).

Innosure

En el Tabla 6 se detallan las características de la vacuna Innosure, utilizado principalmente en cerdos, en base a su productor en el mercado.

Tabla 6***Descripción de la Vacuna Innosure®.***

| Características | Descripción |
|-------------------------------|--|
| Composición | <p>Análogo sintético e incompleto del GnRH natural que se conjuga (mediante un enlace covalente) con una proteína acarreadora.</p> <p>➤ Conjugado de GnRH modificado + Toxoide de Difteria 0,4 mg (por cada 2 ml).</p> |
| Dosis y administración | <p>Subcutánea, en la base del cuello detrás de la oreja. Desde la 8ª semana con dos dosis de 2ml e intervalos de 4 semanas. Segunda dosis; de 4 – 6 semanas antes del sacrificio (en cerdos).</p> |
| Contraindicaciones | <p>No recomendado en reproductores.</p> <p>Más de una dosis afecta la fertilidad de los machos.</p> <p>Evitar inyectar animales sucios y húmedos.</p> |

Fuente: Zoetis, (2019)

Metodología

Ubicación del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la provincia del Azuay, cantón Cuenca, en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca (UC), ubicado en la parroquia Ricaurte, vía Bibin y Miguel Uzhca. Las coordenadas geográficas son: -2.856475,-78.967177 (Universidad Católica de Cuenca, 2020).

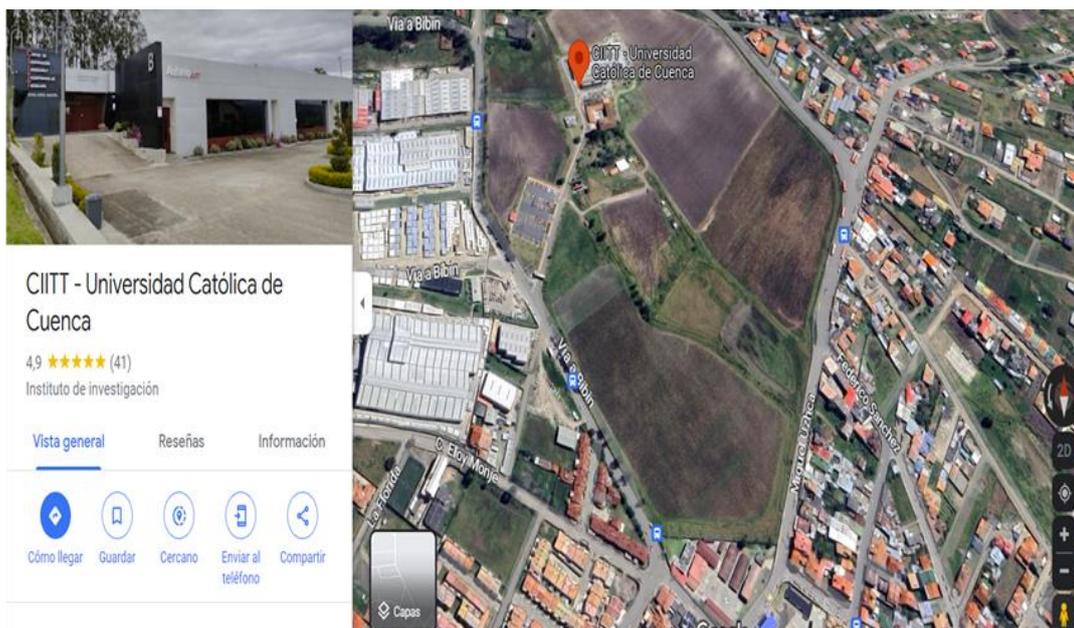


Imagen 3. Mapa de la ubicación del proyecto en el CIITT de la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), provincia del Azuay, ciudad Cuenca.

Fuente: Google Maps

Materiales:

Materiales de campo

- Infraestructura (galpón, jaulas)
- Registros
- Implementos de limpieza y corte de pasto

Material de oficina

- Computadora
- Libreta de apuntes
- Cámara (celular)
- Cámaras de video (vigilancia)

Equipos

- Balanza
- Equipo de bioseguridad personal

Biológicos

- Vacuna (Innosure)
- Cobayos
- Forraje
- Balanceado

Procedimiento

Etapa 1. Adecuación de Infraestructura

El galpón acoplado para la crianza de los cobayos en estudio fue de hormigón, con una dimensión de 100 m². En cada jaula se rotuló su respectiva identificación según el tratamiento y repetición. Para la limpieza general, se desinfectó el galpón mediante una solución de amonio cuaternario y fuego con un soplete, mientras que los comederos y bebederos se desinfectaron con una solución de yodo. Estas adecuaciones las realizamos en 48 horas, 15 días antes de empezar el proyecto. Finalmente, las jaulas, comederos y bebederos fueron acondicionadas dos días antes del recibimiento de los cobayos.

Etapa 2. Preparación previa a la fase experimental

Identificación de las unidades experimentales

Para la identificación de las unidades experimentales se utilizó aretes metálicos debidamente numerados con la nomenclatura respectiva de cada tratamiento. Paralelamente se tomaron los datos correspondientes al peso de los animales de cada tratamiento asignado.

Evaluación de los animales sujetos a la investigación.

Los animales fueron evaluados considerando su peso y edad, con el afán de trabajar con unidades lo más homogéneas posibles. El programa de alimentación y calendario sanitario fueron similares para todos los tratamientos.

Sorteo de las unidades experimentales.

El sorteo de las unidades experimentales fue aleatorio.

Alimentación y calendario sanitario

La dieta alimenticia de los animales consistió en alfalfa y balanceado (dos raciones diarias), lo cual permitió cubrir las necesidades nutricionales de los animales. Con base en el calendario sanitario, posteriormente los animales fueron desparasitados adecuadamente.

Etapa 3. Manejo de los cobayos durante la fase experimental

El periodo de investigación fue de 3 meses, para lo cual se trabajó con 81 cobayos destetados de un genotipo mejorado, con un peso promedio de 300 ± 20 gramos, distribuidos bajo un diseño completo al azar. Los sujetos experimentales fueron alimentados dos veces al día con alimentación mixta de manera homogénea (alfalfa y balanceado), y finalmente se aplicó dosis de una inmunovacuna (innosure) según el tratamiento.

Distribución de tratamientos en grupos.

En cada grupo se distribuyeron 27 cobayos en 3 bloques con una densidad de 6, 9 y 12 individuos. A los sujetos experimentales se les fue proporcionada dos raciones diarias de alimento por animal, de acuerdo al peso vivo.

- Grupo 1 (Control – T0): En este grupo no fue administrada ninguna dosis de Innosure.
- Grupo 2 (T1): Se les administró dos dosis de la vacuna innosure (0,10ml respectivamente) vía subcutánea en la tabla del cuello: la primera a los 50 días y la segunda a los 80 días.
- Grupo 3 (T2): a este grupo se les administró dos dosis de la vacuna innosure (0,20 ml respectivamente) vía subcutánea en la tabla del cuello: la primera a los 50 días y la segunda a los 80 días.

Etapa 4. Toma de muestras sanguíneas y pruebas de laboratorio

La toma de muestras sanguíneas se realizó mediante punción cardíaca guiada, sometiendo a los individuos a pérdida reversible de la conciencia. Para ello se utilizó una

solución de Ketamina al 10 %, con una dosis de 50 mg/kg de peso. El volumen de sangre extraída fue de 2 a 2,5 ml y fue ubicada en tubos tapa roja que no contiene anticoagulante previamente rotulados de acuerdo al número de arete del cobayo.

La primera muestra fue extraída a los 70 días y la segunda a los 100 días, cada muestra con un rango de 20 días, para su posterior análisis de testosterona. Las muestras de sangre fueron evaluadas en el laboratorio clínico CLINSA, en donde fueron centrifugados con el fin de separar el suero sanguíneo, que permite analizar la concentración de testosterona (1,5 ml).

El suero previamente extraído se introdujo en el equipo MAGLUMI 600, el mismo que utiliza el método de quimio luminiscencia (García & Martínez, 2009). La prueba utilizada fue testosterona (CLIA) de Snibe diagnostic.

Los valores referenciales de testosterona en cobayos: 2,2-10,5ng/ml inserto Maglumi series fully-auto chemiluminescence immunoassay analyzer.

Etapa 5. Monitoreo de comportamiento.

Los registros sociales se identificaron mediante cámaras de monitoreo, analizados de forma semanal. En este procedimiento, se analizó el comportamiento que presentaron los animales desde las 6am a 6pm, una vez a la semana durante 7 sesiones.

Etapa 6. Registro de datos

Los registros de datos sobre los parámetros productivos (consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, ganancia de peso) y el comportamiento social fueron registrados semanalmente. La calidad de la carcasa y peso a la canal fueron analizados posteriormente del sacrificio.

Una vez obtenidos los datos totales al finalizar con el procedimiento descrito, se procedió a registrar y tabular los datos para su respectivo análisis de resultados.

Los registros sociales se identificaron mediante cámaras de monitoreo, analizados de forma semanal. En este procedimiento, se monitoreó el comportamiento que presentaron los animales de 6am a 6pm, una vez a la semana durante 7 sesiones.

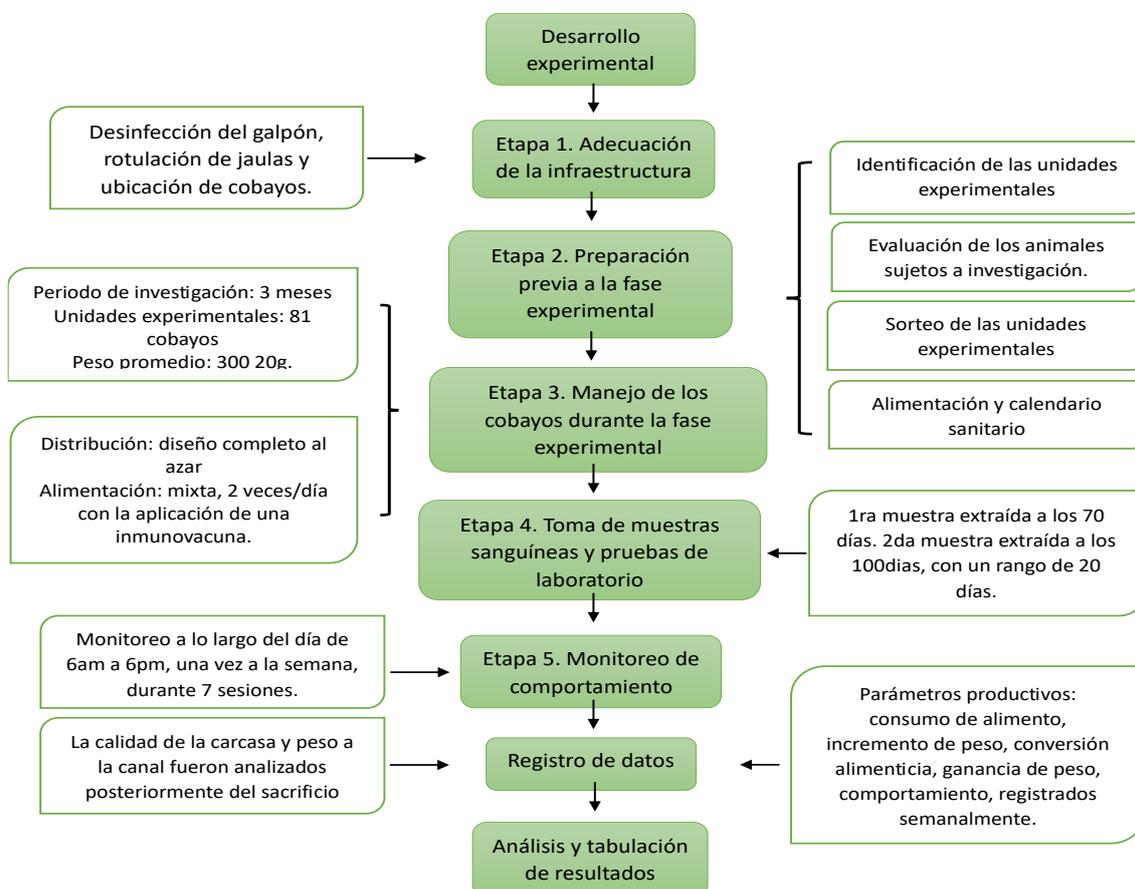


Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento experimental

Fuente: Autor

Procesamiento de los parámetros de producción y comportamiento

Consumo de alimento

El consumo de alimento se ajustó en función del peso y la edad de los animales (10% de materia seca y balanceado de acuerdo al peso vivo de cada animal), se registró la ración de alimento ofrecida y la rechazada, durante el periodo de experimentación.

$$\text{Cons. Alimento} = \text{Alimen. Suministrado} - \text{Alimen. Sobrante}$$

Ganancia de peso

La ganancia de peso de los cobayos fue determinada tomando en cuenta el peso final, el cual se lo restó del peso inicial, a lo largo de los ensayos. Para obtener el registro de los pesos de los sujetos experimentales, éstos fueron pesados al inicio del experimento y posteriormente cada 7 días.

$$Ganancia\ peso = P.\ Inicial - P.\ Final$$

Conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia es un indicador que permite proporcionar una adecuada premisa de la eficiencia de un alimento o estrategia de alimentación (Villarroel, 2021).

En el presente proyecto de investigación, el factor de conversión alimenticia (FCA) fue calculado como se representa a continuación:

$$FCA = \frac{Consumo\ de\ alimento}{Incremento\ peso}$$

Comportamiento

El comportamiento se basó en la contabilización de las interacciones ofensivas y defensivas para lo cual se utilizaron cámaras de video.

Análisis Estadístico:

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), 81 unidades experimentales, 3 repeticiones por tratamiento a 3 densidades de 6,9 y 12 cobayos respectivamente. A los datos se les comprobó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianza (Prueba de Levene) y de distribución normal (Shapiro Wilks modificado), a los datos que no mostraron una distribución normal se los analizo mediante la prueba no paramétrica de kruskal Wallis con el 5% de significación y los datos que mostraron distribución normal se utilizó ANOVA como prueba paramétrica.

Resultados

Tabla 7

Peso semanal de los cobayos bajo tres tratamientos.

| TRATAMIENTOS | PESO SEMANAL (g) | | | | | | | | |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | INICIAL | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | CANAL |
| T0 | 595,92 ^a | 670,56 ^a | 725,61 ^a | 763,06 ^a | 798,93 ^a | 845,04 ^a | 882,40 ^a | 916,11 ^a | 718,17 ^a |
| T1 | 574,92 ^a | 657,22 ^a | 713,95 ^a | 755,41 ^a | 811,30 ^a | 851,20 ^a | 893,12 ^a | 934,63 ^a | 755,25 ^a |
| T2 | 599,69 ^a | 688,51 ^a | 731,83 ^a | 769,61 ^a | 813,73 ^a | 861,04 ^a | 910,20 ^a | 963,81 ^a | 716,25 ^a |
| P valor | 0,2673 | 0,5575 | 0,8226 | 0,8288 | 0,7953 | 0,651 | 0,4231 | 0,1815 | 0,3791 |
| C.V | 2,87 | 4,93 | 4,8 | 3,66 | 3,45 | 2,37 | 2,62 | 2,7 | 10,43 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Analizados los pesos semanales de los cuyes sometidos a tres tratamientos (T0, T1 y T2), no se registró diferencias estadísticas ($p > 0,05$), durante ninguna fase del experimento; sin embargo, se evidencia que el peso más alto de los cobayos lo alcanza el tratamiento T2 con 963,81 g/cuy, los datos de exhiben en el Tabla 7.

Tabla 8

Peso semanal de los cobayos bajo tres densidades.

| DENSIDAD | PESO SEMANAL (g) | | | | | | | | |
|----------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | INICIAL | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | P canal |
| D1 | 627,56 ^b | 706,28 ^a | 758,50 ^a | 797,05 ^a | 839,10 ^a | 882,45 ^b | 920,68 ^b | 959,93 ^b | 706,28 ^a |
| D2 | 583,70 ^{ab} | 680,93 ^a | 739,87 ^a | 771,52 ^a | 824,33 ^a | 866,17 ^{ab} | 922,95 ^b | 973,27 ^b | 680,93 ^a |
| D3 | 559,28 ^a | 629,19 ^a | 673,03 ^a | 719,61 ^a | 760,53 ^a | 808,67 ^a | 842,10 ^a | 881,36 ^a | 629,19 ^a |
| P valor | 0,0189 | 0,1033 | 0,0809 | 0,0628 | 0,0526 | 0,0235 | 0,0217 | 0,022 | 0,1033 |
| C.V | 2,87 | 4,93 | 4,8 | 3,66 | 3,45 | 2,37 | 2,62 | 2,7 | 4,93 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Analizados los resultados del peso semanal de los cuyes manejados bajo tres densidades (D1, D2 y D3), se registró diferencia estadística ($p < 0,05$), durante la fase de engorde (5, 6, 7 semanas), alcanzando el mayor peso en la semana 5 la densidad D1 con 882,45 g/cuy, y en las semanas 6, 7 la densidad D2 con 922,95 y 973, 27 g/cuy respectivamente; mientras que, en la fase de crecimiento al igual que el peso a la canal no se observó diferencia estadística significativa ($p > 0,05$), los datos se exhiben en el Tabla 8.

Tabla 9

Ganancia de peso bajo tres tratamientos.

| TRATAMIENTOS | GANANCIA DE PESO (g) | | | | | | |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| T0 | 74,64 ^a | 55,05 ^a | 37,45 ^a | 35,87 ^a | 46,11 ^a | 37,33 ^a | 33,71 ^a |
| T1 | 82,31 ^a | 56,73 ^a | 41,46 ^a | 55,89 ^a | 39,90 ^a | 41,92 ^a | 41,51 ^a |
| T2 | 88,92 ^a | 43,22 ^a | 37,88 ^a | 44,02 ^a | 47,30 ^a | 49,16 ^a | 53,61 ^a |
| P valor | 0,6158 | 0,1124 | 0,7884 | 0,2555 | 0,7172 | 0,3214 | 0,2063 |
| C.V | 20,39 | 12,39 | 19,47 | 27,55 | 25,76 | 19,48 | 26,09 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

En cuanto a incremento de peso semanal de los cuyes sometidos a tres tratamientos (T0, T1 y T2), no se registró diferencia estadística ($p > 0,05$), durante ninguna fase; no obstante, durante el período de engorde se evidencia que la mayor ganancia de peso se alcanza con el tratamiento T2, datos que se presentan en el Tabla 9.

Tabla 10

Ganancia de peso bajo tres densidades.

| DENSIDAD | GANANCIA DE PESO (g) | | | | | | |
|----------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| D1 | 78,72 ^a | 38,55 ^a | 38,55 ^a | 42,05 ^a | 43,35 ^a | 38,23 ^a | 39,25 ^a |

| | | | | | | | |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| D2 | 97,23 ^a | 31,65 ^a | 31,65 ^a | 52,82 ^a | 41,83 ^a | 56,78 ^a | 39,26 ^a |
| D3 | 69,92 ^a | 46,59 ^a | 46,59 ^a | 40,92 ^a | 48,13 ^a | 33,43 ^a | 50,32 ^a |
| P valor | 0,1043 | 0,1653 | 0,1653 | 0,4986 | 0,7919 | 0,0546 | 0,4517 |
| C.V | 20,39 | 12,39 | 19,47 | 27,55 | 25,76 | 19,48 | 26,09 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

En cuanto a incremento de peso semanal de los cuyes sometidos a tres densidades, (D1, D2 y D3), no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0,05$); sin embargo, en la semana 1, 4 y 6 se alcanzó el mejor incremento de peso con la densidad D2; mientras que en la semana 2, 3, 5 y 7 el mayor peso se logró con la densidad D3, los datos se exhiben en el Tabla 10.

Tabla 11

Consumo de alimento bajo tres tratamientos.

| TRATAMIENTOS | CONSUMO DE ALIMENTO (g) | | | | | | |
|----------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| T0 | 276,15 ^a | 209,32 ^a | 144,19 ^a | 118,58 ^a | 161,01 ^a | 120,95 ^a | 107,25 ^a |
| T1 | 312,08 ^a | 200,27 ^a | 141,43 ^a | 185,66 ^a | 140,40 ^a | 152,64 ^a | 140,97 ^a |
| T2 | 306,11 ^a | 163,72 ^a | 131,80 ^a | 150,75 ^a | 161,78 ^a | 176,94 ^a | 172,18 ^a |
| P valor | 0,603 | 0,2012 | 0,8816 | 0,2355 | 0,7794 | 0,3214 | 0,3982 |
| C.V | 14,74 | 13,95 | 22,45 | 26,31 | 26,4 | 19,48 | 37,11 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Por cuanto a consumo de alimento de los cobayos sometidos a tres tratamientos (T0, T1 y T2), se puede concluir que no existe diferencia estadística ($p > 0,05$), observando que el pico más alto de consumo se registró en la semana 4 dentro del tratamiento T1 con 185,66 g/cuy, los datos se exhiben en el Tabla 11.

Tabla 12**Consumo de alimento bajo tres densidades.**

| DENSIDAD | CONSUMO DE ALIMENTO (g) | | | | | | |
|----------------|-------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| D1 | 282,03 ^a | 175,22 ^a | 120,05 ^{ab} | 126 ^a | 134,30 ^a | 100,56 ^a | 94,35 ^a |
| D2 | 347,32 ^a | 202,83 ^a | 102,92 ^a | 162,48 ^a | 125,36 ^a | 202,16 ^a | 150,09 ^a |
| D3 | 264,99 ^a | 195,26 ^a | 194,45 ^b | 166,51 ^a | 203,54 ^a | 147,81 ^a | 175,96 ^a |
| P valor | 0,1644 | 0,4894 | 0,0464 | 0,4634 | 0,1421 | 0,0947 | 0,2591 |
| C.V | 14,74 | 13,95 | 22,45 | 26,31 | 26,4 | 27,65 | 37,11 |

El consumo de alimento registrado de los cobayos sometidos a tres densidades (D1, D2 y D3), muestran una diferencia estadística de ($p < 0,05$) en la semana 3, alcanzando el consumo más alto la densidad D3 con 194,45 g/cuy, no registrando diferencia estadística ($P > 0,05$) en el resto del periodo experimental, los datos se exhiben en el Tabla 12.

Tabla 1.**Conversión alimenticia bajo tres tratamientos.**

| TRATAMIENTOS | CONVERSION ALIMENTICIA | | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| T0 | 3,74 ^a | 3,83 ^a | 3,98 ^b | 3,36 ^a | 3,37 ^a | 3,31 ^a | 3,07 ^a |
| T1 | 3,85 ^a | 3,60 ^a | 3,37 ^a | 3,32 ^a | 3,54 ^a | 3,64 ^a | 3,49 ^a |
| T2 | 3,49 ^a | 3,83 ^a | 3,49 ^{ab} | 3,50 ^a | 3,47 ^a | 3,63 ^a | 3,22 ^a |
| P valor | 0,6343 | 0,5041 | 0,0359 | 0,4941 | 0,8596 | 0,7706 | 0,6561 |
| C.V | 12,91 | 6,73 | 3,91 | 5,29 | 10,79 | 17,48 | 16,41 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Los resultados de la conversión alimenticia de los cuyes sometidos a tres tratamientos (T0, T1 y T2), nos demuestra que existe diferencia estadística ($p < 0,05$) durante la semana 3, alcanzando la mejor conversión alimenticia el T1 con 3,37; no encontrando diferencia estadística ($p > 0,05$) en el resto del periodo experimental, los datos se exhiben en el Tabla 13.

Tabla 2.*Conversión alimenticia bajo tres densidades.*

| DENSIDAD | CONVERSION ALIMENTICIA (g) | | | | | | |
|----------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| D1 | 3,60 ^a | 3,35 ^a | 3,12 ^a | 3,00 ^a | 3,10 ^a | 2,71 ^a | 2,35 ^a |
| D2 | 3,58 ^a | 3,45 ^a | 3,27 ^a | 3,10 ^a | 3,01 ^a | 3,56 ^a | 3,03 ^{ab} |
| D3 | 3,90 ^a | 4,46 ^b | 4,16 ^b | 4,08 ^b | 4,27 ^b | 4,31 ^a | 4,39 ^b |
| P valor | 0,6856 | 0,0101 | 0,0073 | 0,0032 | 0,025 | 0,0794 | 0,0225 |
| C.V | 12,91 | 6,73 | 3,91 | 5,29 | 10,79 | 17,48 | 16,41 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Los resultados de la conversión alimenticia de los cuyes manejados bajo tres densidades (D1, D2 y D3), nos muestran diferencia estadística ($p < 0,05$) a partir de la semana 2 a 7 del período experimental, logrando la mejor conversión alimenticia la densidad D1 con excepción en la semana 5, los datos se exhiben en el Tabla 14.

Tabla 3.*Lesiones en carcasa bajo tres tratamientos.*

| TRATAMIENTOS | LESIONES EN CARCASA | |
|----------------|---------------------|---------------------|
| | CIRCULAR | TRANSVERSA |
| T0 | 21, 25 ^a | 3,00 ^a |
| T1 | 26,00 ^a | 3, 83 ^a |
| T2 | 30, 25 ^a | 9, 83 ^a |
| P valor | 0,6245 | 0,1428 ^a |
| C.V | 87,32 | 161,42 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Los resultados de lesiones en carcasa de los cobayos sometidos a tres tratamientos (T0, T1 y T2), nos demuestra que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($p > 0,05$); sin embargo, se observa un incremento en el número de lesiones tanto circulares como transversales con el tratamiento T2, registrando 30,25 y 9,83 % de lesiones

respectivamente y la menor cantidad de lesiones la registra el tratamiento control T0 con 21,25 % de lesiones circulares y 3 lesiones transversas, los datos se exhiben en el Tabla 15.

Tabla 4.

Lesiones en carcasa bajo tres densidades.

| DENSIDAD | LESIONES EN CARCASA | |
|----------------|---------------------|--------------------|
| | CIRCULAR | TRANSVERSA |
| D1 | 23, 17 ^a | 3,08 ^a |
| D2 | 24, 83 ^a | 6, 67 ^a |
| D3 | 29, 5 ^a | 6, 67 ^a |
| P valor | 0,7772 | 0,5109 |
| C.V | 87,32 | 161,42 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Analizados los datos de las lesiones en carcasa de los animales sometidos a tres densidades (D1, D2 y D3), nos muestra que no existe cambios estadísticos de ($p > a 0,05$), sin embargo, la densidad que posee más lesiones tanto circulares como transversas es la densidad D3 con (29,5 y 6,67) mientras que la menos afectada es la densidad D1 con (23,17 y 3,08), los datos se exhiben en el Tabla 16.

Tabla 5.*Conducta de agresividad bajo tres tratamientos.*

| TRATAMIENTOS | CONDUCTA DE AGRESIVIDAD SEMANAL (G) PELEAS/SEMANA | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | |
| | OFENSIV A | DEFENSIV A | OFENSIV A | DEFENSIV A | OFENSIV A | DEFENSIV A | OFENSIV A | DEFENSIV A | OFENSIV A | DEFENSIV A | OFENSIV A | DEFENSIV A | OFENSIV A | DEFENSIV A |
| T0 | 74,67 ^a | 53,67 ^a | 76 ^a | 53,67 ^a | 76 ^a | 56,67 ^a | 77,33 ^a | 57,67 ^a | 28,67 ^a | 30,67 ^a | 23 ^a | 30,67 ^a | 19,67 ^a | 30,67 ^a |
| T1 | 89,67 ^a | 1,67 ^{ab} | 91,33 ^a | 71,67 ^{ab} | 92 ^{ab} | 68 ^{ab} | 94,67 ^{ab} | 69,33 ^{ab} | 24 ^a | 31,33 ^a | 20,33 ^a | 26,67 ^a | 21 ^a | 31 ^a |
| T2 | 99,67 ^a | 80,33 ^b | 94,67 ^a | 78,67 ^b | 95,33 ^b | 75,33 ^b | 95 ^b | 77,67 ^b | 32 ^a | 34 ^a | 20 ^a | 39,67 ^a | 23,67 ^a | 39,67 ^a |
| P valor | 0,3214 | 0,1012 | 0,2821 | 0,1012 | 0,0964 | 0,0089 | 0,0929 | 0,0036 | 0,4393 | 0,7381 | 0,8607 | 0,3821 | 0,8964 | 0,4738 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Analizados los resultados de la conducta de agresividad de los cuyes manejados bajo tres tratamientos (T0, T1 y T2), se observó diferencia estadística ($p < 0,05$) en lo que respecta a la conducta ofensiva durante las semanas 3 y 4, alcanzando la menor agresividad (números de peleas) el tratamiento T0 con 76 y 77,33 peleas respectivamente. En cuanto a la conducta defensiva se observó diferencia estadística ($p < 0,05$) durante la semana 1, 2, 3 y 4 del experimento, registrando el dato más bajo el tratamiento T0 con 53,67, 53,67, 56,67 y 57,67 respectivamente, los datos se exhiben en el Tabla 17.

Tabla 6.*Conducta de agresividad bajo tres densidades.*

| DENSIDAD | CONDUCTA DE AGRESIVIDAD SEMANAL (G) | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | |
| | OFENSIVA | DEFENSIVA | OFENSIVA | DEFENSIVA | OFENSIVA | DEFENSIVA | OFENSIVA | DEFENSIVA | OFENSIVA | DEFENSIVA | OFENSIVA | DEFENSIVA | OFENSIVA | DEFENSIVA |
| D1 | 76 ^a | 59,67 ^a | 78,67 ^a | 59,67 ^a | 80,33 ^a | 61,67 ^a | 82,67 ^a | 65 ^a | 32,33 ^a | 34 ^a | 21,33 ^a | 32,33 ^a | 20,33 ^a | 33,67 ^a |
| D2 | 87,33 ^{ab} | 67 ^a | 87,33 ^{ab} | 67 ^a | 86,67 ^a | 68,33 ^a | 88 ^a | 67,33 ^a | 34 ^{ab} | 36,33 ^{ab} | 28 ^{ab} | 35,33 ^a | 27 ^{ab} | 39,67 ^{ab} |
| D3 | 100,67 ^b | 79 ^a | 96 ^b | 77,33 ^a | 96,33 ^a | 70 ^a | 96,33 ^a | 72,33 ^a | 18,33 ^b | 25,67 ^b | 14 ^b | 29,33 ^a | 17 ^b | 28 ^b |
| P valor | 0,0964 | 0,2179 | 0,1071 | 0,2488 | 0,2786 | 0,6643 | 0,3321 | 0,8393 | 0,0679 | 0,0036 | 0,0214 | 0,8536 | 0,0036 | 0,1286 |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Los resultados de la conducta de agresividad de los cuyes manejados bajo tres densidades (D1, D2 y D3), se observó diferencia estadística ($p < 0,05$) en lo que respecta a la conducta ofensiva durante las semanas 2, 5, 6 y 7, alcanzando la menor agresividad (números de peleas) en la densidad D1 con 78,67; 32,33; 21,33 y 20,33 peleas respectivamente. En cuanto a la conducta defensiva se observó diferencia estadística ($p < 0,05$) durante la semana 5 y 7 del experimento, registrando el dato más bajo la densidad D3 con 25,67 y 28,00 respectivamente, los datos se exhiben en el Tabla 18.

Tabla 7.*Niveles de testosterona sérica bajo tres tratamientos.*

| TRATAMIENTOS | NIVELES DE TESTOSTERONA SERICA ng/mL | | REDUCCIÓN DE TESTOSTERONA ENTRE FASES |
|----------------|---|--------------------|---|
| | INICIAL | FINAL | |
| T0 | 10,47 ^a | 6,46 ^a | 4,01 |
| T1 | 9,9 ^a | 7,63 ^a | 2,27 |
| T2 | 8,97 ^a | 10,18 ^a | + 1,21 |
| P valor | 0,5601 | 0,1087 | |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Los resultados de los niveles de testosterona sérica de los cuyes manejados bajo tres tratamientos (T0, T1 y T2), nos demuestra que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($p > a 0,05$); no obstante, el nivel más alto de incremento de testosterona se registra con el tratamiento T2, con 1,21 ng/mL, y una menor reducción en el tratamiento control T0, los datos se exhiben en el Tabla 19.

Tabla 8.*Niveles de testosterona sérica bajo tres densidades.*

| DENSIDAD | NIVELES DE TESTOSTERONA SERICA ng/mL | | REDUCCIÓN DE TESTOSTERONA ENTRE FASES |
|----------------|---|-------------------|---|
| | INICIAL | FINAL | |
| D1 | 7,89 ^a | 6,03 ^a | 1,86 |
| D2 | 12,75 ^b | 9,61 ^a | 3,14 |
| D3 | 8,7 ^a | 8,62 ^a | 0,08 |
| P valor | 0,0092 | 0,1992 | |

Elaborada por: Los autores Año: 2023

Analizados los resultados de los niveles de testosterona sérica de los cuyes sometidos a tres densidades (D1, D2 y D3), nos demuestra que no existe diferencia estadística entre densidades ($p > 0,05$); sin embargo, la mayor reducción de los niveles de testosterona se registra en la densidad D2 (9 cobayos) con 3,14 ng/mL, los datos se exhiben en el Tabla 20.

Discusión

Los resultados correspondientes a los parámetros de producción de los cobayos bajo análisis, determinaron que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($p > 0.05$); no obstante, el análisis entre densidades mostró diferencia estadística en todas las variables productivas analizadas ($p < 0.05$), alcanzando la mejor conversión y el mayor peso al final del experimento la D2 (9 cuyes) con 973,27 g y una conversión alimenticia acumulada de 3 para la D1 (6 cuyes). Los resultados difieren de los reportados por Velapatiño, 2019 quien aplicó diferentes dosis de la vacuna anti GnRH y determinó que 0,25 ml de vacuna mejora el peso de los animales registrando 996,18 g/cuy al final de la etapa de estudio. Los resultados en base a densidad concuerdan con los valores reportados por Garces, 2020 quien refiere efecto positivo sobre el peso final de los cobayos con un menor número de animales por metro cuadrado (8:1), registrando un peso final de 968,75 g/cuy.

Por otra parte, resultados similares con los de este estudio, reporta López, (2014) con la aplicación de 0,25 ml de Innosure/cuy alcanzando los animales un peso final de 685,71 g/cuy; datos que son apoyados por Bautista (2018), quien administró 0,20 ml de Innosure/cuy y reportó el mayor incremento de peso con 261,3 g/cuy.

Quizá la diferencia de resultados obtenidos difieran por la dosis aplicada de Innosure, sistema de producción, densidad de los animales por metro cuadrado, programa de alimentación, entre otros factores.

En cuanto a las lesiones en carcasa los resultados no mostraron diferencia estadística ($p > 0.05$), entre los animales que recibieron la vacuna Innosure frente a los testigos, asegurando que la vacuna no disminuyó la agresividad y, por lo tanto, se encontró lesiones en piel tanto circulares como transversas; no obstante, se observó que la densidad manejada influye positivamente en la reducción de lesiones al disminuir la agresividad de los cobayos. Los datos difieren de los reportados por Velapatiño, (2019) quien en su estudio aplicó 4 diferentes dosis de inmuoesterilizador en cuyes, no encontrando lesiones en carcasa en los animales bajo experimentación.

Sin embargo, los datos concuerdan con (Bautista, 2018; López, 2014) quien aplicó 3 dosis de Innosure a razón de 0. 10, 0.15 y 0. 20 cc, registrando traumatismos y lesiones

en carcasa, además de la presencia de quemaduras provocadas por la aplicación de la vacuna (innosure), lo que no se observó en nuestro estudio.

En lo que respecta a agresividad ofensiva y defensiva de cobayos manejados bajo 3 tratamientos (T0, T1 y T2), se observó diferencia estadística ($p < 0,05$), encontrando que los cuyes del tratamiento testigo disminuyeron la agresividad en la semana 3 y 4, deduciendo que la aplicación de diferentes dosis de Innosure no consiguió regular el comportamiento social de la especie. Sin embargo, entre densidades manejadas se registró diferencias estadísticas ($p < 0,05$), con menor agresividad ofensiva en la D1 a la semana 2, 5, 6 y 8; en cuanto a la conducta defensiva en la D3 durante la semana 5 y 7.

Los datos concuerdan con López, (2014) quien en su estudio aplicó 4 dosis de Innosure (0.10, 0.15, 0.20 y 0.25cc) en cobayos de 30 días y encontró que en todos los tratamientos existieron peleas, en diferentes grados de agresividad lo que desencadenó un daño en la calidad de carcasa. Sin embargo, estos resultados difieren a los encontrados por Bautista, (2018) quien utilizó 3 tratamientos (Ácido Láctico, Cloruro de Calcio e Inmunocastración), en dosis de 0.10, 0.15 y 0.20 cc, encontrando menor agresividad en el grupo tratado con Innosure.

Los cobayos que recibieron la vacuna Innosure o fueron expuestos a tres densidades diferentes (6, 9, 12) no mostraron una disminución significativa en sus niveles de testosterona. En este contexto, los resultados de esta investigación difieren de los expuestos por Falconi (2015), quien reporta que la aplicación Innosure vía subcutánea a dosis de 0.3ml, con un intervalo de 15 días con 4 dosis, disminuye los niveles de testosterona en un promedio de 0,75 ng/ml post-experimentación.

Conclusiones

- Los niveles de testosterona de cobayos destetados de un genotipo mejorado oscilan en rangos de 8.97 – 10.47 ng/mL, y con la aplicación de vacuna Innosure a dosis de 0.10 y 0.20/ml/cuy a los 50 y 80 días de edad del animal, no disminuyen significativamente, pudiendo incrementar estos niveles a 11.39 ng/mL tras la aplicación de 0.20 ml de Innosure.

- Los parámetros productivos de cuyes tratados con Innosure no se vieron afectados positivamente respecto al tratamiento control.
- La conducta de agresividad y defensa de los cuyes que recibieron las dosis de Innosure y que fue analizada a través del número de peleas observadas por semana/núcleo, incrementó frente al grupo testigo; no obstante, el análisis de la conducta agresiva y defensiva con densidades diferentes (6, 9 y 12 /cuyes/núcleo) mostró reducción del número de peleas en la densidad manejada con 6 cuyes/núcleo.
- De forma general, la aplicación de diferentes dosis de Innosure en cobayos (*Cavia porcellus*) machos destetados no disminuye la producción de testosterona, no incrementa el desarrollo productivo y no regula el comportamiento social de la especie.

Recomendaciones

- El nivel de testosterona en cuyes destetados pudiera diferir por la edad, línea, densidad; entre otros factores, siendo necesario realizar nuevas investigaciones que apoyen los datos referidos en esta investigación.
- Con el objetivo de proteger el bienestar de los animales, se sugiere explorar nuevas opciones para reducir los niveles de testosterona y agresividad con el fin de mejorar la calidad de la carne, como alternativas a las técnicas tradicionales (como castración quirúrgica, castración química o extirpación de espícula peneana), las cuales pueden causar dolor a los cobayos.
- Incluir nuevos estudios con Inmunocastración, tiempo de vacunación y frecuencia de vacunación, variables que pueden afectar directa e indirectamente sobre los parámetros productivos y de comportamiento.

Bibliografía

1. Anderson, N., 2015. Castration of Calves. Disponible en: <https://www.avma.org/sites/default/files/resources/castration-cattle-bgnd.pdf>
2. Aponte, P., Gutiérrez, M., Sánchez, E., & García, M. (2018). Active immunization against GnRH in pre-pubertal domestic mammals: Testicular morphometry, histopathology and endocrine responses in rabbits, guinea pigs and ram lambs. *Animal*, 12(4), 784-793. doi:10.1017/S1751731117002129
3. Apráez, E., Fernández, L., & Hernández, A. (2011). 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*, 5(1), 20-25.
4. Aucapiña, C., y Marín, A. (2016). Efecto de la extirpación de las espículas del glánde 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 pregrado, Universidad de Cuenca], repositorio institucional, obtenido de: [chrome extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24782/3/1.TESIS%20CUYES.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24782/3/1.TESIS%20CUYES.pdf)
5. Avilés, D., Martínez, A., Landi, V., & Delgado, J. (2014). El cuy (*Cavia porcellus*): Un recurso andino de interés agroalimentario The guinea pig (*Cavia porcellus*): An Andean resource of interest as an agricultural food source. *Animal Genetic Resources/Resources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales*, 55, 87-91. doi:10.1017/S2078633614000368
6. Barahona, M., y Qishpe, O., (2012). Inducción de superovulación en cobayas primerizas, usando gonadotropina sérica con tres dosis diferentes. [Tesis pregrado, Universidad Central del Ecuador], repositorio institucional obtenido de: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/653/1/T-UCE-0014-19.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/653/1/T-UCE-0014-19.pdf)
7. Bautista, S., (2018). Evaluación de tres técnicas de castración en cuyes (*Cavia porcellus*) y su influencia en el comportamiento y productividad. [Tesis pregrado, Universidad de Guayaquil], repositorio institucional obtenido de: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32844/1/2018-%20304%20Bautista%20Deleg%20Sirley%20Veronica.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32844/1/2018-%20304%20Bautista%20Deleg%20Sirley%20Veronica.pdf)
8. Campal, A., Junco, A., Fuentes, F., Calzada, L., & Bover, A. C. (2020). Vacunas anticonceptivas y para inmunocastración. Su aplicación en la Medicina Veterinaria. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 12(2). <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.760>
9. Candek, M., Skrlep, M., & Zamaratskaia, G. (2017). Immunocastration as Alternative to Surgical Castration in Pigs. *Theriogenology*. InTech. doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.68650>

10. Cantaro, J., Sarria, J., & Cayetano, J., (2020). Crecimiento De Cuatro Genotipos De Cuyes (*Cavia Porcellus*) Bajo Dos Sistemas De alimentación». Ciencia Y Tecnología Agropecuaria, 21(3), 1-13, doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437
11. Castro, J. y Chirinos, D., (2021). Nutritional value of some raw materials for guinea pigs (*Cavia porcellus*) feeding. Translational Animal Science, vol. 5(2). doi: <https://doi.org/10.1093/tas/txab019>
12. Chauca, L. (1992). Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.
13. Coetzee, J., Nutsch, A., Barbur, L., & Bradburn R., (2010). A survey of castration methods and associated livestock management practices performed by bovine veterinarians in the United States. BMC Vet Res 6 (12). <https://doi.org/10.1186/1746-6148-6-12>
14. Crespo, N., (2012). La carne de cuy: nuevas propuestas para su uso. [Tesis pregrado, Universidad de cuenca], repositorio institucional obtenido de: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1563/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n.pdf>
15. District, P. N. Maglumi Anti-HBs (CLIA).
16. Falconi, A. (2015). Evaluación de la inmunoesterilización como alternativa a la esterilización quirúrgica tradicional en diferentes parámetros hormonales en cuyes (*Cavia porcellus*) como modelo experimental en el Ceypsa. [Tesis pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi], repositorio institucional, obtenido de: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2791>
17. García, C., & Martínez, I., (2009). Ventajas del método de quimioluminiscencia frente al de radioinmunoanálisis (RIA). Visión Científica, 1, 60.
18. Garces, K., (2020). Densidad de empadre su influencia reproductiva bajo la aplicación de tres tratamientos en cobayos (*Cavia porcellus*) en milagro –guayas. [Tesis pregrado, Universidad agraria del Ecuador], repositorio institucional, obtenido de: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GARCES%20FUENTES%20KEVIN%20ALEXANDER.pdf>
19. Guilmette, J., Langlois I., Hélie, P, y Warrak, O., (2015). Comparative study of 2 surgical techniques for castration of guinea pigs (*Cavia porcellus*). Can J Vet Res. 79(4):323-8. doi: PMID: 26424914; PMCID: PMC4581678.
20. Huston, C., (2015). The Basics of Castration. Mississippi State: Disponible en: https://extension.msstate.edu/sites/default/files/topic-files/cattle-business-mississippi-articles/cattle-business-mississippi-articles-landing-page/vet_sep2015.pdf.
21. Instituto nacional de innovación agraria, (2021). Manejo reproductivo en la crianza de cuyes. Santa Ana - Huancayo: Disponible en: [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1546/1/Manejo reproductivo en la crianza de cuyes.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1546/1/Manejo%20reproductivo%20en%20la%20crianza%20de%20cuyes.pdf).
22. Kouakou, D., Grongnet, F., Assidjo, E., Thys, E., Marnet, G., Catheline D., Legrand, P., Kouba, M., (2013). Effect of a supplementation of Euphorbia

- heterophylla on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus*). *Meat Science*, 93(4), 821-6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.036>
23. Lammers, P., Carlson, S., Zdorkowski, G. & Honeyman, M., (2009). Reducing food insecurity in developing countries through meat production: The potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 24,155-162. doi: <https://doi.org/10.1017/S1742170509002543>
 24. Lin-Schilstra, L., & Ingenbleek, P., (2022). A Scenario Analysis for Implementing Immunocastration as a Single Solution for Piglet Castration. *Animals*.12(13):1625. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12131625>
 25. López, W., (2014). Inmunocastración en cuyes (*Cavia porcellus*) a diferentes dosis y edades en la parroquia, Cristóbal Colón, cantón Montúfar, provincia del Carchi. [Tesis pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi], repositorio institucional, obtenido de: <https://xdoc.mx/documents/233-inmunocastracion-en-cuyes-5c37a6aab1f10>
 26. Medical american veterinary., (2014). Literature Review on the Welfare Implications of Castration of Cattle. Disponible en: <https://www.avma.org/sites/default/files/resources/castration-cattle-bgnd.pdf>.
 27. Miesner, M., & Anderson, D., (2015). Surgical Management of Common Disorders of Feedlot Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 31(3),407-424. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.05.011>
 28. Mínguez, C., Calvo, A., Zeas, V., y Sánchez, D., (2019). A comparison of the growth performance, carcass traits, and behavior of guinea pigs reared in wire cages and floor pens for meat production. *Meat Science*, 152, 38-40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.012>
 29. Niba, A., Djoukam, J., Tegua, A., Kudi, A. & Loe, J., (2004). Influence of Level of Cottonseed Cake in the Diet on the Feed Intake, Growth Performance and Carcass Characteristics of Guinea Pigs in Cameroon. *Tropicultura*, vol. 22.
 30. Oliviero, C., Ollila, A., Andersson, M., Heinonen, M., Voutilainen, L., Serenius, T. & Peltoniemi, O., (2016). Strategic use of anti-GnRH vaccine allowing selection of breeding boars without adverse effects on reproductive or production performances. *Theriogenology*, 85(3), 476-482. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X15004987>
 31. Orrego, F., (2022). características espermáticas y testiculares en dos edades y tres razas de cuyes. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina], repositorio institucional, obtenido de: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5644/orrego-vasquez-fernando-javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
 32. Paixão, G., Fontela, S., Marques, J., Esteves, A., Charneca, R. & Payan, R., (2021). Long-Term Immunocastration Protocols Successfully Reduce Testicles' Size in Bísaro Pigs. *Animals*, 11(3),632. doi: <https://doi.org/10.3390/ani11030632>
 33. Quevedo, M., (2012). Agro industrialización de la carne de cuy. *Revista Guillermo de Ockham*, 10(2), 217-218.
 34. Rosales, C., Rodas, E., Nieto, P., Torres, Carlos., Gordillo, B., Aucapiña, C., & Marín, D., (2018). Effect of extirpation of guinea pig (*Cavia porcellus*) penile

- spicules on carcass yield compared to chemical castration with 2% iodized alcohol. REDVET, 19(4).
35. Rydhmer, L., Lundström, K. & Andersson, K., (2010). Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal*, 4(6), 965-972. doi: <https://doi.org/10.1017/S175173111000011X>
 36. Sánchez, D., Barba, L., Morales, A. & Palmay, J., (2018). Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. *Meat Science*, 143, 165-176. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.004>
 37. Sen, Ç., Yumusak, N., Faundez, R., Temamoğullari, F. & Taşkin, A., (2017). Evaluation of intra-testicular injections of calcium chloride and 4-vinylcyclohexene 1,2 monoepoxide for chemical sterilization in Guinea pigs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 20(2), 251–260. doi: 10.1515/pjvs-2017-0030
 38. Singh, G., Kumar, A., Ravi, D., Arjun, V. & Jain, V., (2020). Chemical Castration in Animals: An Update. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 9(4), 2787-2807. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.904.329>
 39. Škrlep, M., Šegula, B., Zajec, M., Kastelic, M., Košorok, S., Fazarinc, G., & Čandek, M., (2010). Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs I: Growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slovenian Veterinary Research*, 47(2), 57-64.
 40. Soffe, S., (2018). 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 pregrado, Universidad de las Américas], repositorio institucional, obtenido de: <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9979>
 41. Toalongo, F., 2020. Elaboración de un etograma de machos reproductores de cobayos (*Cavia porcellus*) en un sistema de producción en jaula, mediante el uso de un registro focal continuo. [Tesis pregrado, Universidad Politécnica Salesiana], repositorio institucional, obtenido de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18908>
 42. Unchupaico, I., Quispe, C., Flores, G., & Ancco, E., (2018). Efectos de la inmuoesterilización sobre la ganancia de peso, rendimiento de carcasa y peso de vellón en carnerillos Junín. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(4), 1349-1354. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.14364>
 43. Vega, J., Pujada, H. & Astocuri, K., (2012). Efecto de la castración química en el comportamiento productivo y conductual del Cuy. *Rev. investig. vet. Perú*, 23(1), 52-57.
 44. Velapatiño, S., (2019). Efecto de las dosis de un inmuoesterilizador en cuyes machos destetados sobre el incremento de peso y rendimiento de carcasa huancayo-2017. [Tesis pregrado, Universidad Peruana los Andes]. repositorio institucional, obtenido de: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1417>
 45. Villarroel, J., (2021). Extirpación de las espículas del glande del cuy comparado con otros métodos de castración y su efecto en el rendimiento a la canal [Tesis

- pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. repositorio institucional, obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15634>
46. Zoels, S., Reiter, S., Ritzmann, M., Weiss, C., Numberger, J., Schütz, A., Lindner, P., Stefanski, V., & Weiler, U. (2020). Influences of Immunocastration on Endocrine Parameters, Growth Performance and Carcass Quality, as Well as on Boar Taint and Penile Injuries, 10(2), 346. doi: <https://doi.org/10.3390/ani10020346>
47. Zoetis, 2019. Innosure® vacuna frente al olor sexual de los cerdos machos. Portafolio de productos. Disponible en: <https://www.zoetis.co.cr/products/porcino/innosure.aspx#:~:text=Innosure%20es%20una%20vacuna%20segura,temporal%20de%20la%20funci%C3%B3n%20testicular.>

ANEXOS

Imagen 4. Preparación del galpón (desinfección)

Fuente. Autor



Imagen 5. Rotulación y colocación de jaulas

Fuente. Autor



Imagen 6. Instalación de cámaras

Fuente. Autor



Imagen 7. Llegada y distribución de los cobayos en las jaulas

Fuente. Autor



Imagen 8. Identificación de los animales

Fuente. Autor



Imagen 9. Alimentación con forraje

Fuente. Autor



Imagen 10. Alimentación con balanceado

Fuente. Autor



Imagen 11. Aplicación de la vacuna (innosure)

Fuente. Autor



Imagen 12. Pesaje del alimento

Fuente. Autor



Imagen 13. Pesaje de los animales vivos

Fuente. Autor



Imagen 14. Pesaje de los animales después del sacrificio

Fuente. Autor



Imagen 15. Extracción de la sangre

Fuente. Autor



Imagen 16. Sacrificio de los animales.

Fuente. Autor



Imagen 17. Faenamiento de los animales

Fuente. Autor



Imagen 18. Medición de la calidad de carcasa

Fuente. Autor



Imagen 19. Inmunovacuna (innosure)

Fuente. Autor



Imagen 20. Equipo: MAGLUMI 600 (Quimio luminiscencia)

Fuente. Autor



CLINSA
laboratorio clínico

ANÁLISIS DE SANGRE

Test hormonal

Muestra: Suero sanguíneo
Individuo: Cuy
Test realizado: Testosterona total
Unidades: ng/ml
Metodología: Quimioluminiscencia

| Numero de muestra e identificación | | Valores obtenidos | |
|------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
| Nº | ID | Fecha | |
| | | 05-oct-22 | 28-oct-22 |
| 1 | ToR1 -83 | 6,31 | 8,00 |
| 2 | ToR1 -31 | 9,91 | 1,76 |
| 3 | ToR2 -92 | 16,9 | 8,56 |
| 4 | ToR2 -78 | 15,1 | 0,73 |
| 5 | ToR3 -25 | 3,70 | 4,78 |
| 6 | ToR3 -36 | 10,9 | 14,90 |
| 7 | T1R1 -129 | 6,66 | 2,91 |
| 8 | T1R1 -26 | 9,00 | 1,30 |
| 9 | T1R2 -100 | 8,49 | 12,40 |
| 10 | T1R2 -90 | 14,5 | 17,00 |
| 11 | T1R3 -88 | 1,98 | 11,90 |
| 12 | T1R3 -81 | 14,2 | 0,25 |
| 13 | T2R1 -47 | 8,17 | 11,20 |
| 14 | T2R1 -95 | 7,27 | 11,00 |
| 15 | T2R2 -181 | 17,0 | 11,50 |
| 16 | T2R2 -130 | 4,52 | 7,45 |
| 17 | T3R3 -76 | 8,45 | 7,11 |
| 18 | T3R3 -173 | 8,39 | 9,96 |
| 19 | ToR3 -21 | --- | 8,10 |
| 20 | T1R3 -90 | --- | 8,53 |
| 21 | T2R3 -81 | --- | 3,39 |

Valores de referencia: 2,2 - 10,5 ng/ml

Fuente: inserto Maglumi series Fully-auto chemiluminescence immunoassay analyzer

Responsable de la emisión del informe: Bqf. Carmen Ortega MSc.



Imagen 21. Exámenes de laboratorio (testosterona)

Fuente. Autor

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Josué Daniel Chicaiza Méndez portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **1501166019** y **Melky Rolando Valverde Molina** portador(a) de la cedula de ciudadanía N° **0106076615**. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**Niveles séricos de testosterona en *Cavia porcellus* tratados con Innosure y su influencia sobre el desarrollo productivo**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **23 de mayo de 2023**



Josué Daniel Chicaiza Méndez

C.I. 1501166019



Melky Rolando Valverde Molina

C.I. 0106076615