



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN LA CASTRACIÓN
QUIRURGICA EN CERDOS DE TRES EDADES DIFERENTES**

**RIVERA BONILLA JHONNY ANDRES
MEDICO VETERINARIO**

**TORO SANCHEZ VANESSA PAMELA
MEDICA VETERINARIA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN LA
CASTRACIÓN QUIRURGICA EN CERDOS DE TRES EDADES
DIFERENTES**

**RIVERA BONILLA JHONNY ANDRES
MEDICO VETERINARIO**

**TORO SANCHEZ VANESSA PAMELA
MEDICA VETERINARIA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN LA
CASTRACIÓN QUIRURGICA EN CERDOS DE TRES EDADES
DIFERENTES**

**RIVERA BONILLA JHONNY ANDRES
MEDICO VETERINARIO**

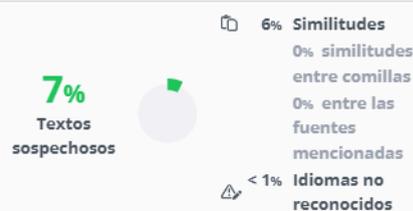
**TORO SANCHEZ VANESSA PAMELA
MEDICA VETERINARIA**

SANCHEZ QUINCHE ANGEL ROBERTO

**MACHALA
2024**



EVALUACIÓN DE LA GANACIA DE PESO EN LA CASTRACIÓN QUIRURGICA EN CERDOS DE TRES EDADES DIFERENTES - RIVERA JHONNY - TORO VANESSA



Nombre del documento: EVALUACIÓN DE LA GANACIA DE PESO EN LA CASTRACIÓN QUIRURGICA EN CERDOS DE TRES EDADES DIFERENTES - RIVERA JHONNY - TORO VANESSA.docx
ID del documento: 84a175c76fe3d81ce1aa8797f8e9da76c9beed17
Tamaño del documento original: 47,31 kB
Autores: []

Depositante: Sánchez Quinche Angel Roberto
Fecha de depósito: 4/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 4/2/2025

Número de palabras: 4612
Número de caracteres: 28.870

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	scielo.sld.cu La castración inmunológica de los cerdos machos: estado actual 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (112 palabras)
2	porcineews.com Técnicas anestésicas para la castración quirúrgica de lechones 1 fuente similar	1%		Palabras idénticas: 1% (57 palabras)
3	repositorio.utmachala.edu.ec Evaluación de indicadores productivos en cerdos m... 2 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (48 palabras)
4	dspace.ups.edu.ec 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (42 palabras)
5	www.amvec.com 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.esPOCH.edu.ec Evaluación de dos métodos de castración en los parámetro... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
2	www.fao.org Las organizaciones de consumidores y el derecho a una alimentación... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
3	repositorio.unp.edu.pe Castración quirúrgica e inmunocastración en cerdos y su i... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	repositoriodspace.unipamplona.edu.co 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, RIVERA BONILLA JHONNY ANDRES y TORO SANCHEZ VANESSA PAMELA, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN LA CASTRACIÓN QUIRURGICA EN CERDOS DE TRES EDADES DIFERENTES, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

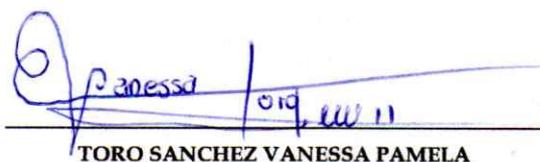
Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



RIVERA BONILLA JHONNY ANDRES

0923051908



TORO SANCHEZ VANESSA PAMELA

0707059895

DEDICATORIA

Con amor y gratitud, dedico este trabajo a los pilares de mi vida, a mi madre, por su amor incondicional, su fortaleza y sacrificio, por ser mi inspiración y refugio en cada desafío. A mi padre, por su esfuerzo, sabiduría y ejemplo de perseverancia, por enseñarme que el éxito se construye con dedicación y a mi hermano, por su compañía, apoyo incondicional y por recordarme siempre el valor de la familia.

Jhonny Andres Rivera Bonilla

Con todo mi amor y gratitud, dedico este trabajo a las mujeres más importantes de mi vida:

A mi mamá, por ser mi mayor ejemplo de fortaleza, amor incondicional y dedicación. Tus sacrificios y enseñanzas han sido el pilar sobre el cual he construido mis sueños. A mis hermanas, por estar siempre a mi lado, brindándome apoyo, alegría y una complicidad que me motiva a seguir adelante. A mi prima, por su cariño, palabras de aliento y por demostrarme que la familia siempre está unida en los momentos más importantes.

Gracias por ser mi inspiración y mi refugio en este camino. Este logro también es de ustedes.

Vanessa Pamela Toro Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para alcanzar mis metas.

A mi madre, Nancy Bonilla, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por ser mi mayor inspiración en cada paso de este camino. A mi padre, Wilson Rivera, por su esfuerzo, sus enseñanzas y por impulsarme siempre a dar lo mejor de mí. A mi hermano, Erick Rivera, por su compañía, su confianza y por ser un pilar fundamental en mi vida. Sin ellos, este logro no habría sido posible y a mi compañera de tesis, Vanessa Toro, con quien compartí este desafiante camino académico. Gracias por el esfuerzo conjunto, el trabajo en equipo y el compromiso que nos permitió llegar hasta aquí.

Y para finalizar, expreso mi más profundo agradecimiento a una de las personas más importantes en mi vida, mi mejor amiga, Vanessa Sigüenza, por acompañarme en cada momento y brindarme su apoyo incondicional, su amistad sincera y su aliento en los días difíciles. Su compañía ha sido un regalo invaluable en este proceso, y por ello le estaré siempre agradecido.

Jhonny Andres Rivera Bonilla

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de este trabajo de tesis y en esta etapa tan importante de mi vida.

A mis tutores de tesis, Dr. Oliverio Napoleon Vargas Gonzalez y a la Dra. Dioselina Esmeralda Pimbosa Ortiz por su guía, paciencia y dedicación. Sus consejos y enseñanzas no solo enriquecieron este trabajo, sino también mi formación personal y profesional. Estoy profundamente agradecido por su compromiso y apoyo incondicional durante este proceso. A mis colegas y amigos de la universidad, Andrea Prado, Margorie Troya, Isaac Fierro y Génesis Vélez, quienes han sido mi familia en esta etapa. Gracias por las risas, las largas horas de estudio compartidas y por estar siempre ahí, en las buenas y en las no tan buenas. Su amistad es uno de los mayores regalos que me llevo de estos años. A mi compañero de tesis, Jhonny Andres Rivera Bonilla por su colaboración, esfuerzo y por ser un pilar en este proyecto. Gracias por compartir ideas, resolver desafíos juntos y por el trabajo en equipo que nos permitió superar cada obstáculo.

Vanessa Pamela Toro Sánchez

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Dr. Ángel Roberto Sánchez Quinche, nuestro tutor de tesis, por su invaluable orientación y apoyo a lo largo de este proyecto. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Su paciencia y compromiso me inspiraron a superar los desafíos encontrados en el camino. Estamos profundamente agradecidos por su guía y por haber compartido con nosotros su vasto conocimiento, lo que enriqueció significativamente nuestra formación académica y personal.

RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado en la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la provincia de El Oro, Ecuador, bajo condiciones controladas que garantizaron un manejo adecuado y protocolos higiénicos estandarizados, cuyo objetivo fue investigar el impacto de la castración quirúrgica realizada a diferentes edades (7, 14 y 21 días). Las variables que se analizaron fueron el peso vivo promedio, la ganancia de peso semanal y el tiempo de recuperación postquirúrgico, para la obtención de datos se realizó mediciones de peso semanalmente utilizando una balanza digital.

El estudio fue de tipo experimental, utilizando el modelo completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y 10 repeticiones por grupo, la castración quirúrgica se realizó con anestesia local, además del uso de un protocolo estéril que incluyó antisepsia con yodo povidona. Para el análisis de los datos, se realizó un ANOVA unifactorial para cada variable, verificando previamente los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Para determinar diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher al 95% de confianza. Además, cuando los datos no cumplieron con los criterios paramétricos, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para contrastar diferencias en distribuciones entre los grupos.

Los resultados señalaron que los cerdos castrados a los 7 días (T1) presentaron una ganancia de peso vivo significativamente mayor en comparación con los castrados a los 14 (T2) y 21 días (T3). Además, el tiempo de recuperación postquirúrgico fue más corto en T1, evidenciando menor inflamación y una cicatrización más rápida, por ende, se concluye que el consumo acumulado de alimento fue más eficiente en los cerdos castrados a los 7 días, quienes obtuvieron mejores índices de conversión alimenticia, reflejando un mejor aprovechamiento de los recursos alimenticios. Esto refuerza la hipótesis de que la castración temprana reduce el impacto del estrés quirúrgico, lo que se traduce en un crecimiento más homogéneo y consistente.

Palabras Claves: Castración, inflamación, recuperación, manejo, bienestar

ABSTRACT

The present study was conducted at the experimental farm of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Machala, located in the province of El Oro, Ecuador, under controlled conditions that ensured proper management and standardized hygienic protocols. The objective was to investigate the impact of surgical castration performed at different ages (7, 14, and 21 days). The variables analyzed were the average live weight, weekly weight gain, and post-surgical recovery time. Data collection involved weekly weight measurements using a digital scale.

The study was experimental, using a completely randomized design (CRD) with three treatments and 10 repetitions per group. Surgical castration was performed under local anesthesia, along with a sterile protocol that included antisepsis with povidone-iodine. Data analysis was carried out using a one-way ANOVA for each variable, after verifying the assumptions of normality and homogeneity of variances. To determine significant differences between treatments, Fisher's Least Significant Difference (LSD) test was applied at a 95% confidence level. Additionally, when data did not meet parametric criteria, the Kruskal-Wallis test was used to compare differences in distributions among groups.

The results indicated that pigs castrated at 7 days (T1) showed significantly higher live weight gain compared to those castrated at 14 (T2) and 21 days (T3). Furthermore, post-surgical recovery time was shorter in T1, with less inflammation and faster healing. Therefore, it was concluded that cumulative feed consumption was more efficient in pigs castrated at 7 days, as they achieved better feed conversion ratios, reflecting a more efficient use of nutritional resources. This supports the hypothesis that early castration reduces the impact of surgical stress, leading to more homogeneous and consistent growth.

Keywords: Castration, inflammation, recovery, management, welfare

INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
AGRADECIMIENTO ESPECIAL	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo general	2
1.1.1 Objetivos Específicos	2
1.2 Cerdo	3
1.2.1 Clasificación Zoológica del Cerdos	3
1.2.2 Anatomía y Fisiología del Aparato Reproductor del Lechón	3
1.2.2.1 Escroto	4
1.2.2.2 Testículo	4
1.2.2.3 Epidídimo	4
1.2.2.4 Pene	4
1.2.2.5 Glándulas bulbouretrales	4
1.3 Producción porcina en el Ecuador	5
1.4 Historia y Evolución de la Castración en Cerdos	5
1.5 Técnicas de Castración	5
1.5.1 Técnica Quirúrgica	5
1.5.2 Técnica Química	6
1.5.3 Técnica de Inmunocastración	6
1.6 Ventajas y desventajas de la castración quirúrgica	7
1.6.1 Ventajas	7
1.6.2 Desventaja	7
1.7 Empleo de anestésicos en la castración quirúrgica	7
1.8 Cicatrización	10
1.8.1 Etapa temprana	11
1.8.2 Fase de proliferación	11
1.8.3 Fase final	11
1.9 Parámetros Productivos	12
1.9.1 Consumo de alimento	12

1.9.2 Conversión alimenticia	12
1.9.3 Ganancia diaria de peso.....	13
1.10 Políticas de Bienestar Animal y su Impacto en la Castración	13
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1 Localización	15
2.2 Población y muestra	15
2.3 Metodología	15
2.4 Instrumentos utilizados	17
2.4.1 Fármacos	18
2.4.2 Biológicos.....	18
2.5 Variables a analizar.....	18
2.6 Medición de las variables.....	18
2.6.1 Peso vivo.....	18
2.6.2 Ganancia de peso hasta los 45 días	19
2.6.3 Tiempo de recuperación post operatorio.	19
2.7 Metodología del análisis estadístico	20
2.8 Modelo Matemático.....	20
III. RESULTADOS	22
3.1 Análisis para determinar el rendimiento del peso vivo	22
3.1.1 Peso vivo.....	22
3.1.2 Ganancia de peso semanal	24
3.1.3 Tiempo de cicatrización.....	26
IV. CONCLUSIONES.....	29
V. RECOMENDACIONES	30
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	31
VII. ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Países de la UE que han tomado medidas legislativas con respecto a la práctica de CS sin analgésicos.....	14
Tabla 2: Escala de observación para poder obtener los resultados de la variable dentro de los 4 días.....	19
Tabla 3: Promedio semanal de los pesos vivos según los tratamientos y con su intervalo de confianza.....	22
Tabla 4: Promedio de ganancia de peso semanal según los tratamientos y con su intervalo de confianza.....	24
Tabla 5: Promedio del tiempo de recuperación según los tratamientos y con su intervalo de confianza.....	26

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Promedio de peso vivo semanal	23
Gráfico 2: Ganancia de peso semanal.....	25
Gráfico 3: Tiempo de cicatrización.....	27
Gráfico 4: Característica de cicatrización.....	27

I. INTRODUCCION

La producción porcina es fundamental para el suministro de carne destinada al consumo humano, ya que ofrece una fuente rica en proteínas, energía, vitaminas, minerales y otros micronutrientes necesarios para el crecimiento y el desarrollo humano. Según estudios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la carne de cerdo es la carne roja más consumida a nivel global, representando aproximadamente el 43% del consumo total de carne. Le siguen la carne de ave y la carne de res, que ocupan el 33% y el 23% del consumo mundial, respectivamente (1).

La salud de los cerdos, es fundamental para su bienestar ya que esta impacta directamente en la eficiencia y productividad en la cría porcina. Uno de los principales indicadores de salud y rendimiento en estos animales es la ganancia diaria de peso, un dato clave que refleja tanto el crecimiento como el estado físico del cerdo. Este parámetro se calcula a partir del peso vivo (PV), un valor esencial para la industria, ya que permite monitorear y proyectar el progreso de los cerdos hacia el peso ideal para su comercialización (2).

El peso vivo, además, es utilizado como referencia para ajustar prácticas de manejo y estrategias de alimentación que optimicen la conversión de alimento en masa corporal. Así, un seguimiento constante de la ganancia diaria facilita el uso eficiente de los recursos y contribuye a la rentabilidad de las granjas porcinas, maximizando tanto el rendimiento como la sustentabilidad del sistema productivo (2).

La edad del animal es un factor crucial al seleccionar un método de esterilización adecuado para cada especie y situación específica. En el caso de los cerdos machos, el período neonatal se considera el momento óptimo para realizar la castración, ya que los lechones a esta edad son más fáciles de manejar en comparación con cerdos de mayor edad. Además, la castración temprana elimina las gónadas y, con ello, la producción de andrógenos, hormonas responsables tanto de la agresividad en los verracos en crecimiento como del "olor a verraco", un aroma o sabor desagradable que suele presentarse en la carne de cerdos machos no castrados (3).

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la castración quirúrgica en cerdos de diferentes edades para determinar el rendimiento del peso vivo.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Evaluar semanalmente el peso vivo de los animales por 7 semanas.
- Determinar la ganancia de peso semanal obtenida durante todo el experimento.
- Determinar el tiempo de recuperación post operatorio en cerdos de tres edades diferentes.

1.2 Cerdo

El cerdo que viven en entornos domésticos presenta un cuerpo robusto y redondeado con un hocico flexible y largo, se caracteriza porque sus patas son cortas y cuentan con pezuñas de cuatro dedos, además de su cola que presenta un tamaño reducido y una piel cubierta en parte por un pelo ásperas y muestra una amplia variedad de colores y texturas. Estos animales se caracterizan por ser ágiles, rápidos e inteligentes. Llevan una vida diurna y en épocas de verano disminuyen su movimiento a lo largo de las horas más sofocantes del día, por otra parte, son animales sociales que viven en grandes multitudes donde se establece un sistema social y una estructura dentro de su comunidad. Su curiosidad es notable, y se guían principalmente por el oído y el olfato. Sin embargo, debido a su particularidad anatómica, no tienen una forma capaz de normalizar su temperatura corporal; carecen de glándulas sudoríparas, poseen una cantidad considerable de grasa, su pelaje, conocido como cerdas, es escaso donde pueden presentar diferentes tonalidades en su piel, desde claras hasta oscuras (4).

1.2.1 Clasificación Zoológica del Cerdo

Los cerdos pertenecen al orden Artiodactyla, género *Suis*. Y familia Suidae. Se presentó en el Mioceno, hace aproximadamente 25 a 600 millones de años, descendió del jabalí (*Sus scrofa*), y su domesticación se dio hace 10 000 años. El testimonio arqueológico y la evidencia molecular sugiere que los cerdos surgieron independientemente en diferentes partes del mundo, separadas de las subespecies de cerdos salvajes asiáticos y europeos. Actualmente el cerdo salvaje doméstico y domésticos corresponde a la misma especie (*Sus scrofa*), el salvaje tiene 36 cromosomas y el doméstico tiene 38 cromosomas (5).

1.2.2 Anatomía y Fisiología del Aparato Reprodutor del Lechón

Los machos entre los 5 y 8 meses de vida alcanzan su pubertad donde se desarrolla su libido y capacidad de realizar la monta. Durante los 6 y hasta aproximadamente los 18 meses el cerdo se puede pesar que es sexualmente maduro, donde sus órganos reproductores como los testículos aumentan y el volumen y concentración del eyaculado se eleva (6).

1.2.2.1 Escroto

El escroto es un saco de piel que contiene los testículos, epidídimos y conductos deferentes. Está compuesto por varias capas: piel, túnica de dartos, fascia espermática externa, fascia cremastérica, fascia espermática interna y túnica vaginal. La fascia escrotal, que incluye las fascias espermática externa, cremastérica e interna, está firmemente adherida y no puede separarse, estas capas son las que se inciden en las cirugías de castración para acceder a la cavidad vaginal, exponiendo el testículo cubierto por la túnica vaginal visceral (6).

1.2.2.2 Testículo

El testículo es una glándula par que tiene dos funciones principales: producir espermatozoides y la hormona sexual masculina (testosterona). Los dos testículos son de tamaño similar, pero nunca idénticos, y su forma varía según la especie. En los rumiantes y caballos, los testículos se encuentran en la región inguinal, debajo del pubis. En el caso de los cerdos, se ubican en el perineo, justo después de la región anal. En ambos casos, están envueltos por el escroto (7).

1.2.2.3 Epidídimo

El epidídimo se divide en tres secciones distintas: la cabeza, el cuerpo y la cola. El conducto deferente del epidídimo está rodeado por una capa significativa de fibras musculares circulares y cuenta con un epitelio columnar estratificado con estereocilias. Además, esta estructura juega un papel crucial en la maduración y almacenamiento de los espermatozoides antes de su eyaculación (8).

1.2.2.4 Pene

El pene del verraco mide entre 45 y 50 cm de largo y 1,5 a 2 cm de diámetro, con un glande en forma de tirabuzón que se adapta al cérvix de la cerda, es fibroelástico y requiere poca sangre para la erección, presentando una flexura sigmoidea en la porción paraescrotal, la erección se facilita mediante la distensión de esta flexura gracias a los músculos retractores, además, el pene está compuesto por tres cuerpos cavernosos alrededor de la uretra peneana (9).

1.2.2.5 Glándulas bulbouretrales

Las glándulas bulbouretrales, son forma alargada y cilíndrica, estas se encuentran ubicadas a ambos lados de la uretra pélvica, cerca del arco de la pelvis, estas glándulas de gran tamaño segregan la fracción gelatinosa distintiva de los eyaculados porcinos, denominada tapioca (10).

1.3 Producción porcina en el Ecuador

La industria porcina en América Latina se distingue por ser una de las principales fuentes de proteína para la alimentación de la población, permitiendo una gran interacción en la producción de más animales con mayor peso en un corto período de tiempo, todo esto mientras se minimizan las adversidades con el fin de buscar continuamente un crecimiento significativo y proyecciones positivas (11).

En Ecuador, la ganadería porcina ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas, representando el 2% del PIB y generando alrededor de 75 mil empleos. En 2007, la producción anual de carne porcina fue de 87,000 toneladas métricas, con un consumo per cápita de 7,3 kg. Para 2011, la producción aumentó a aproximadamente 104,930 toneladas métricas, con un consumo per cápita de 9,5 kg por persona al año, y en 2013, la producción alcanzó las 117,708 toneladas métricas, elevando el consumo per cápita a 10 kg por persona al año (12).

1.4 Historia y Evolución de la Castración en Cerdos

Desde tiempos antiguos, alrededor del año 4000 a 3000 a.C., el ser humano ha practicado la castración quirúrgica en cerdos. Este procedimiento se realiza generalmente antes de que los lechones cumplan 7 días de vida con el objetivo de mejorar la calidad de la carne, reducir la cría descontrolada y facilitar su manejo. Además, al castrar a los cerdos, existe una disminución del mal sabor de la carne debido a la presencia de androstenona que no es más que un esteroide gonadal y el escatol que proviene de la degradación intestinal del triptófano en el tejido graso. Sin embargo, es importante señalar que esta práctica genera controversia en términos de salud y bienestar animal, además debemos de tener en cuenta que la castración quirúrgica causa heridas en los lechones, donde conlleva a riesgos de infecciones, inflamaciones crónicas y complicaciones postoperatorias (13)

1.5 Técnicas de Castración

1.5.1 Técnica Quirúrgica

Los lechones machos se castran quirúrgicamente a una edad temprana principalmente con el fin de prevenir comportamientos agresivos en etapas posteriores de su vida y de evitar que la carne de

cerdo se contamine con olor a verraco, un sabor y olor desagradables que pueden estar presentes en los cerdos machos no castrados (14).

El olor a verraco es causado por la deposición postpuberal de androsterona y escatol en la grasa corporal, lo que hace que la carne tenga un olor anormal y algo desagradable cuando se cocina. La prevalencia del olor a verraco en la carne de cerdo oscila entre el 10 % y el 50 % dependiendo de factores como la edad, la raza y el entorno (15).

La práctica de la castración quirúrgica se considera estresante y dolorosa para los lechones y, por lo tanto, está bajo escrutinio debido a preocupaciones por el bienestar animal. Para evitar el dolor asociado con la castración y sus efectos secundarios, es crucial aplicar una correctamente técnica de anestesia y analgesia (16).

En lechones, la respuesta al dolor puede durar entre 4 y 6 días después del procedimiento, lo que puede afectar su recuperación, disminuir su ingesta de agua y alimento, y provocar hipersensibilidad y estrés debido a la asociación del manejo con el dolor agudo (17).

1.5.2 Técnica Química

Aplicación de agentes químicos (formaldehído, ácido láctico, ácido acético y el gluconato de zinc neutralizado con arginina) que conllevan a la destrucción del tejido testicular (18). Modulando la producción de testosterona e impida la conversión enzimática de testosterona en androsterona, produce una eliminación de la actividad sexual del animal bloqueando la producción natural de hormonas sexuales (19).

1.5.3 Técnica de Inmunocastración

El propósito de la inmunocastración es desactivar las funciones testiculares y modificar el comportamiento masculino al neutralizar el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. Este proceso implica la inmunización activa contra la GnRH I mediante la inyección de un análogo de la GnRH I, que se conjuga con una proteína extraña y se combina con un adyuvante para estimular la formación de anticuerpos que neutralicen la acción de la GnRH I endógena (13).

Sin embargo, esta técnica puede influir en la cantidad y calidad de la grasa en las canales. Los machos inmunocastrados se comportan como machos enteros hasta recibir la segunda vacuna (4-

10 semanas antes del sacrificio), tras la cual empiezan a comportarse como machos castrados, aumentando su grasa y reduciendo el olor sexual. Como resultado, las canales de machos inmunocastrados tienen un contenido de grasa que se encuentra entre el de los machos enteros y el de los machos castrados quirúrgicamente (20).

El propósito de la inmunocastración es desactivar las funciones testiculares y modificar el comportamiento masculino al neutralizar el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. Este proceso implica la inmunización activa contra la GnRH I mediante la inyección de un análogo de la GnRH I, que se conjuga con una proteína extraña y se combina con un adyuvante para estimular la formación de anticuerpos que neutralicen la acción de la GnRH I endógena (13)

1.6 Ventajas y desventajas de la castración quirúrgica

1.6.1 Ventajas

Previene el mal olor sexual de la carne del cerdo macho entero cuando llegue al sacrificio en la etapa final de engorde (19). Mejorando el sabor de la carne, además de evitar la reproducción no deseada y modificar el comportamiento animal. métodos tradicionales implican el uso de la castración quirúrgica, un método rápido (<1 min) que los granjeros suelen realizar en lechones de entre 2 y 7 días de edad (21).

1.6.2 Desventaja

Los lechones en esta práctica presentan indicativos de dolor, dando como resultado un aumento del estrés al elevarse los niveles de cortisol y lactato (22). Los anestésicos generales y sedantes pueden además causar sedación postoperatoria, interfiriendo con la regulación de la temperatura y la alimentación y aumentando el riesgo de lesiones por aplastamiento o mortalidad (23)

1.7 Empleo de anestésicos en la castración quirúrgica

La eliminación del dolor durante la castración quirúrgica de lechones machos es una cuestión importante de bienestar animal. La castración quirúrgica de lechones lactantes sin anestesia está prohibida en Alemania desde enero de 2021, los métodos anestésicos más comunes para la castración quirúrgica de lechones son la anestesia por inhalación con isoflurano, CO₂ / O₂ o la

anestesia por inyección, otra alternativa es la aplicación de un anestésico local antes de la castración, que se practica en algunos países escandinavos (24).

Según Skade (25), nos indica en un estudio realizado en Dinamarca con 203 lechones machos asignados aleatoriamente, se evidenció que el uso de anestesia local durante la castración redujo significativamente la vocalización y los movimientos de resistencia. Asimismo, el tiempo requerido para completar el procedimiento fue menor en comparación con el grupo de control. Los lechones tratados con lidocaína al 2% (Xylocain®, 20 mg/ml) presentaron una reducción significativa en los movimientos de resistencia y una tendencia a menor vocalización en comparación con los lechones tratados con procaína al 2% (20 mg/ml).

De acuerdo con Miller (26) realizó un estudio se llevó a cabo en Alemania, utilizando 178 lechones híbridos de engorde, resultado del cruce entre Piétrain, German Landrace y German Large White, alojados en una granja bajo condiciones controladas. Se evaluaron diferentes anestésicos locales, como lidocaína, mepivacaína y bupivacaína, en tres partes experimentales. Los resultados mostraron que la lidocaína y la mepivacaína redujeron significativamente los comportamientos asociados al dolor, como cambios en la postura de la cola y postura encorvada, durante y después de la castración, en comparación con el grupo control sin anestesia. Sin embargo, ninguno de los anestésicos eliminó completamente el dolor postoperatorio a largo plazo. La ganancia de peso no presentó diferencias significativas atribuibles al método anestésico utilizado

Viscardi y Turner (27) demuestran un experimento donde se utilizaron 60 lechones, los tratamientos se administraron como una inyección intramuscular 20 minutos antes de la castración quirúrgica. donde no hubo diferencias entre las conductas de dolor mostradas por los lechones castrados con BUP en comparación con los lechones no castrados con BUP y los lechones simulados ($P = 0,9986$ y $P = 0,7484$). Tampoco hubo diferencias en la puntuación PGS entre los lechones castrados con BUP y los lechones no castrados con BUP ($P = 0,9376$). Los lechones del grupo castrado con BUP produjeron vocalizaciones de frecuencia, amplitud, potencia y energía similares a los lechones tratados con solución salina.

Barrera (28) indica que en un experimento realizado en el cantón Santa Isabel se utilizó 30 lechones de un mes y medio de edad divididos en dos grupos A (inmunocastración) y B (castración quirúrgica) cada uno formado por 15 animales, con un peso inicial de 8,39 kg. En los castrados quirúrgicamente obtiene un incremento de peso diario de 0,19 kg, durante la primera quincena, la

ganancia de peso diaria durante la segunda quincena es de 0,45 kg., y la ganancia de peso por día en la tercera quincena fue de 0,84 kg, y finalmente durante la cuarta quincena la ganancia de peso diario fue de 0,78 kg.

Espejo (29) Nos indica que un estudio realizado en la granja porcina Espejo ubicada en el cantón Marcabelli- El Oro se utilizaron 60 lechones machos de un rango de 15 a 40 días de edad distribuidos en 4 tratamientos T1(15 días), T2(23 días), T3(31 días) y T4(39 días) con un promedio de peso de 3.97 kg a 4.4 kg. A los 30 días de edad, los pesos promedio aumentaron T1 (8,81 kg), T2 (8,83 kg), T3 (8,93 kg) y T4 (8,91 kg), con una ganancia quincenal promedio que osciló entre 4.83 kg y 4.93 kg, destacándose el tratamiento T3. Para los 45 días de edad, los pesos promedio fueron de T1(17,59 kg), T2 (17,63 kg), T3 (17,21 kg) y T4 (17,02 kg), con las mayores ganancias quincenales observadas en T1 (8,78 kg) y T2 (8,80 kg).

Oñate (30) Indica que en una investigación que se realizó en la granja San Alfonso, ubicada en la provincia de Cotopaxi, Ecuador, con cerdos sometidos a castración quirúrgica a edades de 60, 80 y 100 días. Los resultados indicaron que la ganancia de peso acumulada y el peso final no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque los cerdos castrados más jóvenes (60 días) mostraron una ligera ventaja en eficiencia alimenticia (ICA de 2,25 frente a 2,38 en T3). La evaluación de los 60 días T1(21,13Kg), T2 (21,09Kg) y T3(19,74Kg) siendo estadísticamente igual, luego del pesaje se procedió a la castración quirúrgica del primer lote (T1). A los 90 días T3 (38,19 Kg) es superior a T1 (36,40 Kg) y T2 (35,32 Kg). A los 120 días no se registra diferencia estadística, T1 (66,19 Kg) supera al resto T2 (64,69 Kg) y T3 (62,26 Kg), Por lo tanto, se deduce que la castración tardía produce efectos negativos sobre los parámetros productivos, a medida que aumenta la edad de castración se inhibe el potencial genético a causa del estrés postquirúrgico.

Delgado (18) en su investigación realizada en Tarímbaro, donde se evaluó el efecto de diferentes métodos de castración en cerdos (quirúrgica, química e inmunológica) sobre un rango crecimiento de entre 6 a 50 kg de peso. Los cerdos sometidos a castración quirúrgica a los 7 días de edad presentaron el mejor desempeño productivo en las etapas evaluadas, alcanzando un peso final promedio de 25,7 kg en la etapa de 5 hasta 20 kg y 50,3 kg en la etapa de 20 hasta 50 kg. Además, mostraron una ganancia acumulada superior (31,8 kg) y un consumo de alimento mayor (73,1 kg). Sin embargo, la conversión alimenticia fue menos eficiente (2,6).

Telles (31) Nos indica que en un estudio realizado en una granja comercial se usaron 90 lechones machos que se dividieron en dos grupos de 45 lechones cada uno, Los animales fueron pesados inmediatamente antes de la cirugía cuando los lechones tenían entre 3 y 5 días de edad, luego fueron pesados al destete (21 días de edad), también fueron pesaron a los 60 días de edad y al final de la fase de crecimiento (102 días de edad). Este trabajo mostró una mayor ganancia de peso diaria en comparación con los castrados sin anestesia (NLA). En la fase de lactancia (0-21 días), la ganancia diaria fue de 0,191 kg/día (LA) frente a 0,174 kg/día (NLA), alcanzando pesos acumulados a los 21 días de 4,011 kg con LA y 3,654 kg NLA respectivamente. En el periodo de (21-60 días), los lechones con anestesia ganaron 0,319 kg/día, frente a 0,310 kg/día sin anestesia, logrando pesos acumulados de 15,141 kg (LA) y 14,574 kg (NLA). Finalmente, en la fase de crecimiento (60-102 días), los animales con anestesia ganaron 0,549 kg/día, frente a 0,529 kg/día, alcanzando pesos totales de 37,89 kg con LA y 36,48 kg NLA respectivamente. Estos resultados confirman que la anestesia local favorece una mejor ganancia de peso a largo plazo.

Pérez (32) En un estudio realizado en Teruel, España, evaluó 144 cerdos machos sometidos a castración CQ e IM durante la primera semana de vida, fueron divididos en 2 grupos de 72 animales por tratamiento. Los cerdos CQ tuvieron un peso promedio de 36,0 kg, mientras que los IM tuvieron un peso inicial de 34,7 kg. Al momento días de la segunda dosis de IM, los CQ alcanzaron 59,7 kg, frente a 57,6 kg de los IM, con ganancias diarias de 1,032 kg/día en los CQ y 0,994 kg/día en los IM. Al inicio del periodo de engorde entre 80 a 110 kg, los CQ llegaron a 81,5 kg, mientras que los IM alcanzaron 79,2 kg. Durante la fase final entre 110 a 137 kg, los IM crecieron más rápido con un peso de 1,001 kg/día frente a 0,860 kg/día a los CQ, alcanzando un peso al sacrificio de 138,4 kg, en comparación con 136,1 kg de los CQ. Aunque los inmunocastrados lograron mayores tasas de crecimiento en las últimas etapas, los quirúrgicos presentaron una mayor acumulación de grasa en la carcasa, favoreciendo su uso en la producción de jamón curado de alta calidad.

1.8 Cicatrización

El proceso de cicatrización es un mecanismo biológico que permite restablecer la continuidad del tejido tras una lesión. Este proceso implica una interacción compleja de fenómenos físicos, químicos y celulares que reparan el tejido dañado o lo sustituyen con colágeno. La cicatrización comienza de manera inmediata después de una lesión o una incisión. Se divide en cuatro fases

principales: inflamación, desbridamiento, reparación y maduración. Estas fases no son estrictamente secuenciales, ya que pueden solaparse. Durante los primeros 3 a 5 días, se da una etapa inicial en la que la inflamación y el desbridamiento predominan, lo que limita la resistencia del tejido en ese periodo. Además, la cicatrización está influenciada por factores intrínsecos del paciente, las características específicas de la herida y diversas condiciones externas. (33)

La curación de heridas es un proceso altamente complejo que requiere la coordinación precisa de diversos tipos celulares en etapas específicas: hemostasia/inflamación, proliferación y remodelación. Aunque estas fases ocurren en un orden temporal, suelen superponerse, ya que múltiples células de las tres capas de la piel deben trabajar de manera sincronizada. Esto convierte la reparación de la piel en uno de los mecanismos más intrincados del mundo animal (34).

Tras una lesión en la piel, elementos como el colágeno expuesto y el factor tisular activan la agregación de plaquetas. Esto desencadena la liberación de quimiocinas y factores de crecimiento para formar un coágulo y detener el sangrado.

1.8.1 Etapa temprana

Los neutrófilos llegan primero al área lesionada, eliminando bacterias y desechos para favorecer un entorno adecuado para la reparación. Posteriormente, los macrófagos intervienen, fagocitando bacterias y tejidos dañados. Por lo general, las fases de hemostasia e inflamación se completan en unas 72 horas (35).

1.8.2 Fase de proliferación

Comienza alrededor del tercer día tras la lesión y se extiende durante aproximadamente 15 a 20 días. Su propósito principal es crear una barrera protectora para promover la regeneración del tejido y prevenir la entrada de agentes dañinos. Durante esta etapa, ocurren dos procesos clave: la formación de nuevos vasos sanguíneos (angiogénesis) y el movimiento de fibroblastos hacia la zona dañada. Estos fibroblastos ayudan a construir una matriz extracelular provisional, que actúa como una estructura de soporte para la migración celular y la creación de una matriz más estable y madura en etapas posteriores (36).

1.8.3 Fase final

Es la remodelación, donde se busca un equilibrio entre la eliminación de células innecesarias (apoptosis) y la generación de nuevas células. Durante esta etapa, la matriz extracelular (MEC) y

el colágeno inmaduro tipo III se degradan gradualmente, mientras que se forma colágeno maduro tipo I, que es más fuerte y estable. Este proceso puede durar desde varios meses hasta años. Si algo interfiere en esta fase, pueden surgir problemas como una cicatrización excesiva o la formación de heridas crónicas (35).

1.9 Parámetros Productivos

1.9.1 Consumo de alimento

El cerdo tiene una gran capacidad digestiva y de asimilación, lo que significa que su aumento de peso y eficiencia alimenticia dependen del tipo de alimento que reciba. Dado que la alimentación representa entre el 70 y el 80% de los costos de producción porcina, es esencial que los productores controlen cuidadosamente las variables productivas y evalúen la calidad del alimento. Esto puede implicar el uso de alimentos comerciales o la creación de dietas propias con la orientación de especialistas en nutrición (37).

La castración quirúrgica aumenta el consumo de alimento debido al incremento en los niveles de leptinas en la sangre (2,97 ng/ml), como resultado de la redistribución y aumento del tejido adiposo tras la extirpación de las gónadas, lo cual satura e inhibe el centro de saciedad en el sistema nervioso central. En cerdos inmunocastrados, las concentraciones séricas de leptinas permanecen similares a las de los cerdos intactos (2,68 ng/ml), por lo que la saciedad no se ve afectada (38).

La mejor conversión alimenticia se define como aquella que requiere la menor cantidad de alimento para producir un kilogramo de carne. Entre los factores que pueden influir en la conversión alimenticia se encuentran el estado físico y fisiológico del cerdo (38)

El índice de conversión alimenticia depende de las características de la dieta, del gasto energético provocado por la búsqueda de alimento, del consumo de éste y de la ganancia media diaria de peso (GDP), que a su vez es resultado de factores relacionados con el animal y su entorno (39).

1.9.2 Conversión alimenticia

La tasa de conversión alimenticia (la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso del animal) es un factor crucial para la rentabilidad de los productores de cerdos. Dado que los costos de alimentación constituyen alrededor de dos tercios del costo total de producción porcina,

incluso pequeños aumentos en la eficiencia de conversión alimenticia pueden tener un impacto significativo en la rentabilidad de la operación (40).

1.9.3 Ganancia diaria de peso.

Los mecanismos y estados fisiológicos, así como la actividad física y social de los cerdos, son factores que afectan la ganancia de peso. El aprovechamiento de los nutrientes en la dieta favorece el crecimiento y desarrollo de los tejidos. Un ejemplo de ello es el desarrollo de masas musculares en respuesta a la presencia de lisina, con una retención de nitrógeno en el músculo de 31,24 g/día. La castración quirúrgica permite una aceptación de nitrógeno de 25,51 g/día de nitrógeno, mientras que en cerdos inmunocastrados la aceptación es de 22,95 g/día (38).

1.10 Políticas de Bienestar Animal y su Impacto en la Castración

Los sistemas actuales de cría de animales para el consumo se enfocan principalmente en la producción masiva de carne, leche y huevos a bajos costos para el consumidor. Sin embargo, estos métodos plantean numerosos desafíos éticos, ya que a menudo conducen a un bienestar deficiente y al sufrimiento de los animales (41).

Es una obligación ética reducir al mínimo el sufrimiento de los cerdos utilizados para el consumo humano. En la industria porcina, estos animales enfrentan dolor debido a diferentes procedimientos de manejo. Algunos de estos procedimientos incluyen la castración y el corte de cola. Además, los cerdos pueden sufrir heridas causadas por peleas entre ellos o por condiciones de alojamiento inadecuadas, como espacios estrechos, mala higiene y falta de estímulos ambientales (42).

La eliminación del dolor durante la castración quirúrgica de lechones machos es una cuestión crucial para el bienestar animal. La prohibición de la castración sin el uso de analgésicos está pendiente en la mayoría de los países europeos productores de carne de cerdo. En Alemania, la castración quirúrgica de lechones lactantes sin anestesia está prohibida desde enero de 2021 (43) , Schilstra señala que la castración de lechones machos puede ser reemplazada por tres alternativas más éticas: el uso de analgésicos durante y después del procedimiento, la crianza de machos intactos y la administración de vacunas (44).

Tabla 1: Países de la UE que han tomado medidas legislativas con respecto a la práctica de CS sin analgésicos

País	Año	Detalles
Noruega	2002	Prohibición de la castración quirúrgica de cerdos sin analgesia ni anestesia.
Países bajos	2009	Un convenio colectivo de las organizaciones holandesas de venta minorista de alimentos.
Suiza		Prohibición de la castración quirúrgica sin anestesia.
Dinamarca	2010	Prohibición de la castración quirúrgica sin analgesia.
Suecia	2009-2011	Prohibición de la castración quirúrgica de cerdos sin analgesia ni anestesia.
Alemania	2016	Prohibición de la castración quirúrgica sin anestesia.
Francia	2021 2021	Prohibición de la castración quirúrgica sin anestesia.

Fuente: Schilstra, 2021 (4).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización

El trabajo de campo se llevó a cabo en la granja "Santa Inés", perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Esta granja está situada en la avenida Panamericana, en el kilómetro 5 ½ de la vía Machala – Pasaje. Sus coordenadas geográficas son 79°54'05" de longitud oeste, 3°17'16" de latitud sur, y se encuentra a una altitud de 5 metros sobre el nivel del mar. La temperatura en esta zona varía entre los 22 y 35 grados °C.



2.2 Población y muestra

El presente trabajo es de tipo experimental, con un tiempo de duración de 112 días, siendo un total de 30 lechones como unidades experimentales, provenientes de una misma granja de raza pietrain sin enfermedades aparente y bajo condiciones similares de manejo y alojamiento, distribuidos en 3 tratamientos con 10 repeticiones por cada grupo.

2.3 Metodología

La castración quirúrgica en cerdos es un procedimiento común, pero que requiere de un enfoque detallado y cuidadoso para garantizar el bienestar del animal y el éxito de la operación. A

continuación, te detallo los pasos fundamentales para llevar a cabo la castración quirúrgica en cerdos de manera efectiva y segura.

Preparación Preoperatoria:

1. Aislamiento y Manejo:

- Colocar al animal en un lugar adecuado, lejos del resto de camada.

2. Preparación del Área Quirúrgica:

- **Desinfección de la zona:** Aplicación de alcohol en el área a trabajar, luego con una solución antiséptica en este caso el yodo se limpia la zona genital y los testículos.
- **Equipo quirúrgico:** Se debe asegurar que el equipo esté estéril (mango de bisturí, pinza Kelly curva 14 cm, tijera afilada roma recta 14cm e Hilo de algodón).

Una vez realizado la desinfección procedemos a realizar la parte quirúrgica

3. Pasos Quirúrgicos Detallados:

1. Colocación de Anestesia Local:

- Inyectamos 0,5 por testículo distribuidos 0,3 ml subcutáneo y 0,2 ml profunda con el fin de bloquear las terminaciones nerviosas para evitar que el animal sienta dolor.

2. Incisión de la Piel:

- **Técnica de incisión:** Se realiza una pequeña incisión en el escroto en línea paralela a las gonadales, luego se procede a cortar la capa subcutánea conocida como dartos con la finalidad de exteriorizar la túnica vaginal parietal para poder acceder a la túnica visceral y al cordón espermático que contiene los vasos sanguíneos (vena y arteria testicular y el conducto deferente), sin tratar de lesionar la túnica albugínea.

3. Extracción de los Testículos:

- **Ligadura de vasos:** Una vez exteriorizado el testículo se realizara la desbridación del mesorquio con la ayuda de una tijera afilada roma recta para poder hacer un solo paquete con la cola del epidídimo, conducto deferente y cordón, utilizamos una pinza hemostática para aislar y sujetar el cordón espermático, asegurándonos de no romper vasos sanguíneos ni otras estructuras circundantes luego se procederá a realizar la ligadura con un nudo no corredizo alrededor de todo el paquete con hilo de algodón.

- **Extracción del testículo:** Tras la ligadura se procede a retirar todo el paquete, dejando la pinza hemostática para corroborar que no haya sangrados que produzcan hemorragias internas.

Una vez concluida la intervención quirúrgica, se implementa un protocolo postoperatorio para garantizar la correcta cicatrización, prevenir infecciones y asegurar el bienestar del animal. Se procede de la siguiente manera:

1. **Aplicación de Antibiótico:** Se administra penicilina (BENZETACIL 1,200,000 UI) directamente dentro de la herida con el fin de prevenir infecciones bacterianas y promover un ambiente estéril en el área tratada.
2. **Crema Cicatrizante:** Se aplicará crema cicatrizante (Saniderm) en los bordes de la herida para favorecer el proceso de regeneración tisular y acelerar la cicatrización.
3. **Uso de Matabichera:** Se aplicará matabichera en la herida para evitar infestaciones de larvas y mantener la integridad de la zona tratada, especialmente en ambientes con alta presencia de insectos.
4. **Extracción de Líquido Prepuccial :** Realizamos la extracción manual del líquido seminal que pueda haber quedado acumulado para reducir el riesgo de inflamación o molestias postoperatorias.

Post-operatorio

Durante los 4 días después de la cirugía se realizó la observación de la herida y se aplicó matabichera para prevenir miasis.

2.4 Instrumentos utilizados

- Jeringas 3ml
- Jeringas de 1ml
- Equipo de disección (mango de bisturí, pinza Kelly curva 14 cm, tijera afilada roma recta)
- Hoja de bisturí
- Libreta de campo
- Registros
- Botas
- Overol
- Guantes quirúrgicos

- Gasas
- Hilo de algodón
- Riñonera
- BALANZA PLATAFORMA DIGITAL 300KG/660LB –CAMRY(SKU:TCS-300-ZE21)

2.4.1 Fármacos

- Yodo Povidona 12% (Yodo Total-12)
- Antibiótico penicilina (BENZETACIL 1,200,000 UI)
- Anestésico lidocaína 2%
- Crema cicatrizante (Saniderm) que contiene: gentamicina, clotrimazol, betametasona, óxido de zinc

2.4.2 Biológicos

- Cerdos

2.5 Variables a analizar

- Peso vivo
- Promedio de peso de los lechones hasta los 45 días
- Tiempo de recuperación post operatorio.

2.6 Medición de las variables

2.6.1 Peso vivo

El peso vivo en cerdos se calcula considerando los pesos registrados al nacimiento y semanalmente hasta la culminación del experimento. Esto permite monitorear el crecimiento de los animales durante todo el período de estudio.

Formula:

$$\text{Peso Promedio Vivo (kg)} = \frac{\text{Peso Total de las Unidades Experimentales (kg)}}{\text{Número de Cerdos Vivos en las Unidades Experimentales}}$$

2.6.2 Ganancia de peso hasta los 45 días

La ganancia se calcula mediante el registro sistemático del peso inicial al nacimiento y los pesos registrados semanalmente durante todo el período de estudio. Este procedimiento permite monitorear y analizar el incremento de peso de los animales, evaluando su crecimiento y desarrollo en respuesta a diferentes tratamientos, condiciones de manejo o factores experimentales.

Formula:

Ganancia de peso = Peso de la semana – peso inicial

2.6.3 Tiempo de recuperación post operatorio.

Tabla 2: Escala de observación para poder obtener los resultados de la variable dentro de los 4 días.

Forma de la herida	Puntuación
Herida cerrada y cicatrizada	0 puntos
Bordes cerrados con área pequeña abierta	1 puntos
Parcialmente cerrada con áreas abiertas notorias	2 puntos
Herida abierta	3 puntos
Color y cantidad de necrosis	Puntuación
Tejido rosado y sano	0 puntos
Tejido rojo sin necrosis	1 puntos
Tejido oscuro o necrótico parcialmente	2 puntos
Negro o necrótico parcialmente	3 puntos
Cantidad de exudado	Puntuación
Ninguno	0 puntos
Mínimo y claro	1 puntos
Turbio o purulento	2 puntos
Cantidad elevada con olor desagradable	3 puntos
Nivel de inflamación	Puntuación
Sin inflamación visible	0 puntos
Ligeramente inflamado y enrojecido	1 puntos
Inflamación moderada	2 puntos
Inflamación crónica	3 puntos
Presencia de infección	Puntuación
Sin signos evidentes	0 puntos
Signos leves de enrojecimiento con secreción	1 puntos
Purulentos con mal olor	2 puntos
Signos crónicos (fiebre, abundante secreción purulenta)	3 puntos

Fuente: Fossum 2009 (33)

2.7 Metodología del análisis estadístico

Diseño completamente al azar (DCA), empleando tres tratamientos con diez repeticiones por grupo. Cada tratamiento representó una edad distinta de castración quirúrgica: 7, 14 y 21 días. Para el procesamiento de los datos, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial previo a supuestos de normalidad y homogeneidad, el programa empleado para la estadística fue el software Statgraphics Centurión XVI.

Adicionalmente, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre las medianas de dos o más grupos independientes. Esta prueba resulta especialmente útil cuando los datos no cumplen con los supuestos de normalidad requeridos para realizar un análisis de varianza (ANOVA) tradicional.

Tratamientos que se desarrollaron para el estudio

Los tratamientos evaluados en el estudio fueron:

1. **T1:** Castración quirúrgica realizada a los 7 días de edad.
2. **T2:** Castración quirúrgica realizada a los 14 días de edad.
3. **T3:** Castración quirúrgica realizada a los 21 días de edad

2.8 Modelo Matemático

Variables:

Y: Variable dependiente (peso vivo, ganancia de peso, tiempo de cicatrización, ect).

X₁: Edad a la que se realiza la castración (variable categórica o continua, dependiendo del diseño).

ε: Error aleatorio.

Modelo Lineal Generalizado (ANOVA):

Un enfoque común sería utilizar un modelo de análisis de varianza (ANOVA), donde el efecto de X_1 (edad de castración) sobre Y se evaluó:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij}: Valor del parámetro evaluado (peso vivo, ganancia de peso, tiempo de cicatrización) para el j -ésimo cerdo en el i -ésimo grupo de edad.

μ: Media general del parámetro evaluado.

τ_i: Efecto del grupo de edad i sobre Y .

ε_{ij}: Error aleatorio asociado a las observaciones.

Hipótesis

Hipótesis H0:

La edad a la que se realiza la castración quirúrgica en cerdos no genera diferencias significativas en al menos uno o todos los parámetros evaluados (peso vivo, ganancia de peso y cicatrización de heridas)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Hipótesis alterna H1:

La edad a la que se realiza la castración quirúrgica en cerdos genera diferencias significativas en al menos uno o todos los parámetros evaluados (peso vivo, ganancia de peso y cicatrización de heridas).

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j \quad \text{para al menos un par } (i, j)$$

III. RESULTADOS

3.1 Análisis para determinar el rendimiento del peso vivo

3.1.1 Peso vivo

Tabla 3: Promedio semanal de los pesos vivos según los tratamientos y con su intervalo de confianza

SEMANAS	T1	T2	T3	IC
0	1,09 ^a	1,19 ^a	1,04 ^a	0,13
1	2,65 ^a	2,52 ^a	2,23 ^a	0,50
2	3,92 ^a	3,51 ^a	3,18 ^a	0,64
3	6,01 ^a	5,49 ^{ab}	4,22 ^b	0,87
4	7,54 ^a	7,23 ^{ab}	5,49 ^b	0,97
5	8,96 ^a	8,57 ^a	6,73 ^b	0,97
6	9,71 ^a	9,77 ^a	8,9 ^a	1,40
7	11,65 ^a	11,32 ^a	11,2 ^a	1,65
8	14,68 ^a	13,08 ^a	12,77 ^a	1,86

Semanas = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 Semanas del experimento, T1, T2 Y T3, tratamientos con castración de tres edades diferente 7,14 y 21 días respectivamente, IC= intervalo de confianza. ^{ab}: interpretación de la diferencia estadística significativa p-valor <0,05.

En el análisis de la **tabla 3** Durante las primeras semanas del experimento, los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, en la semana 3, T2 (5,49) muestra una diferencia significativa en comparación con T1 (6,01) y T3 (4,22). Esta alineación se mantiene hasta la semana 4, donde T2 (7,23) difiere significativamente (^b) respecto a T1 (7,54). En las semanas posteriores entre 5 y 8, no se registran diferencias significativas, aunque aritméticamente T1 mantiene los valores más altos en peso promedio, seguido por T2 y luego T3, a diferencia de Oñate (29) el cual realizó un experimento en cerdos castrados a edades más avanzadas (60, 80 y 100 días) con pesos corporales similares entre tratamientos (T1: 21,13 kg, T2: 21,09 kg, T3: 19,74 kg). Los resultados finales a los 150 días de edad mostraron que los pesos alcanzados por los tratamientos (T1: 96,71 kg, T2: 95,31 kg, T3: 95,41 kg) no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Este comportamiento sugiere que, a pesar de las diferencias en las edades de castración, el peso final no se ve afectado de manera significativa cuando los animales logran adaptarse al proceso.

Por otro lado Sandoval (45) el cual evaluo dos técnicas de castración (escrotal y perineal) aplicadas a los 1, 5 y 10 días de vida, para analizar el peso vivo y otros parámetros productivos durante 70 días. Se registraron los pesos vivos en diferentes momentos del crecimiento para determinar el impacto de la edad de castración en este parámetro.

Al destete (28 días), los cerdos castrados escrotalmente a los 5 días alcanzaron un peso de 7,70 kg, mientras que aquellos castrados al 1 día pesaron 7,10 kg y los castrados a los 10 días presentaron un peso de 7,02 kg. Posteriormente, al finalizar el estudio a los 70 días, el peso vivo de los cerdos castrados a los 5 días fue el más alto, con 32,95 kg, seguido de los castrados al 1 día, que alcanzaron 32,50 kg, y finalmente, los castrados a los 10 días, que lograron un peso de 31,25 kg.

Estos resultados indican que los pesos vivos fueron ligeramente mayores en los cerdos castrados a los 5 días de vida, seguidos de los castrados al 1 día, y con el menor peso final en aquellos castrados a los 10 días.

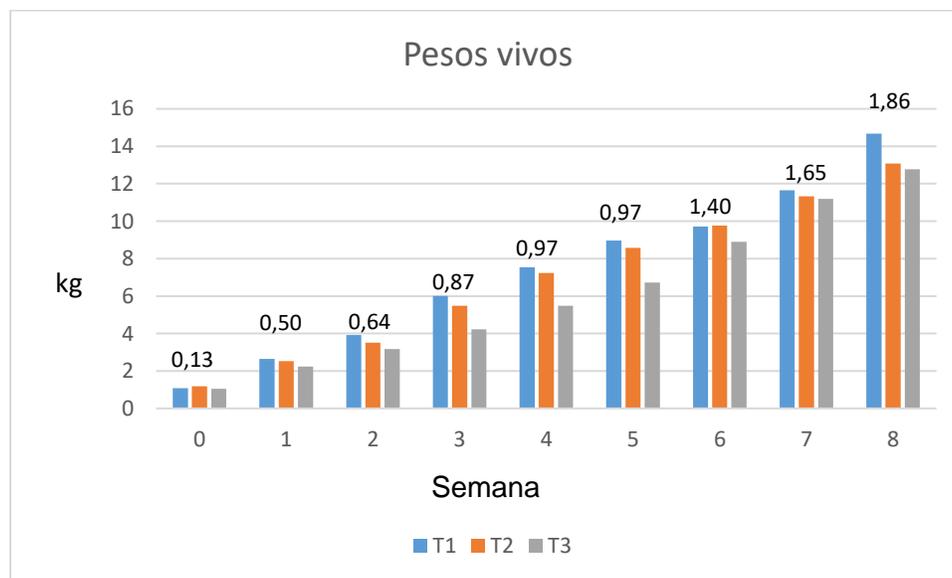


Gráfico 1: Promedio de peso vivo semanal

El **Gráfico 1** refleja la evolución de la ganancia de peso vivo a lo largo del tiempo, para cada tratamiento donde T1 muestra un aumento más consistente durante las semanas iniciales y mantiene los valores más altos hasta el final del experimento en cambio T2 evidencia un desempeño intermedio, con una ganancia de peso significativa en la semana 3, coincidiendo con la observación estadística previa mientras que T3 muestra un crecimiento más lento en las primeras semanas, alcanzando valores similares a T2 en las últimas semanas, pero sin superarlo.

3.1.2 Ganancia de peso semanal

Tabla 4: Promedio de ganancia de peso semanal según los tratamientos y con su intervalo de confianza.

SEMANAS	T1	T2	T3	IC
1	1,56 ^a	1,32 ^a	1,19 ^a	0,44
2	2,83 ^a	2,32 ^a	2,14 ^a	0,5
3	4,88 ^a	4,21 ^{ab}	3,18 ^b	0,81
4	6,41 ^a	6,00 ^{ab}	4,45 ^b	0,91
5	7,83 ^a	7,38 ^a	5,64 ^b	0,89
6	8,58 ^a	8,58 ^a	7,77 ^a	1,33
7	10,52 ^a	10,13 ^a	10 ^a	1,58
8	13,56 ^a	11,89 ^a	11,57 ^a	1,81

Semanas = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 Semanas del experimento, T1, T2 Y T3, tratamientos con castración de tres edades diferente 7,14 y 21 días respectivamente, IC= intervalo de confianza. ^{ab}: interpretación de la diferencia estadística significativa p-valor < 0,05.

Durante las primeras dos semanas del experimento, no se observaron diferencias significativas en la ganancia de peso promedio entre los tratamientos. Sin embargo, se pudo apreciar que los cerdos sometidos al tratamiento T1 (castración a los 7 días) mantuvieron un desempeño ligeramente superior en comparación con T2 (castración a los 15 días) y T3 (castración a los 21 días). A partir de la semana 3, las diferencias se hicieron más evidentes, destacándose T1 como el tratamiento con la mayor ganancia de peso promedio (4,88 kg), significativamente superior al observado en T3 (3,18 kg). Esta tendencia se prolongó consistentemente hasta la semana 5, consolidando a T1 como el tratamiento más eficiente en esta etapa. Al finalizar el estudio, en la semana 8, T1 nuevamente registró el mayor peso acumulado (13,56 kg), mientras que T3 mostró el valor más bajo (11,57 kg), confirmando así la eficacia de realizar la castración quirúrgica a una edad más temprana, estos resultados coinciden con la investigación realizada por Maza (4) donde se analizó el aumento semanal de peso en cerdos sometidos a castración a diferentes edades: 30 días (T0), 60 días (T1), 90 días (T2) y 120 días (T3). Los cerdos castrados a los 30 días (T0) alcanzaron la mayor ganancia diaria de peso, con 622 g/día, lo que equivale a un incremento semanal de 4,35 kg. Les siguieron los castrados a los 60 días (T1) con 606 g/día (4,24 kg/semana). Por otro lado, los grupos castrados a edades más avanzadas, 90 días (T2) y 120 días (T3), registraron menores incrementos semanales, con 564 g/día (3,95 kg/semana) y 570 g/día (3,99 kg/semana), respectivamente. Estos resultados

evidencian que la castración temprana favorece un mejor desempeño productivo al minimizar el estrés posquirúrgico y optimizar la ganancia de peso.

Es importante destacar que el uso de anestesia local no solo contribuye significativamente al bienestar animal, sino que también se refleja en una mayor ganancia de peso durante la etapa final de crecimiento, tal cómo se evidenció en nuestra investigación como en la realizada por Telles (46) en donde demostró que los cerdos castrados con anestesia local (LA) obtuvieron una mayor ganancia de peso diaria en comparación con los castrados sin anestesia (NLA). En la fase de lactancia (0-21 días), la ganancia diaria fue de 0,191 kg/día (LA) frente a 0,174 kg/día (NLA), alcanzando pesos acumulados a los 21 días de 4,011 kg con LA y 3,654 kg NLA respectivamente. En el periodo de (21-60 días), los lechones con anestesia ganaron 0,319 kg/día, frente a 0,310 kg/día sin anestesia, logrando pesos acumulados de 15,141 kg (LA) y 14,574 kg (NLA). Finalmente, en la fase de crecimiento (60-102 días), los animales con anestesia ganaron 0,549 kg/día, frente a 0,529 kg/día, alcanzando pesos totales de 37,89 kg con LA y 36,48 kg NLA respectivamente.

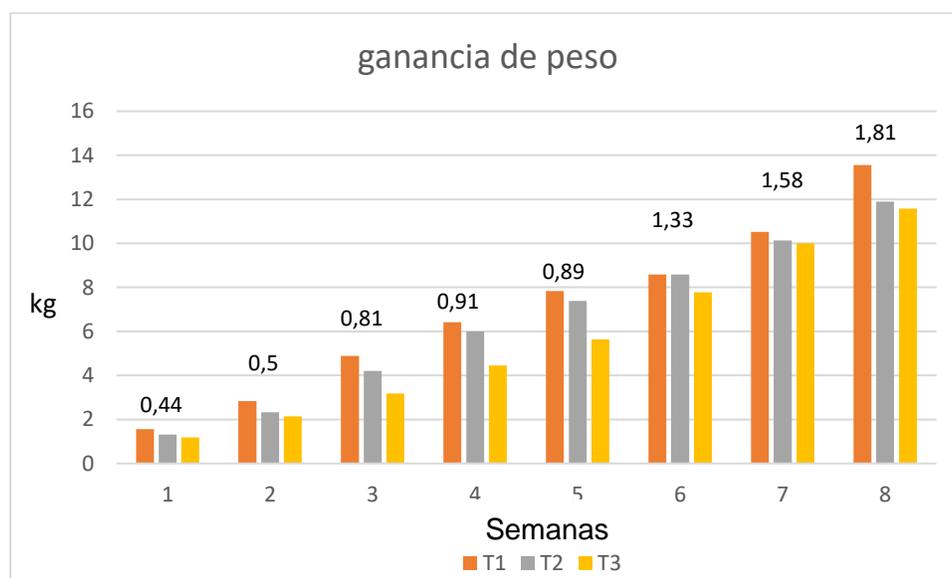


Gráfico 2: Ganancia de peso semanal.

El Gráfico 2 muestra las diferencias entre los tratamientos son más marcadas durante las semanas medias (3 a 5), donde T1 supera significativamente a T3, mientras que T2 muestra valores intermedios. En las semanas finales (6 a 8), las diferencias entre T1 y T2 se reducen, mientras que T3 se mantiene consistentemente más bajo.

3.1.3 Tiempo de cicatrización

Tabla 5: Promedio del tiempo de recuperación según los tratamientos y con su intervalo de confianza.

Días	T1	T2	T3	IC
1	0,67 ^a	0,65 ^a	0,87 ^a	0,2
2	0,1 ^a	0,25 ^{ab}	0,37 ^b	0,11
3	0 ^a	0,075 ^a	0,25 ^b	0,07
4	0,25 ^a	0,45 ^a	0,85 ^b	0,15
5	0 ^a	0,1 ^{ab}	0,2 ^b	0,6

Días = 1, 2, 3,4 y 5 días del experimento, T1, T2 Y T3 respectivamente, tratamientos con castración de tres edades diferente 7,14 y 21 días respectivamente, IC= intervalo de confianza. ^{ab}: interpretación de la diferencia estadística significativa p-valor <(0.05).

24 horas posterior a la castración el T1(7 días) y T2(14 días) presentaron tiempos de recuperación similares (0,67 y 0,65 respectivamente), mientras que T3 (21 días) muestra un tiempo más prolongado (0,87). Para el día 2 y 3 el T1 (0,1) tiene una diferencia significativa con respecto al T2 (0,25) y T3 (0,37). En el día 4, el tratamiento T3 muestra el tiempo de recuperación más largo (0,85), seguido de T2 (0,45), lo que podría sugerir un impacto de la castración tardía en la recuperación, estos estudios concuerdan con Navas (2) quien realizó un experimento en la granja porcina “Porcinitic”, ubicada en el recinto Playa Seca, cantón El Triunfo, Ecuador, utilizando 40 cerdos machos divididos en dos grupos de 20 animales cada uno. En dicho estudio, los cerdos castrados quirúrgicamente a los 14 días presentaron un tiempo de cicatrización de 7 a 10 días, con inflamación inicial controlada mediante protocolos adecuados de antisepsia y antibióticos. Adicionalmente, Heinritzi (3) reporta en su investigación que el proceso de curación de las heridas de castración en lechones castrados a la edad de cuatro días progresa más rápidamente y con menos complicaciones que en aquellos lechones castrados a los 28 días de edad. Esto se debe a que los animales más jóvenes tienen tejidos menos desarrollados y una respuesta inmunitaria más eficiente en etapas iniciales de vida. Por lo tanto, la edad a la que se realiza la castración quirúrgica desempeña un papel crucial en los tiempos de recuperación, siendo preferible realizarla en edades más tempranas para minimizar riesgos de infecciones, estrés y prolongación de la cicatrización.

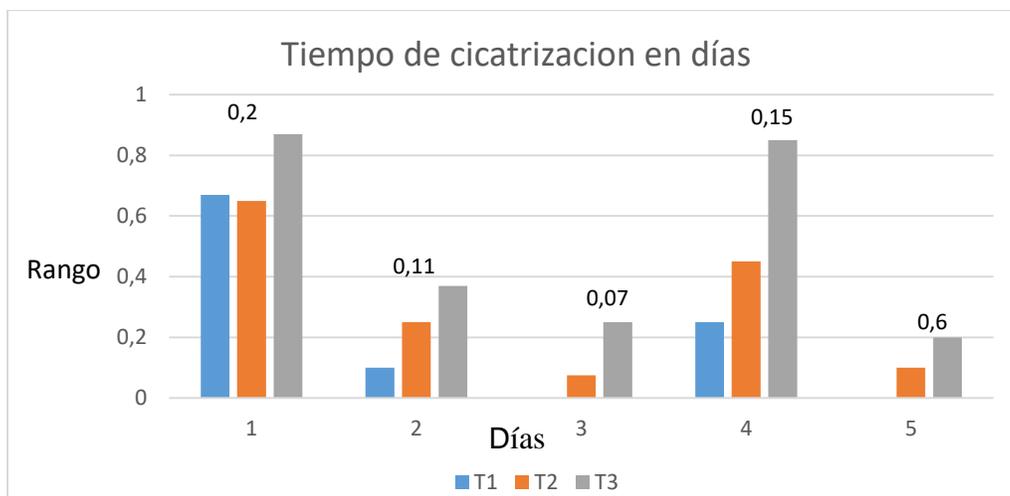


Gráfico 3: Tiempo de cicatrización.

En el **Gráfico 3** se ilustra las diferencias en la recuperación según el tratamiento donde T1 y T2 presentan tiempos de recuperación similares en el primer día, indicando una mayor rapidez en la cicatrización, mientras que T3 registra mayores tiempos de recuperación, especialmente en el día 4, lo que podría ser indicativo del impacto de la castración más tardía.

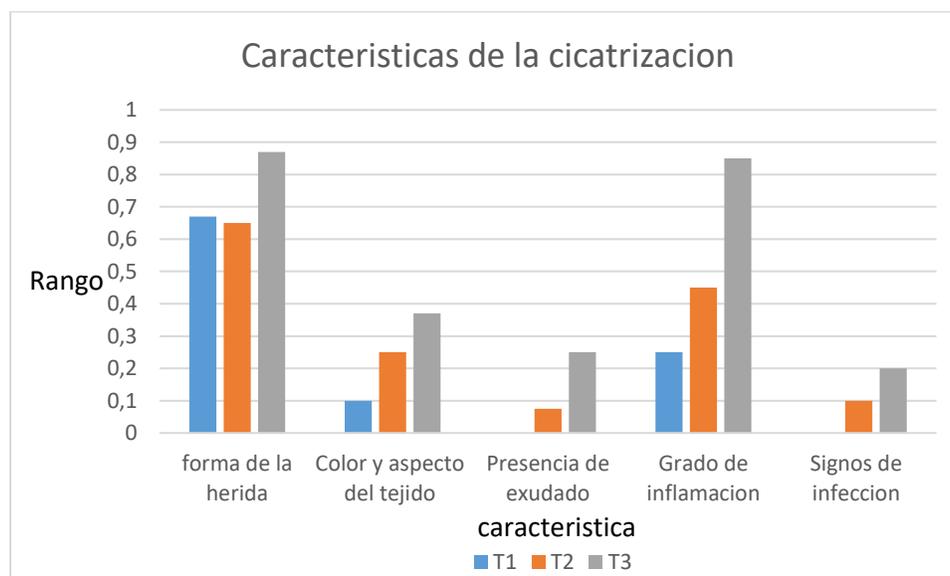


Gráfico 4: Características de cicatrización.

El **Gráfico 4**. En este grafico demuestra que T1 y T2 presentaron una mejor evolución de la herida presentando un tejido de color rosado uniforme y saludable, y mínima presencia de exudado e inflamación, indicando un proceso de cicatrización más eficiente. En contraste, T3 mostró bordes menos definidos, color rojizo, mayor exudado e inflamación, especialmente entre los días 2 y 4, lo que refleja un proceso de cicatrización más lento. No se registraron signos de infección en T1 y

T2, mientras que en T3 se observaron leves indicios de complicaciones, posiblemente por la castración tardía que aumenta la susceptibilidad a problemas.

IV. CONCLUSIONES

- Los cerdos castrados a los 7 días mantuvieron los mejores pesos vivos en promedio y esto se observa especialmente durante las primeras semanas 3 semanas, esto evidenciaría que la castración temprana favorece un crecimiento más eficiente.
- En cuanto a la ganancia de peso los animales castrados al día 7, muestran el mejor dato promedio, consolidándose como la edad óptima para maximizar el desempeño productivo, con la mejora de la eficiencia en el consumo de alimento y la disminución de los efectos del estrés quirúrgico.
- Los cerdos castrados a los 7 días presentaron los tiempos de recuperación más cortos y menos complicaciones asociadas, como inflamación y exudado. Por otro lado, los animales castrados a los 21 días mostraron una recuperación más prolongada, con mayor inflamación y exudado, indicando que la castración en edades más avanzadas incrementa los riesgos postquirúrgicos y retrasa la cicatrización.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la castración quirúrgica a los 7 días de edad, ya que se registra una mejor ganancia de peso vivo con un mejor óptimo índice de conversión alimenticia y reducción de la recuperación postoperatoria.
- Establecer protocolos claros para la castración quirúrgica, incluyendo el uso de anestésicos locales, materiales estériles y técnicas higiénicas, con el fin de minimizar el riesgo de infecciones y complicaciones postquirúrgicas.
- Implementar un seguimiento postoperatorio en cerdos castrados que incluya un monitoreo semanal del peso vivo y el consumo de alimento para evaluar su estado nutricional, además de un control diario de la evolución del proceso de cicatrización durante los primeros cinco días posteriores a la castración, con el fin de identificar cualquier anomalía y garantizar un manejo adecuado que minimice riesgos y optimice la recuperación.
- Incorporar alternativas de analgésicos o técnicas mínimamente invasivas para reducir aún más el impacto del estrés quirúrgico y mejorar el bienestar animal.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Alfredo Benítez Meza AGGJHBRNMLMF. Evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda. Scielo. 2015 Septiembre; 5(3).
2. Suvarna Bhoj ATACMSGKG. Image processing strategies for pig liveweight measurement: Updates and challenges. ELSEVIER. 2022 Febrero; 193.
3. Rex A. Hess LRCJPSSJEOMBCJK. Male animal sterilization: history, current practices, and potential methods for replacing castration. Frontiers in Veterinary Science. 2024 July 2; 11.
4. Piqueras JMR. BIENESTAR ANIMAL EN PORCINO. España:, Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica; 2020.
5. Enrique Pardo P.1 ACR2GAP3. Exploración inicial de la estructura genética del cerdo doméstico (Sus Scrofa Domestica) en Sampués, Sucre, Colombia, utilizando microsatélites. Scielo Perú. 2017 junio; 28(2).
6. Cambiaggi VL. Anatomía regional del porcino. In Anatomía regional del porcino. Buenos Aires-Argentina: edulp; 2023. p. 124.
7. Danilo MCJ. Aparato reproductor del macho. In Produccion porcina. Costa Rica: Universidad Estatal A Distancia San Jose; 2005. p. 392.
8. Williams S. Eficiencia reproductiva del verraco. Revista brasileira de reprodução animal. 2013 Junio; 37(2).
9. Jaime KMS. Calidad del semen a 5 ° C y si efecto en la fertilidad y tamaño de camada de cerdas en el tropico de Guerrero Mexico. Tesis. Mexico: Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo; 2019.
10. Williams S. Eficiencia reproductiva del verraco. Revista brasileira de reprodução animal. 2013 Abril; 37(2): p. 200-206.
11. Huilcapi CAM. Principales patologías en sistema de producción porcina en Latinoamérica. Scielo. 2023 Agosto 08; 35(2): p. 89-110.

12. Matías JV. Evaluación de dietas balanceadas en cerdos de engorde en la comuna Bellavista del Cerro, Parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*. 2018 Diciembre 19; 5(2): p. 22-29.
13. Baker RB. La castración inmunológica de los cerdos machos: estado actual. *Scielo*. 2020 Septiembre; 32(3).
14. Sodring MONyTTH. Change in Norwegian consumer attitudes towards piglet castration: increased emphasis on animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2020 May; 62(22).
15. JM Neary AGaLJ. Public and industry knowledge and perceptions of US swine industry castration practices. *Animal Welfare*. 2023 December 22; 32.
16. Anna M. Saller JWRSDAWFSMZBHEB. Local anesthesia in piglets undergoing castration— A comparative study to investigate the analgesic effects of four local anesthetics on the basis of acute physiological responses and limb movements. *PLOS ONE*. 2020 July 30; 15(7).
17. Cristina Bonastre Ráfales OMNyMVFR. Presente y futuro de la castración en lechones. *Dialnet*. 2022 Febrero; 19(192): p. 1-4.
18. Sánchez. LAD. Efecto de diferentes métodos de castración de lechones sobre la curva de crecimiento durante la etapa de 6 a 50 kg. Artículo. ; 2020.
19. Zarate NWT. Evaluación comparativa de la producción de carne de cerdos por castración química y por cirugía abierta en el distrito de Oxapampa Pasco. Tesis. Peru: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion ; 2024.
20. María Font-i-Furnols a MAGABFTMGBMCZ. The effect of immunocastration of male and female Duroc pigs on the morphological, mechanical and compositional characteristics of pork belly. *ScienceDirect*. 2023 October; 204.
21. Polkinghorne MSaA. Optimal Methods of Documenting Analgesic Efficacy in Neonatal Piglets Undergoing Castration. *Animals*. 2020 August 19.
22. Navas Urgiles II. Evaluación de castración quirúrgica vs inmunocastración en. Tesis. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2021.

23. Meredith Sheil GMD BASSMGIAPaFG. Efficacy of Intra-Operative Topical Wound Anaesthesia to Mitigate Piglet Castration Pain—A Large, Multi-Centred Field Trial. *Animals*. 2021 September; 11(10).
24. Julia Werner ,MSJRSS,DNAJFAGRMZYKSSBMHEMR. Evaluation of Two Injection Techniques in Combination with the Local Anesthetics Lidocaine and Mepivacaine for Piglets Undergoing Surgical Castration. *Animals*. 2022 April 14; 12(8).
25. Lotte Skade CSKMBFN&LHD. Effect of two methods and two anaesthetics for local anaesthesia of piglets during castration. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2021 January 06; 63(1).
26. Miller R. Comportamiento de lechones en una arena de observación antes y después de la castración quirúrgica con anestesia local. *Animals*. 2023 Febrero; 13(3).
27. Turner AVVyPV. Eficacia de la buprenorfina para el tratamiento del dolor por castración quirúrgica en lechones. *BMC Veterinay Research*. 2018 Octubre 23; 14(318).
28. Barrera LM. Evaluacion de la ganacia de peso en lechones destetados utilizando inmunocastracion frente a la castracion quirurgica. Tesis. Cuenca- Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana; 2013.
29. Espejo NFA. Evaluacion Zootecnica de cuatro edades de castracion quirurgica en lechones (*Sus scrofa domesticus*). Tesis. Cuenca: Universidad Tecnica Salesiana; 2022.
30. Oñate Mancero Francisco Javier BCOEHCVH. Rendimiento productivo de cerdos terminales sometidos a diferentes edades de castración. *Dialnet*. 2020; 5(823-835).
31. Telles FG. Long-term weight gain and economic impact in pigs castrated under local anaesthesia. *Veterinary and Animal Science*. 2016 December ; 1-2.
32. Leticia Pérez Ciria FJMMJÁRaMAL. Effect of Castration Type and Diet on Growth Performance. *Animals*. 2022 April 13; 12(8).
33. Fossum TW. Cirugia en pequeños animales. In *Cirugia del sistema tegumentario*. Madrid-España ; 2009. p. 159.
34. Rodrigues M, Kosaric , A.. Wound Wound Healing: A Cellular Perspective. *Physiological Reviews*. 2019; 99(1).

35. Peng-Hui W, Ben-Shian H, Horng HC. Wound healing. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2018; 81(2).
36. Guarín-Corredor C, Quiroga-Santamaría P, Landínez-Parr NS. Proceso de Cicatrización de heridas de piel, campos endógenos y su relación con las heridas crónicas. *rev.fac.med*. 2015; 61(4).
37. Alfredo Benítez-Meza AGGJHBRNMyLMF. Evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda. *Scielo*. 2015 Diciembre; 5(3).
38. Silva-Santos HR. Efecto de diferentes protocolos de castración en indicadores productivos de cerdos: Meta-análisis. *Effect of various castration protocols on production indicators in pigs: meta-analysis. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2024 April; 15(2): p. 265-286.
39. Vicente Rodriguez Estevez MSRAGyAGGC. Feed conversion rate and estimated energy balance of free grazing Iberian pigs. *ScienceDirect*. 2010 May 27; 132(1-3): p. 152-156.
40. Losinger WC. Feed-conversion ratio of finisher pigs in the USA. *ScienceDirect*. 1998 October 16; 36(4): p. 287-305.
41. Hernandez E. Applied Animal Ethics in Industrial Food Animal Production: Exploring the Role of the Veterinarian. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2022; 12(6).
42. Ison S. A Review of Pain Assessment in Pigs. *Frontiers in veterinary science*. 2016 Noviembre; 3(108).
43. Wener J. Evaluation of Two Injection Techniques in Combination with the Local Anesthetics Lidocaine and Mepivacaine for Piglets Undergoing Surgical Castration. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2022 Abril; 12(8).
44. Schilstra L. Examining Alternatives to Painful Piglet Castration Within the Contexts of Markets and Stakeholders: A Comparison of Four EU Countries. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2021; 11(2).

VII. ANEXOS



Anexo 1: Equipo de incisión y corte



Anexo 2: Desinfección de Material Quirúrgico con Yodo Povidona



Anexo 3: Anestésico Local (Lidocaína)



Anexo 4: Antibiótico penicilina (BENZETACIL 1.200.000 UI)



Anexo 5: Crema cicatrizante (Saniderm)



Anexo 6: Guantes estériles de látex, utilizados para la castración



Anexo 7: Matagusanos cicatrizante y antiséptico



Anexo 8: Hilo de algodón



Anexo 9: Registro del peso semanal



Anexo 10: Manejo y sujeción del animal



Anexo 11: Limpieza y desinfección de la zona



Anexo 12: Aplicación de anestesia local



Anexo 13: Incisión de la piel



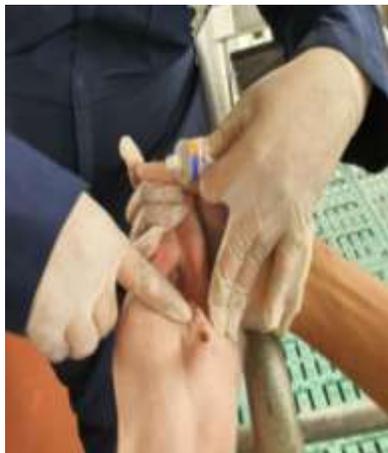
Anexo 14: Ligadura de todo el paquete testicular



Anexo 15: Extracción del testículo



*Anexo 16: Aplicación del antibiótico directo en la herida
(Ampicilina)*



*Anexo 17: Aplicación de crema cicatrizante en
los bordes de la herida*

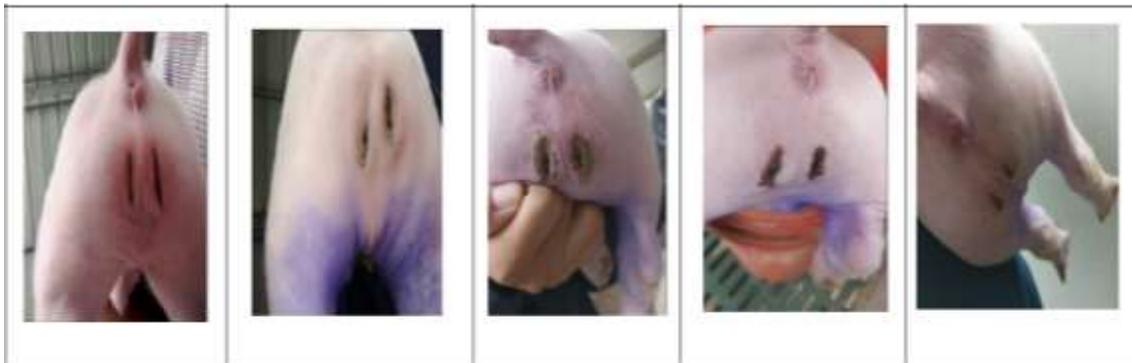


Anexo 18: Aplicación de matabichera en la herida

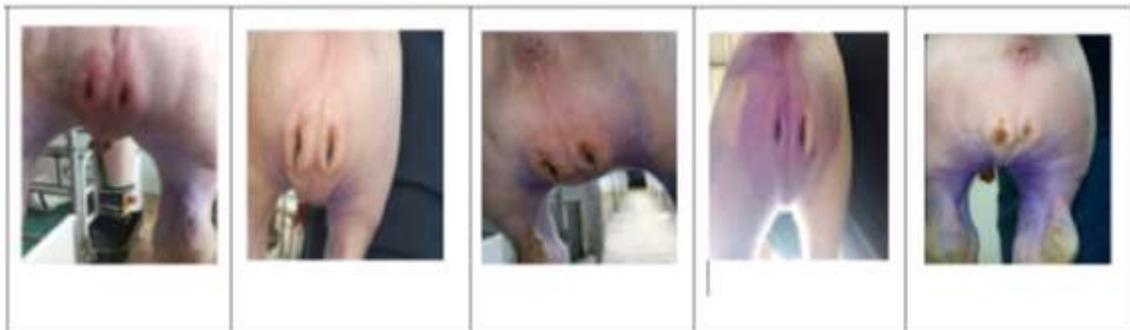


Anexo 19: extracción manual del líquido seminal

RESULTADOS DE LA CICATRIZACION



Anexo 20: Tiempo de cicatrización del día 1 al 5 en lechón de 7 días



Anexo 21: Tiempo de cicatrización del día 1 al 5 en lechón de 14 días



Anexo22: Tiempo de cicatrización del día 1 al 5 en lechón de 21 días