

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS**

Comparación de la castración quirúrgica e inmunocastración sobre la calidad de carne y  
rendimiento productivo en cerdos, Provincia de Lamas, Región San Martín

Presentado por:

María Flor Valderrama Rosas

Para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

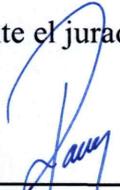
“COMPARACIÓN DE LA CASTRACIÓN QUIRÚRGICA E INMUNOCASTRACIÓN  
SOBRE LA CALIDAD DE CARNE Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN CERDOS,  
PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN SAN MARTIN”

Presentado por **María Flor Valderrama Rosas**, para optar el Título de:

**Médico Veterinario y Zootecnista**

Sustentado y aprobado 10 de agosto de 2023, ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Víctor Alberto Ramos De la Riva*

**Primer Miembro:**

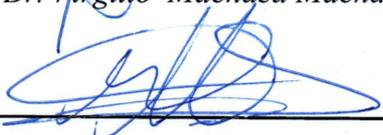
  
\_\_\_\_\_  
*MVZ. Víctor Raúl Cano Fuentes*

**Segundo Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*MVZ. Valeriano Paucara Ocsa*

**Asesores:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Virgilio Machaca Machaca*

  
\_\_\_\_\_  
*Mtro. Max Henry Escobedo Enríquez*



## **Agradecimiento**

*A Dios, quien me protege y guía mis pasos como persona y profesional para cumplir con cada objetivo trazado.*

*A mi asesor por la paciencia y apoyo para culminar con la elaboración de este proyecto.*

*A mi alma mater Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por acogerme en sus aulas para mi formación.*

*A mi facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y cada uno de sus docentes que contribuyeron con mi formación*



## **Dedicatoria**

*A mi querido hermano Samuel por demostrarnos que la unión familiar hace la fuerza ante cualquier lucha y por la fe que dios nos brinda en cada momento difícil de la vida.*

*A mis padres Cirila y Justo por ser la motivación de nuestra fortaleza y unión familiar, por cada palabra de aliento y por cada gesto de amor hacia sus hijos.*

*A mis hermanos Samuel, Marleny, Jhuniór, Margoth, Ana y Emely por cada apoyo moral e incondicional.*

*A mi compañero de vida Luis por su colaboración en la ejecución de este proyecto y por su constancia en motivarme a crecer como profesional.*

*A mi amado Sebastián que llego en momentos muy complicados de mi vida a darme la felicidad inmensa que necesitamos y por motivarme a seguir con muchos objetivos trazados.*



“Comparación de la castración quirúrgica e inmunocastración sobre la calidad de carne y rendimiento productivo en cerdos, Provincia de Lamas, Región San Martín”

Línea de investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>CAPÍTULO I</b> .....	4
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	4
1.1 Descripción del problema .....	4
1.2 Enunciado del Problema .....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos .....	5
1.2.3 Justificación de la investigación.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	7
2.1 Objetivos de la investigación .....	7
2.2.1 Objetivo general .....	7
2.2.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Hipótesis de la investigación .....	7
2.2.3 Hipótesis general .....	7
2.2.4 Hipótesis específicas .....	7
2.3 Operacionalización de variables .....	8
<b>CAPÍTULO III</b> .....	9
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	9
3.1 Antecedentes .....	9
3.2 Marco teórico .....	11
3.2.1 La carne de cerdo .....	11
3.2.1.1 Consumo de la carne de cerdo.....	11
3.2.1.2 Bienestar animal .....	12
3.2.1.3 Castración quirúrgica.....	13
3.2.1.4 Inmunocastración.....	13
3.2.1.5 Importancia de la inmunocastración.....	14
3.2.1.6 Mecanismo de acción del fármaco inmunizante.....	15
3.2.1.7 Compuestos responsables del olor sexual .....	16
3.2.1.8 Legislación y perspectiva de la castración en la unión europea .....	17



3.3	Marco conceptual.....	18
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>20</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>		<b>20</b>
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	20
4.2	Diseño de la investigación.....	20
4.3	Población y muestra.....	20
4.4	Procedimiento.....	21
4.4.1	Peso al nacimiento.....	21
4.4.2	Castración quirúrgica.....	21
4.4.3	Castración inmunológica.....	21
4.4.4	Pesado de los lechones.....	22
4.4.5	Tatuado del lechón.....	22
4.4.6	Alimentación de los cerdos.....	22
4.4.7	Peso vivo de los cerdos.....	22
4.4.8	Peso de carcasa.....	23
4.4.9	Ganancia de peso vivo.....	23
4.4.10	Grasa dorsal.....	23
4.5	Técnica e instrumentos.....	23
4.6	Análisis estadístico.....	24
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>25</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>		<b>25</b>
5.1	Grasa dorsal (GD).....	25
5.2	Ganancia de peso vivo.....	25
5.3	Ganancia de peso a la saca.....	26
5.4	Peso de carcasa.....	27
5.5	Discusión.....	27
5.5.1	Grosor de la grasa dorsal (GD).....	27
5.5.2	Ganancia de peso vivo.....	28
5.5.3	Ganancia de peso a la saca en cerdos a la venta.....	28
5.5.4	Peso de carcasa.....	28
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>30</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>30</b>
6.1	Conclusiones.....	30
6.2	Recomendaciones.....	30
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>31</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>34</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de estudio .....	8
Tabla 2. Composición nutricional de carne de diferentes especies en 100 gr. ....	11
Tabla 3. Distribución de animales para la castración .....	20
Tabla 4. Promedio $\pm$ DE de la grasa dorsal en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados. ....	25
Tabla 5. Promedio $\pm$ DE de ganancia de peso vivo en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados. ....	26
Tabla 6. Comparación de las medias $\pm$ DE de peso vivo en los tratamientos .....	26
Tabla 7. Promedio de peso de carcasa (PC) $\pm$ DE en cerdos castrados quirúrgicamente y inmunocastrados. ....	27
Tabla 8. Peso vivo de los cerdos castrados quirúrgicamente y inmunocastrados. ....	35
Tabla 9. Peso de carcasa de cerdos castrados quirúrgicamente y inmunocastrados. ....	36
Tabla 10. Ganancia de peso vivo de cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados. .....	37
Tabla 11. Grosor de grasa dorsal de cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados	38
Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) – peso vivo a la venta.....	39
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) – peso de carcasa.....	39
Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) – ganancia media diaria .....	39
Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) – grasa dorsal .....	40



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo per cápita de la carne de cerdo.....	12
Figura 2. Aplicación de la inmunocastración .....	21
Figura 3 Comparaciones de medias de peso vivo venta (PVV) .....	40
Figura 4. Comparación de medias de peso de carcasa .....	41
Figura: 5 comparación de medias en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunológicamente .....	41
Figura: 6 prueba de comparación de medias para grasa dorsal .....	42
Figura 7. Castración quirúrgica con bisturí .....	42
Figura 8. Castración quirúrgica a los 12 días de vida del cerdo. ....	43
Figura 9. Peso vivo del cerdo a la venta. ....	43
Figura 10. Toma de peso de carcasa en camal, .....	44
Figura 11. Toma de medida del grosor de la grasa dorsal del cerdo. ....	44
Figura 12. Corte al costado derecho de la región central de la décima y onceava costilla de la carcasa.....	45

## INTRODUCCIÓN

La producción y el consumo de carne de cerdo en el Perú cada vez va en aumento, para el año 2021 alcanzó un volumen de 240.000 toneladas de carne que representa un aumento del 5% en comparación del año anterior y la industria porcina que mayor aporta a la producción son las granjas intensivas; asimismo el consumo per cápita de carne de cerdo en el año 2022 alcanzó los 9.5 kg/hab/año, el aumento del consumo está directamente relacionado con la mejora de la economía peruana, el boom gastronómico y las bondades nutricionales de la carne de cerdo (1). La especie porcina está considerada como uno de las mayores en potencial carnívoros, puede llegar a producir más de 2500 kg de carne/marrana/año. La carne que produce es un alimento de gran valor nutricional, una excelente fuente de proteína, vitaminas como las del complejo B y de minerales, como el hierro. Además, tiene características organolépticas que son atractivos para el consumidor.

Las exigencias del consumidor cada vez son más exigentes en calidad de carne, por ello las empresas porcinas utilizan alternativas como la castración quirúrgica y química (immunocastración) con el propósito de obtener carne de mayor calidad y mejores rendimientos productivos (2). Uno de los problemas asociados a la calidad de carne del cerdo es la deposición de la grasa dorsal y el olor sexual que se presenta a partir de la pubertad en el animal. La castración es una práctica ganadera que está bastante utilizada en la porcicultura y la más habitual es la castración quirúrgica, pero gracias al avance de la ciencia existe la immunocastración que últimamente las empresas porcinas están optando por ello. Por tanto, dicha investigación tiene por finalidad evaluar la calidad de carne: grasa dorsal y el rendimiento productivo del cerdo: ganancia media diaria, peso vivo a la venta y peso de carcasa a través de la castración quirúrgica e immunocastración en la provincia de Lamas, Región San Martín.



## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la castración quirúrgica con la inmunocastración y determinar, el grosor de la grasa dorsal, peso vivo, peso de carcasa, ganancia de peso diaria. La evaluación se realizó en la empresa Agropecuaria Campo Real SAC (granja porcina), ubicada en la provincia de Lamas, Región San Martín. Los tratamientos fueron: castración quirúrgica (T1) y la inmunocastración (T2), se distribuyó 27 cerdos para cada variable en estudio. La castración quirúrgica se realizó a los 12 días de nacido y la inmunocastración se realizó en dos tiempos, la primera aplicación fue a los 80 días y la segunda a los 110 días de vida. Para el análisis estadístico se utilizó el Diseño completamente al azar y para las comparaciones de medias se usó la prueba de Tukey. Los resultados encontrados para grasa dorsal fueron 11.03 y 8.85 mm; para el peso vivo de 116.62 y 125.81 Kg; y ganancia de peso vivo diaria de 0.704 y 0.754 Kg para castración quirúrgica y la inmunocastración respectivamente, Asimismo, fueron estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ), sin embargo, para peso de carcasa (92.02 y 95.44 Kg) no fueron significativo ( $p > 0.05$ ) para T1 y T2,. Se debe concluir que la inmunocastración (T2) se obtuvo mejores resultados en la mayoría de las variables dependientes como en grasa dorsal donde se logró 2.18 mm menos de espesor y en pesos vivo a la venta se logró 9.19 Kg más y en ganancia media diaria se alcanzó 0.050 Kg. más en comparación a la castración quirúrgica (T1).

**Palabras clave:** *Castración, inmunocastración, cerdo, grasa dorsal, rendimiento productivo.*



## ABSTRACT

The research work aimed to compare surgical castration with immunocastration and determine the thickness of the backfat, live weight, carcass weight, daily weight gain. The evaluation was carried out in the company Agropecuaria Campo Real SAC (pig farm), located in the province of Lamas, San Martín Region. The treatments were: surgical castration (T1) and immunocastration (T2), 27 pigs were distributed for each variable under study. Surgical castration was performed at 12 days of birth and immunocastration was performed in two times, the first application was at 80 days and the second at 110 days of life. For the statistical analysis, the completely randomized design was used and the Tukey test was used for comparisons of means. The results found for back fat were 11.03 and 8.85 mm; for the live weight of 116.62 and 125.81 Kg; and daily live weight gain of 0.704 and 0.754 Kg for surgical castration and immunocastration respectively, were also statistically significant ( $p < 0.05$ ), however, for carcass weight (92.02 and 95.44 Kg) they were not significant ( $p > 0.05$ ) for T1 and T2. It must be concluded that immunocastration (T2) obtained better results in most of the dependent variables, such as backfat, where 2.18 mm less thickness was achieved, and in live weights for sale, 9.19 kg more was achieved, and average daily gain was reached 0.050 kg more compared to surgical castration (T1).

**Keywords:** *Castration, immunocastration, pig, backfat, productive performance.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

La razón principal para castrar los cerdos machos es controlar el olor sexual en la carcasa; este olor característico a macho está presente en la carne de la mayoría de los cerdos maduros sexualmente y los hace inaceptables para la mayoría de los consumidores. Una segunda razón es controlar la agresión y la conducta sexual en cerdos machos enteros a medida que se aproximan a su peso de sacrificio. Aunque el olor sexual del cerdo y la conducta del macho son únicamente problemas del cerdo adulto, por razones prácticas, se realiza el acto de castración en los cerdos, para contrarrestar el mal olor en la carne y el bajo rendimiento productivo de la carcasa.

Los problemas asociados con la castración quirúrgica a una edad temprana es el enfoque tradicional para el control del olor sexual y supuestamente para el ahorro económico en el manejo del animal, pero en la actualidad existe alternativa como una vacuna inmunocastradora que se está usando a gran escala en todo el mundo para capturar los beneficios de la producción del cerdo macho entero, sin poner en riesgo la calidad de la carne y protegiendo el bienestar animal. Durante los últimos años, la orientación de la actividad porcícolas en nuestro país ha ido evolucionando sustancialmente hacia la producción de carne magra, es decir, bajo en contenido de grasa; por ello es una de las alternativas a elegir.

La inmunocastración es una alternativa a la castración quirúrgica que permite obtener carne de calidad y buen rendimiento de carcasa (2). La importancia de su práctica en la industria porcina es la posibilidad de aprovechar las ventajas productivas de machos enteros (3). La inmunocastración consiste en suprimir la función testicular mediante vacunación contra el factor liberador de gonadotropinas o GnRH.

Esta técnica de la inmunocastración promueve el rendimiento productivo, calidad de carne y el bienestar animal (4) y elimina las potenciales desventajas de la castración quirúrgica, como una mayor incidencia de inflamaciones crónicas, una menor velocidad de crecimiento durante su crecimiento (5). Por ello dicha investigación comparó la



castración quirúrgica versus la inmunocastración sobre la calidad de carne y el rendimiento productivo en cerdo.

## 1.2 Enunciado del Problema

### 1.2.1 Problema general

¿La castración quirúrgica e inmunocastración tendrá efecto sobre la calidad de carne y el rendimiento productivo en cerdos?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el espesor de la grasa dorsal en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados?
- ¿Cuál será la ganancia de peso vivo en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados?
- ¿Cuál será el peso vivo a la venta en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados?
- ¿Cuál será el peso de carcasa en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados?

### 1.2.3 Justificación de la investigación

La castración quirúrgica es un método invasivo que causa dolor y estrés a los cerdos a la hora de ser castrados así mismo también hay efectos negativos en su desarrollo productivo que con el pasar del tiempo se va haciendo mucho más exigente. La castración química en cerdos es una técnica muy aceptada mundialmente por los principales países productores y consumidores de carne de cerdo en mercados como Australia, Brasil y México, cuya práctica contribuye en el bienestar, evita estrés de los cerdos y garantiza un mayor rendimiento del animal. La castración inmunológica ayudo a mejorar la conversión alimenticia y el rendimiento productivo en cerdos, esta técnica se está utilizando para sustituir el procedimiento quirúrgico que causa estrés y malestar en cerdos castrados quirúrgicamente. Así mismo aprovechar las ventajas naturales que confieren las hormonas sexuales hasta pocas semanas antes del sacrificio, mejorar la conversión alimenticia ya que disminuye el consumo de alimento mejorando la



relación costo-beneficio. Por las consideraciones anteriores se plantea este estudio con la finalidad de mejorar el manejo y los parámetros productivos de los cerdos y así también optar por esta alternativa, investigadores como profesionales hacen que sea un aporte de carácter social y económico y sea una línea de bases para investigaciones futuras.



## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.2.1 Objetivo general

Comparar la castración quirúrgica e inmunocastración (química) sobre la calidad de carne y rendimiento productivo en cerdo

##### 2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el grosor de la grasa dorsal en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.
- Evaluar la ganancia de peso vivo en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.
- Evaluar el peso vivo a la saca en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.
- Evaluar el peso de carcasa en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.

#### 2.2 Hipótesis de la investigación

##### 2.2.3 Hipótesis general

La inmunocastración es mejor que la castración quirúrgica sobre la calidad de carne y en el rendimiento productivo del cerdo.

##### 2.2.4 Hipótesis específicas

- La grasa dorsal en cerdos inmunocastrados es menor que en cerdos castrados quirúrgicamente.



- La ganancia de peso vivo en cerdos inmunocastrados es mayor a los cerdos castrados quirúrgicamente.
- El peso vivo a la venta en cerdos inmunocastrados es mayor que en los cerdos castrados quirúrgicamente.
- El peso de carcasa en cerdos inmunocastrados es mayor que en cerdos castrados quirúrgicamente.

### 2.3 Operacionalización de variables

**Tabla 1. Operacionalización de variables de estudio**

<b>Variab</b> les	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Dependiente:</b>		
Calidad carne	Grosor la grasa dorsal	(mm)
Rendimiento productivo	Ganancia de peso vivo	(Kg)
	Peso a la venta	(kg)
	Peso carcasa	(Kg)
<b>Independiente:</b>		
Inmunocastración	A los 80 y 110 días de vida	Días
Castración quirúrgica	A 10 días de vida	Días



## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

- a) Por otro lado, realizaron trabajos de investigación fue realizado en la granja porcina “Corpus Cristy”, de la empresa Agrícola ganadera norteña S.A, (AGANORSA), con el objetivo de comparar el método de inmunocastración (IM) y castración quirúrgica (CQ) que fueron evaluados los parámetros productivos así como (ganancia media diaria, conversión alimenticia, peso vivo total), grosor de grasa dorsal y olor sexual en la carne. En el grosor de grasa dorsal se observó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) donde los inmunocastrados tuvieron menos espesor de grasa de 0.631 cm, que los castrados quirúrgicamente con 0.986 cm. observamos el aumento de los parámetros productivos, obtención de carne magra y disminución del grosor de la grasa dorsal, su efectividad en la eliminación del olor sexual y una alternativa de buena práctica de bienestar animal (7).
- b) Según (8) su investigación llevó a cabo en las instalaciones de la granja experimental El Zapotillo propiedad del Centro Universitario de Oriente, ubicada en el municipio y departamento de Chiquimula (8). cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados para evaluar conversión alimenticia en cerdos machos castrados con dos métodos. Mayor ganancia de peso y conversión alimenticia en los cerdos inmunocastrados en las fases de inicio y engorde. También se logró determinar que la inmunocastración no tiene efecto sobre el olor sexual en la carne cruda y cocida. Finalmente, los tratamientos evaluados son similares.
- c) Según (9) Uno de los objetivos de su de investigación fue evaluar el efecto de la Inmunocastración en cerdos enteros comparado con cerdos castrados quirúrgicamente en relación a algunos parámetros productivos como rendimiento productivo, grosor de grasa dorsal y peso vivo se obtuvo los siguientes resultados como diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el peso de carcasa siendo mayor en cerdos castrados quirúrgicamente (CQ) (79.02kg) que en inmunocastrados (IC) (60.76kg), así también no se obtuvo diferencia entre peso vivo al sacrificio y en grosor de grasa dorsal (mm) tomado a nivel de la última costilla de la canal entre ambos subgrupos estudios teniendo



como resultado en cerdos castrados quirúrgicamente 3.23mm y el los inmunocastrados 2.33 mm. Se concluye que si hubo efecto de la Inmunocastración sobre los cerdos enteros en relación a los castrados quirúrgicamente y se determinó rentabilidad en la técnica de Inmunocastración

- d) Según (10) en el artículo que publicaron “diversas alternativas a la castración quirúrgica de cerdo donde sus resultados sugieren que la castración inmunológica es una alternativa viable a la castración quirúrgica. En cuanto a parámetros productivos los machos inmunocastrados presentaron un crecimiento e ingestión de alimentos diarios superior a los machos castrados quirúrgicamente así mismo un índice de conversión similar, los machos inmunocastrados consumieron menos cantidad de alimento, pero su crecimiento global fue similar con lo cual su índice de conversión alimenticia fue mejor.
- e) Por otro lado, (11) en el artículo edad de castración y su efecto sobre el desempeño productivo de cerdos cruzados en fase de ceba. Conversión alimenticia (CA). Se encontró que la CA fue menor en T0 y T1 y mayor en T2 y T3 este efecto se puede atribuir ( $P \leq 0.05$ ). Esta diferencia puede ser atribuida al mayor estrés provocado por la mayor edad a la castración del presente estudio, traduciéndose en una disminución del desempeño productivo del animal. Se encontró diferencia altamente significativa GDP ( $P \leq 0.05$ ) entre los diferentes tratamientos en cerdos castrados a los 30 días de edad. también se encontró que la GDP tuvo un comportamiento lineal ( $P \leq 0,01$ ) respecto a las edades de castración. Esto sugiere que a medida que aumenta la edad de castración disminuye la ganancia diaria de peso, hubo una disminución en la ganancia de peso al final del periodo experimental en T2 y T3, que pudo ser causado por el estrés posquirúrgico, al castrar a los animales de estos tratamientos, a los 90 y 120 días de edad.
- f) El trabajo de investigación de (2) La inmunocastración en cerdos permite aprovechar las ventajas productivas de los machos enteros. Con el objetivo de evaluar el rendimiento productivo, características de la canal y calidad de carne de cerdos inmunocastrados se 20 lechones enteros, 20 sometidos a inmunocastración el rendimiento productivo y las características de la canal no mostraron diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos.



## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 La carne de cerdo

La carne de cerdo se compone fundamentalmente de tejido muscular que contiene agua, sales minerales, diferentes vitaminas, proteínas y un bajo contenido en hidratos de carbono, lípidos y tejido conectivo (12) señala que la carne de cerdo contiene un 18 a 20% de proteínas de alto valor biológico y prácticamente no tiene hidratos de carbono, que se pueden complementar al cocinar, además indica que es rica en vitaminas del grupo B y en minerales como hierro, zinc, fósforo y potasio; el contenido calórico no es muy alto (120 a 330 kcal/100 g), sobre todo en las partes magras. (13) se realizaron un análisis de los componentes nutricional de los alimentos, en este caso la carne de cerdo resultó tener 21 gramos de proteína en 100 gramos de carne, valores similares a las demás especies (Tabla 2).

La carne de cerdo toma un papel muy importante en la alimentación mundial. Por su alto valor nutritivo y agradable sabor le hace una de las principales fuentes de alimento, ocupando el segundo lugar de su consumo a nivel mundial, aporta menor cantidad de colesterol y calorías comparada con otras carnes así mismo es considerada una carne saludable por su menor contenido en sodio y alto contenido en potasio.

**Tabla 2.** Composición nutricional de carne de diferentes especies en 100 gr.

Espece	Energía (Kcal)	Proteína (gr.)	Grasa (gr.)	Agua (gr.)
Carne de cerdo	143	21.4	5.7	72.2
Carne de pollo	119	21.4	3.1	74.5
Carne de res	152	20.1	7.7	70.6
Carne de cuy	96	19	1.6	78.1

**Fuente** (1)

#### 3.2.1.1 Consumo de la carne de cerdo

La carne de cerdo toma un papel muy importante en la alimentación mundial. Por su alto valor nutritivo y agradable sabor le hace una de las principales fuentes de alimento, ocupando el segundo lugar de su consumo a nivel mundial, aporta menor cantidad de colesterol y calorías comparada con otras carnes así mismo es considerada una carne saludable por su menor contenido en sodio y alto contenido en potasio.



El consumo de carne de cerdo en el Perú cada vez va en aumento, para el año 2021 alcanzó un volumen de 240.000 toneladas que representa un aumento del 5% en comparación del año anterior y la industria que mayor aporta a la producción porcina, son las granjas intensivas; Asimismo el consumo per cápita de carne de cerdo en el año 2022 alcanzó los 9.5 kg/hab/año, el aumento del consumo está directamente relacionado con la mejora de la economía peruana, el boom gastronómico y las bondades nutricionales de la carne (1).

Por otro lado, el aumento del consumo de carne de cerdo en la Región de San Martín va en aumento gracias al derivado en el que se realiza la cecina, el turismo es la principal razón por lo que incrementa su consumo.



**Figura 1. Consumo per cápita de la carne de cerdo.**  
Fuente (1)

### 3.2.1.2 Bienestar animal

En los últimos años se ha producido un creciente interés social en materia de bienestar animal, siendo necesaria la revisión y adopción de nuevas medidas en el sector ganadero.

El bienestar animal también debe ser tenido en cuenta desde el punto de vista de la calidad de los productos obtenidos. En general, la calidad de la carne que se obtiene de algunos animales sometidos a situaciones de escaso bienestar, es baja. En este sentido las condiciones de bienestar no sólo hay que buscarlas en el interior de las explotaciones, sino también durante el



transporte de los animales de una explotación a otra o al matadero, y durante su sacrificio, ya que es precisamente en estas dos fases donde las carencias en bienestar animal repercuten con mayor intensidad en la calidad del producto fina (14).

### 3.2.1.3 Castración quirúrgica

(15) Indica que la castración quirúrgica de los lechones es una práctica habitual, donde, se realizan dos incisiones en la zona del escroto (figura 2); los testículos son liberados de los tejidos circundantes y extraídos para ser eliminados mediante el corte del cordón espermático. La castración quirúrgica sin anestesia se considera una intervención doloroso y estresante, desarrollado por una serie de cambios fisiológicos y de comportamiento que son claramente indicativos de dolor y estrés. El procedimiento induce dolor inmediato seguido de dolor crónico postquirúrgico que puede prolongarse durante 5 días. La castración quirúrgica implica la sujeción e inmovilización del lechón, la incisión del escroto con un bisturí, la liberación del testículo y la sección del cordón espermático. A pesar de que es un procedimiento rápido (menos de 30 segundos), induce en el lechón una serie de cambios fisiológicos y comportamentales claramente indicativos de dolor (16).

La castración quirúrgica en cerdos a temprana edad es la técnica más utilizada mundialmente para eliminar el olor sexual que presentan en la pubertad, durante la etapa de engorde, además de controlar la agresividad en los machos enteros (10). La edad de la castración puede afectar al ritmo de crecimiento de los animales. El mayor crecimiento del tejido muscular de los machos enteros es más evidente, a medida que se aproximan a la pubertad (18).

En Reino Unido donde la castración quirúrgica no está permitida en granjas que son miembros de determinadas asociaciones como la de los Cerdos Británicos, asegurando esquemas de Calidad donde el 80% de los productores son miembros y por ello la mayoría de los cerdos machos se venden enteros, incluso aunque la castración quirúrgica sea legal.

### 3.2.1.4 Inmunocastración

(3) indica que la inmunocastración consiste en inyectar una forma modificada del GnRF conjugado a una proteína para inducir la formación



de anticuerpos frente a dicho factor, que al unirse al GnRF endógeno inhiben la secreción de LH y FSH por parte de la glándula pituitaria (Figura 3).

Algunos estudios han indicado que, hasta la segunda administración del producto los parámetros productivos de los machos inmunocastrados serían similares al de los machos enteros y posteriormente se parecerían a los de los machos castrados (19).

Según (20) la inmunocastración es un procedimiento que puede reemplazar la cirugía de cerdos machos, empleando la inmunización anti-GnRh; los cuales su efecto ha demostrado en la reducción de la concentración de las hormonas responsables de causar el olor a macho en la carne del cerdo.

De este modo, los machos inmunocastrados serían más eficientes que los machos castrados, especialmente hasta la segunda administración del producto y, a partir de ese momento, los niveles de olor sexual y de posibles agresiones se verían reducidos. Se considera que el efecto de la inmunización frente al GnRF se produce mediante una reducción en la actividad sexual y un fomento del consumo de alimento (21).

### **3.2.1.5 Importancia de la inmunocastración**

Los cerdos machos inmunocastrados tienen una mejor conversión alimenticia y la carcasa con un alto porcentaje de carne que machos castrados, pero la castración es necesaria debido a las altas concentraciones de androsterona y escatol acumuladas en la grasa subcutánea e intramuscular de machos no castrados.

Los cerdos inmunológicamente castrados presentan consistentemente una ganancia de peso diaria alimenticia mayor y una eficiencia de alimentación mejorada en comparación con los cerdos quirúrgicamente castrados; después de la segunda aplicación del inmunocastrador, las carcasas de los inmunocastrados son consistentemente más delgadas que los castrados quirúrgicamente debido a la menor grasa de la canal. La inmunocastración es una alternativa a la castración quirúrgica que permite obtener carne libre de olor sexual, eliminando la función testicular (figura 3), mediante vacunación contra el factor liberador de gonadotropinas (GnRh).

La inmunocastración es una tecnología que trabaja como una vacuna, estimula el sistema inmune para que produzca anticuerpos que bloquean la causa del olor a macho y por tanto presenta las siguientes bondades (23)



Disminuye riesgos como, artritis, contaminación biológica cojeras, mortalidades.

Evita procedimientos quirúrgicos, sus costos y sus riesgos.

Producción de carne inocua para consumo humano (inolora, sabor desagradable).

Mejora la conversión alimenticia, mayor ganancia de peso.

Rendimiento de la carcasa, menos grasa, más magro.

### **3.2.1.6 Mecanismo de acción del fármaco inmunizante**

La técnica de inmunocastración estimula el sistema inmune del cerdo para producir anticuerpos específicos que bloquean su propio GnRH, bloqueando así la función gonadal y la acumulación de los componentes del olor sexual. El factor de liberación de Gonadotropina es el regulador hipotalámico clave de la función testicular. El GnRH endógeno liberado del hipotálamo se une a receptores específicos en la glándula hipófisis donde estimula la liberación de la hormona luteinizante (LH) y la hormona de estimulación folicular (FSH). Esta hormona después estimula y controla el crecimiento y la actividad de los testículos que conducen a la madurez sexual, produciendo cambios en la conducta y aumento en los niveles del olor sexual en el cerdo macho. (24)

Según, (25) indica que al igual que en muchas otras vacunas, un curso completo de vacunación de Improvac consiste de una dosis inicial de preparación después de las 10 semanas de nacido, seguida por una segunda dosis (por lo menos después de cuatro semanas). La dosis inicial prepara las células de memoria inmune del animal, pero no estimula los niveles eficaces de anticuerpos anti-GnRH. Por lo tanto, no hay supresión de la función testicular y el cerdo sigue creciendo y comportándose como un verraco que funciona en su totalidad, beneficiándose de sus factores de crecimiento natural (Figura 4).

La segunda dosis, administrada cercana al sacrificio, produce niveles altos de anticuerpos específicos anti-GnRH. Estos anticuerpos se fijan y neutralizan la GnRH endógena. Esta acción suspende temporalmente la estimulación de la hipófisis e inhibe así la función testicular. Como consecuencia, se suprime la acumulación adicional de compuestos de olor sexual (androgenona y escatol), regulada por la función testicular.



Cualquier olor ya presente en el momento de la vacunación es eliminado naturalmente por las funciones metabólicas normales y presentando una característica distintiva en su exterior. En el cerdo vivo, el signo más visible de una vacunación eficaz es que los testículos de los animales vacunados son más pequeños en tamaño, en comparación con los machos no vacunados. (24).

### 3.2.1.7 Compuestos responsables del olor sexual

#### a) **Androsterona**

Es una hormona sexual masculina que se deriva de la testosterona y es producida por las glándulas suprarrenales y las gónadas favoreciendo el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos durante la maduración del macho. Solo se produce en cerdos con tejido testicular activo. Las glándulas salivales absorben androsterona circulante, convirtiéndola en forma sexual liberada en la saliva durante el apareamiento (26)

#### b) **Escatol**

Producto de la degradación anaerobia del triptófano por las bacterias del intestino grueso y se asocia con el olor a naftalina al formarse el escatol se absorbe y se distribuye por el torrente sanguíneo a otros tejidos, de otro lado, es generado por microorganismos intestinales como metabolito del triptófano (27). Aunque el escatol se produce no sólo en machos (enteros y castrados) sino también en hembras, su concentración en grasa es mayor en los enteros, resultado de una tasa más lenta de eliminación hepática. El olor sexual puede presentarse cuando las concentraciones de androstenona y escatol superan 0.5-1.0 y 0.20-0.25 pmm, respectivamente.

#### c) **Edad de la castración**

La edad va depender de cada autor algunos dicen la primera semana de vida, aunque en esta semana se manifiesta mayor vocalización por parte del lechón ya que experimente mayor cantidad de dolor, y otro dicen que es mucho mejor a los 12 o 17 días de nacido. En la castración quirúrgica es necesario utilizar una combinación de anestesia y analgesia para controlar el dolor y el estrés derivados del procedimiento. Distintas alternativas tales como la producción de machos enteros y la inmunocastración tienen que ser consideradas. En un estudio se



comprobó que los machos castrados tardíamente (16 ó 20 semanas de vida) tenían un menor apetito que los castrados a edades más tempranas (6 ó 12 semanas de vida). Esto debido al comportamiento, lo que reduce la ganancia de peso. (11).

### **3.2.1.8 Legislación y perspectiva de la castración en la unión europea**

La castración quirúrgica de los cerdos constituye una preocupación de bienestar animal. Está científicamente probado, con parámetros fisiológicos y etológicos, que la castración quirúrgica es una intervención dolorosa incluso cuando se efectúa en animales muy jóvenes. Ya se están aplicando varias alternativas a la castración quirúrgica dentro y fuera de la UE, como criar machos enteros o vacunar a los animales para reducir el olor sexual. En algunos países, la castración se practica con analgesia o anestesia para aliviar el dolor.

Como primera etapa, desde el 1 de enero de 2012, la castración quirúrgica de los cerdos, si se efectúa, se hará con analgesia o anestesia prolongadas y conforme a métodos que estén mutuamente reconocidos. En una segunda fase y a largo plazo, la castración quirúrgica de los cerdos debería abandonarse a más tardar el 1 de enero de 2018 y para garantizar el segundo paso, será necesario desarrollar estrategias para reducir los compuestos que causan el olor sexual. (15). Indica que de acuerdo con la legislación vigente relativa a las normas mínimas para la protección de cerdos (Directiva 2008/120/CE), la castración de machos puede realizarse quirúrgicamente y sin anestesia ni analgesia en lechones de hasta 7 días de vida. A partir de esa edad, la castración se llevará a cabo mediante una anestesia y una analgesia prolongada practicada por un veterinario. A pesar de esto, y como resultado de las evidencias científicas que indican que la castración quirúrgica antes de los siete días de vida es una práctica dolorosa, en 2010 se firmó la Declaración Europea sobre alternativas a la castración de cerdos. Se trata de una declaración de carácter voluntario, en la que se indica que, a partir del 1 de enero de 2012, en caso de realizar castración quirúrgica, ésta se hará con anestesia y/o analgesia prolongada.

Cabe destacar que algunos países ya han adoptado algunas medidas más restrictivas. Por ejemplo, en el 2009 Noruega prohibió la castración quirúrgica y en el 2010, Suiza prohibió la castración quirúrgica sin anestesia de los cerdos jóvenes.



### 3.3 Marco conceptual

- a) **Cerdo.** Los cerdos son mamíferos omnívoros que pueden preñar en cualquier época del año
- b) **Carne:** Parte blanda, formada principalmente por los músculos de los animales, preparada para el consumo humano.
- c) **Castración:** Extirpación o destrucción de los testículos o los ovarios mediante radiación, cirugía o medicamentos.
- d) **Quirúrgica:** perteneciente o relacionado con la cirugía"; por ejemplo, los instrumentos quirúrgicos. El paciente o sujeto en el que se realiza la cirugía puede ser una persona o un animal.
- e) **Inmunocastración:** consiste en desactivar las funciones testiculares y afectar el comportamiento masculino al neutralizar el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas.
- f) **Vacuna:** son productos biológicos, es decir, contienen virus, bacterias o partes de éstas. Se administran para prevenir enfermedades infecciosas en las personas ó animales susceptibles de sufrirlas.
- g) **Hormona:** Una hormona es una sustancia química segregada por una célula especializada, localizada en glándulas endocrinas, o también por células epiteliales e intersticiales. Las hormonas circulan en el torrente sanguíneo y controlan las funciones de ciertas células u órganos.
- h) **GnRH:** Hormona elaborada por una parte del encéfalo que se llama hipotálamo. La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) hace que la hipófisis elabore y libere la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH).
- i) **Luteinizante:** hormona estimulante de células intersticiales es una gonadotropina que, al igual que la FSH, es producida por las células gonadotropas del lóbulo anterior de la hipófisis o glándula pituitaria.
- j) **Folículo estimulante:** Hormona elaborada en la hipófisis. En las mujeres, actúa sobre los ovarios para hacer crecer los folículos y los óvulos. En los hombres, actúa sobre los testículos para que produzcan espermatozoides.
- k) **Escatol:** Es el producto de la degradación anaeróbica (en dos etapas) del aminoácido triptófano por las bacterias del intestino en la parte final del intestino grueso y es un compuesto asociado al olor fecal o naftalina.
- l) **Androstenona:** es una feromona sexual y asociada al olor a orina y transpiración que puede detectarse en la carne de cerdo. Se sintetiza en las células de Leydig de los



testículos y, mediante la sangre, se transporta y acumula de manera reversible, en el tejido adiposo.

- m) **Olor Sexual:** se aplica al olor o gusto desagradable que a menudo presentan la carne o sus derivados al cocinarlos o comerlos, proveniente de cerdos, cabras u ovejas machos no castrados que han alcanzado la pubertad.
- n) **Bienestar animal:** Es el funcionamiento adecuado del organismo (que los animales estén sanos y bien alimentados), el estado emocional del animal (Ausencia de emociones negativas tales como el dolor y el miedo crónico) y la posibilidad de expresar algunas conductas normales propias de la especie.
- o) **Peso vivo:** Es un parámetro zootécnico para utilizar en un acuerdo comercial; ya sea para dar una primera aproximación sobre el animal que se está ofreciendo.
- p) **Peso carcasa:** Peso de un animal después de sacrificado y extraídos los órganos internos, la cabeza y la piel.
- q) **Ganancia media diaria:** Es un valor que indica la ganancia de peso de un animal al día. Se obtiene dividiendo lo que ha crecido un animal entre el tiempo que ha tardado.
- r) **Grasa dorsal:** a medición (objetiva o subjetiva) del grosor del tejido adiposo acumulado en el dorso, se utiliza para determinar la condición corporal de un animal.



## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo fue descriptivo: hay una intervención del investigador sobre las variables las cuales son controladas y reflejan una causa y efecto, siempre son prospectivos longitudinales, analíticos y de nivel investigativo explicativo (causa y efecto), siendo de nivel básico.

#### 4.2 Diseño de la investigación

Analítico: El análisis estadístico por lo menos es bivariado por que plantea y pone a prueba la hipótesis, su nivel más básico establece la asociación entre factores.

Explicativo: explica el comportamiento de una variable en función de otras; por ser estudios de causa- efecto requiere control y deben cumplir otros criterios de causalidad

#### 4.3 Población y muestra

La población está compuesta en total por 54 cerdos de la línea genética PIC (Pig Improvement Company), distribuidos 27 cerdos en cada tratamiento (Tabla 2), los animales son machos enteros y castrados. El lugar de estudio se encuentra ubicado en el departamento de San Martín, provincia de Lamas, distrito de Tabalosos en una granja de producción semi intensiva de cerdos (Agropecuaria Campo Real S.A.C).

**Tabla 3. Distribución de animales para la castración**

Cerdos	Tratamiento	Total
<b>Castrados quirúrgicos (T1)</b>	27	27
<b>Inmunocastrados (T2)</b>	27	27
Total		54



## 4.4 Procedimiento

### 4.4.1 Peso al nacimiento

Se inició seleccionando el lote con quienes hicimos el estudio que sería solo machos de la misma semana de nacimiento seguidamente enumerándolos de forma correlativa de acuerdo a su nacimiento a los cuales también se les peso al nacer considerando principalmente a lechones con pesos mayor a 1.200 kg para ambos estudios, al día siguiente se le hace su tatuado en las orejas en el lado izquierdo va el lote al que pertenece y en el lado derecho de la oreja va el número de nacimiento utilizando un tatuador manual y una tinta de uso veterinario tattoo ink black el cual se impregna de forma permanente has su día de beneficio del animal.

### 4.4.2 Castración quirúrgica

La castración quirúrgica se realizó a los 10 días de nacido a los 27 lechones, el cual se consideró que mientras más corto sea el tiempo en edad la castración será mucho mejor la evolución de la cirugía ya que algunos autores indican que hay mayor evolución favorable por que todavía esta con la madre y a la hora de mamar le dan poca importancia al dolor y se concentran más en la competencia por mamar.

### 4.4.3 Castración inmunológica

La primera aplicación del inmunocastración se realizó al día 80 de edad a dosis de 2 ml por gorrino vía subcutánea debajo de la oreja del cerdo y la segunda inmunización se realizó en el día 110 de vida, 30 días después de la primera aplicación los cerdos podrán ser sacrificados entre 28 días y 56 días después de haber recibido la segunda aplicación y después de haber pasado la prueba de inspección pos inmunocastración previamente la vacuna debe ser conservada y transportada entre 2°C Y 8°C y proteger de la luz.

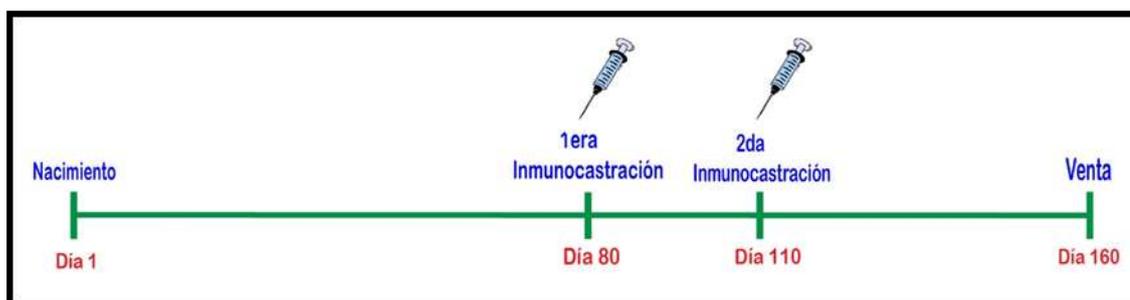


Figura 2. Aplicación de la inmunocastración

#### **4.4.4 Pesado de los lechones**

El pesado se realiza con una balanza digital calibrada, la frecuencia del pesado del cerdo es en cada cambio de etapa, peso de nacimiento, peso de destete, peso de bajada cuando el lechón pasa a ser gorrino y finalmente peso vivo de venta o cuando ya es para beneficio en camal.

#### **4.4.5 Tatuado del lechón**

Se realizó el tatuado de cada lechón nacido en cada camada con un número correlativo de acuerdo a su nacimiento y al lote que corresponde, por lo tanto, se sabe con certeza que lechón fue para castración quirúrgica y así mismo como para la castración inmunológica, el código tatuado en las orejas de los cerdos nos facilitó la identificación de los cerdos en el área de beneficio y oreo, así saber a qué tipo de estudio pertenecía.

#### **4.4.6 Alimentación de los cerdos**

En cuanto a la alimentación de los cerdos en todas las etapas fue ad libitum (a libre demanda), con la finalidad que los animales ganen la mayor cantidad posible de peso y desarrollo.

Etapa preinicio: se le proporciona alimento balanceado paletizado pigtech 1 desde los 10 días de nacido hasta el destete.

Etapa de inicio I: se le proporciona desde el destete hasta 45 días de vida.

Etapa de inicio II: se le proporciona el alimento desde 45 días hasta el día 60 de vida.

Etapa de inicio balanceado: se le proporciona desde el día 60 hasta el día 75 días de vida.

Etapa de crecimiento balanceado comercial: inicia desde los 75 días de vida hasta los 120 días de vida del cerdo.

Etapa de engorde balanceado comercial: del día 120 hasta el día 150 o mas hasta que sea o se fije la fecha de venta del cerdo.

#### **4.4.7 Peso vivo de los cerdos**

Los cerdos se pesaron en granja en una balanza calibrada y especial para pesado de cerdos grandes de engorde se realiza principalmente antes de subir al camión a los 162 días de vida. Se tomó el peso del cerdo antes de ser traslado al camal para ser beneficiado.



#### **4.4.8 Peso de carcasa.**

El peso de carcasa se realizó ya en el camal donde los cerdos son beneficiados y su posterior eviscerado seguidamente se realiza el pesado mediante un riel con fajas y una balanza especial, también aprovechamos en realizar la incisión longitudinal a nivel de la de la 10 y 11 costilla se tomó después que el cerdo fuera beneficiado o sacrificado (Anexo 2), libre de órganos internos, sangre y pelo (Figura 8).

#### **4.4.9 Ganancia de peso vivo**

Este parámetro se tomó el peso vivo del cerdo descontado el peso del nacimiento divididos durante los días de vida del animal (Anexo 3), en este caso los cerdos se beneficiaron a los 162 días.

#### **4.4.10 Grasa dorsal**

La toma de muestra del grosor de la grasa dorsal se tomó al momento que el cerdo beneficiado (anexo 4) se encontraba en el área de oreo (Figura 9), se cortó aproximadamente en el costado derecho de la región central de la costilla 10 y 11 de la carcasa (Figura 11), es donde se encuentra el mayor grosor del músculo y menor deposición de grasa; es la zona denominada “P2”, punto ideal para mediciones de la condición magra.

### **4.5 Técnica e instrumentos**

#### **Castración quirúrgica**

- Guantes
- Balanza
- Mango de bisturí
- Anestésico local
- Hoja de bisturí
- Curabichera
- Yodo
- Antibiótico y antiinflamatorio
- Botas
- Scrup

#### **Castración inmunológica**

- Innoshure (vacuna inmunocastradora)
- Jeringa regulable



- Guantes
- Agujas de ½ pulgada
- Botas
- Scrup
- Marcador

#### 4.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó bajo el diseño completamente al azar (DCA) en el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS) los datos se descompusieron bajo el análisis de varianza (ANOVA). El modelo aditivo lineal consiste en:

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

$Y_{ij}$ = Calidad de carne y Rendimiento productivo.

$\mu$  = Media general

$\tau_i$ = Castrado (Quirúrgico e Inmunocastrado).

$\varepsilon_{ij}$ = Error experimental.

Las comparaciones de medias de los tratamientos se realizaron a través de la prueba de Tukey, con el propósito de establecer las diferencias entre tratamientos, donde los promedios de misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Grasa dorsal (GD)

Según el análisis de varianza para el diámetro de grasa dorsal (Tabla 4) se encontró que estadísticamente si existe diferencia significativa entre los tratamientos, los resultados obtenidos fueron en los castrados quirúrgicamente 11.03 mm y en los inmunocastrado 8.85 mm (figura 14).

**Tabla 4.** Promedio±DE de la grasa dorsal en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.

Tratamiento	GD±DE(mm)	P. Tukey
Quirúrgico T1	9.33±2.80	a
Inmunocastrado T2	9.10±2.74	b

GD: Grasa dorsal, letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

El mayor espesor de grasa dorsal fue del tratamiento T1 con 11.03 mm se debe principalmente a que los cerdos castrados quirúrgicamente tienen la capacidad de depositar alto contenido de grasa y un menor porcentaje de proteína los cuales influyen en el menor índice magro de la carcasa (18)

#### 5.2 Ganancia de peso vivo

Al realizar el análisis de varianza para la ganancia media diaria (Tabla 14), se encontró que si existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. La media que se obtuvo para el T2 cerdos inmunocastrado fue 0.754 kilogramos y para el T1 cerdos castrados quirúrgicamente fue 0.704 kilogramos (Tabla 5).



**Tabla 5.** Promedio $\pm$  DE de ganancia de peso vivo en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.

Tratamiento	GPV $\pm$ DE(kg)	P. Tukey
Quirúrgico (T1)	0.704 $\pm$ 0.06	a
Inmunocastrado (T2)	0.754 $\pm$ 0.06	b

GPV ganancia de peso vivo, letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

En la prueba de comparaciones de medias de los tratamientos a través de Tukey, se encontraron diferencias estadísticas (Tabla 5) los tratamientos presentaron medias estadísticamente diferentes. Con respecto a la mayor ganancia media diaria en los cerdos lo consigue el T2 (inmunocastración) con 0.754 kilogramos y la menor ganancia lo obtiene el T1 (castrados) con 0.704 kilogramos, donde existe una diferencia de 50 gramos entre ambos tratamientos, esto equivale al 6.6% por ciento respecto al primero. Estos resultados principalmente se deban a que los cerdos inmunocastrado se comportan en su rendimiento igual a los cerdos enteros hasta su inicio de su segunda aplicación de la vacuna inmunocastradora.

### 5.3 Ganancia de peso a la saca

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) para el Peso vivo (Tabla 12), se obtuvo que si existe diferencia significativa al 0.05% de error entre tratamientos, logrando los siguientes resultados 116.62 y 125.81 kilogramos para el T1 (castrado) y T2 (inmunocastrado) respectivamente (Figura 9). En la prueba de comparaciones de medias de Tukey, se encontró, que sí existen diferencias estadísticas (Tabla 3), los tratamientos presentan media estadísticamente distinta. El mayor peso vivo a la venta lo obtuvo el T2 cerdos inmunocastrado con 125.81 kilogramos y el menor peso lo consiguió el T1 cerdos castrados quirúrgicamente 116.62 kilogramos, resultando una diferencia de 9.19 kilogramos entre ambos.

**Tabla 6.** Comparación de las medias $\pm$ DE de peso vivo en los tratamientos

Tratamiento	PV(Kg) DE	P. Tukey
Quirúrgico (T1)	116.62 $\pm$ 10.94	a
Inmunocastrado (T2)	125.81 $\pm$ 10.37	b

PV peso vivo, letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )



El mayor peso vivo a la venta obtenido con el (T2) se debe principalmente a que los machos enteros químicamente inmunocastrado permanecieron por un mayor tiempo con sus gónadas sexuales (80 días) por el cual la GH (hormona del crecimiento) promueve la absorción de la proteína para el desarrollo muscular, mientras que los cerdos castrados quirúrgicamente pasan por una disminución de esta hormona que afecta su capacidad muscular ya que son extirpados sus testículos a temprana edad (12 días).

#### 5.4 Peso de carcasa

Al realizar el análisis de varianza para el peso de carcasa (Tabla 13) se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativo para los tratamientos. Se obtuvo los siguientes pesos 92.02 y 95.44 kilogramos para el T1 Castrado quirúrgicamente y T2 inmunocastrado respectivamente (Figura 4).

En la prueba de comparaciones de media a través de Tukey para los tratamientos (Tabla 7), no se encontró diferencias entre las medias de los tratamientos. Sobre los resultados, el mayor peso de carcasa lo consigue el Tratamiento 2 (inmunocastrado) con 95.44 kilogramos y el menor peso lo obtiene el Tratamiento 1 (castrados quirúrgicos) con 92.02 kilogramos, la diferencia de peso entre el mayor y el menor es de 3.42 kilogramos que equivale a 3.6 por ciento respecto al primero.

**Tabla 7.** Promedio de peso de carcasa (PC)  $\pm$  DE en cerdos castrados quirúrgicamente y inmunocastrados.

Tratamiento	PC $\pm$ DE(kg)	P. Tukey
Quirúrgico (T1)	92.02 $\pm$ 8.76	a
Inmunocastrado (T2)	95.44 $\pm$ 8.49	a

PC peso carcasa, letras iguales indican diferencias no significativas ( $p > 0.05$ )

#### 5.5 Discusión

##### 5.5.1 Grosor de la grasa dorsal (GD)

En la prueba de comparaciones medias de Tukey (Tabla 15), presenta que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos. El mejor tratamiento con menor grasa dorsal se obtuvo con el T2 (inmunocastración) con 8.85 mm de grosor y el T1 (castrado quirúrgicamente) obtuvo mayor grosor de grasa dorsal con 11.03 mm, la diferencia que existe entre el primero y el último valor es de 2.18 mm. Los cerdos inmunocastrado logran depositar menor grosor de grasa dorsal a comparación de los cerdos castrados quirúrgicamente, posiblemente por su



comportamiento como macho entero ya que tienen la capacidad de depositar mayor masa muscular y por tanto tiene menor espacio para alojar grasa en la cobertura dorsal. Según (20) evaluó el espesor de grasa dorsal en el que no encontró diferencias significativas, para los cerdos castrados inmunológicamente y cerdos castrados quirúrgicamente.

### **5.5.2 Ganancia de peso vivo**

Según (10) demuestra que los cerdos inmunocastrado consiguen mayor ganancia media diaria a comparación que los cerdos castrados quirúrgicamente (0.921 kg versus 0.894 kg) respectivamente, concuerda con nuestros resultados. (5) Relata que la castración quirúrgica produjo un incremento de peso diario más bajo en el periodo de lactancia, en comparación con los cerdos enteros, por tanto, que en el periodo posterior al destete no se observaron diferencias. Luego de la segunda aplicación de la inmunocastración, los cerdos mostraron un incremento en el consumo de alimento y aumento de peso diario más alto a comparación de los demás tratamientos

### **5.5.3 Ganancia de peso a la saca en cerdos a la venta**

Según (7) determinaron que los cerdos inmunocastrado obtuvieron mayor peso vivo final con 85.18 kilogramos y el menor peso se obtuvo con los cerdos castrados quirúrgicamente con 84.50 kilogramos, resultados similares a nuestra investigación. Según (28) encontró diferencias estadísticamente significativas entre los cerdos castrados e inmunocastrado y manifiesta que los pesos finales de 113.22 Kg en cerdos sometidos a inmunocastración fueron superior a los cerdos castrados quirúrgicamente, esto se debe a que los machos enteros aprovechan mayor el alimento ya que poseen una fuente natural de Andrógenos que estimula el crecimiento magro y la ganancia de peso de animal.

### **5.5.4 Peso de carcasa**

El peso de carcasa tiene relación positiva al peso vivo a la venta lo que concuerda con el resultado anterior. Los pesos obtenidos en la investigación concuerdan con lo mencionado por (18) donde indica que los cerdos machos enteros alcanzan más rápido su peso a la venta 10 días antes al sacrificio a comparación que los cerdos castrados quirúrgicamente. (29) Señala que los cerdos enteros tienen una mejor ganancia media diaria con respecto a los castrados quirúrgicamente, en los cuales la velocidad de crecimiento y el peso máximo lo alcanza a partir de los 76 kg de peso y a las 17 semanas de vida.



Algunos autores demostraron que los cerdos inmunocastrado no tuvieron un peso vivo significativamente más alto en el sacrificio, un aumento de peso promedio diario más alto y una mejor conversión alimenticia, en comparación con cerdos castrados quirúrgicamente.



## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

En el peso vivo a la venta se encontró diferencias estadísticamente significativas con 0,05% de error, el mayor peso lo consigue el T2 (inmunocastración) con 125.81 kg seguido por el T1 cerdos castrados quirúrgicamente con 116.62 kg, logrando una diferencia entre ambos tratamientos de 9,19 kg.

En el peso de carcasa no se encontró diferencias estadísticas entre ambos tratamientos, pero el mayor peso lo consigue el T2 inmunocastración con 95.44 kg y el menor peso lo obtiene el T1 castración quirúrgica con 92.02 kg, resultando una diferencia de peso entre ambos tratamientos de 3.42 kg.

Se determinó que si existe diferencia significativa para la ganancia media diría entre el T2 inmunocastración con 0.754 kg y T1 castración quirúrgica con 0.704 kg, obteniendo una diferencia entre ambos tratamientos de 50 gramos.

En cuanto a la grasa dorsal estadísticamente si existe diferencia significativa entre los tratamientos encontrándose menor milímetro en el T2 inmunocastrados con 8.85 mm, seguido por el T1 castrados quirúrgicamente con 11.03 mm, logrando una diferencia entre ambos tratamientos de 2.18 mm.

### 6.2 Recomendaciones

Realizar otros trabajos de investigación en evaluación organoléptica en la carne cerdos inmunocastrados para determinar mejor la calidad de carne.

Realizar más estudios sobre la inmunocastración en la sierra peruana y evaluar si tiene efecto o no el medio ambiente.

Evaluar la edad de aplicación de la inmunocastración con el propósito si influye sobre el rendimiento productivo del cerdo.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASOPORCI. Situación actual de la porcicultura nacional. In Congreso Internacional de porcicultura y Expo porcina - Perú; 2022; Lima. p. 3-18.
2. Gallegos R, Alarcon A, García I, Gamboa J, Santellano E. Comportamiento productivo, característica de la canal y la calidad de la carne de cerdos inmunocastrados a diferente edad. *Interciencia*. 2015 Agosto; 40(8).
3. Dunshea F, Colantoni C, Howard K, McCauley I, Jackson P, Long K, et al. Vaccination of boars with GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*. 2001 Octubre; 10(79).
4. Thun R. Castration or no castration: An Animal Welfare and Production Issue. In *Proceedings Pfizer Symposia, IPVS Congress*; 2006; Copenhagen. p. 16-19.
5. Zamaratskaia G, Rydhmer L, Andersson HK, Chen G, Lowagie S, Andersson K, et al. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Anim Reprod Sci*. 2008 Octubre; 108(1-2).
6. Añazco Ocampo LJ. “evaluación de la ganancia de peso en cerdos de dos meses de edad utilizando inmunocastración vs castración quirúrgica”. Trabajo Experimental. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador; 2020. Report No.: UPS-CT008868.pdf.
7. Fonseca Altamirano J, Gómez Camas RA. Evaluación comparativa de la castración quirúrgica e inmunocastración en cerdos de la granja Corpus Cristy, Mateare, Managua, Septiembre-Diciembre 2018. Titulo. Master: Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal Medicina Veterinaria, Managua; 2019. Report No.: <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3878>.
8. Aldana Salazar J. Evaluación de parámetros productivos y organolépticos de cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados en la granja experimental Cunori, Zapotillo, Chiquimula. Trabajo de Graduación. Chiquimula: Universidad de San Carlos de Guatemala Centro Universitario de Oriente Zootecnia, Guatemala; 2016. Report No.: RepoUSAC12437.
9. Martínez Gallo OHH, Castañeda Castro NI. <https://scholar.google.es/scholar> [Online].; 2016 [cited 2016 Noviembre 9-12 de Noviembre. Available from:.



10. Fabrega Romans E, Soler Soler J, Cros Jordana J, Gispert Martinell M, Velarde Calvo A. Resultados de diversas alternativas a la castración quirúrgica de cerdos. IRTA. 2009 Julio; 59 (9p).
11. Maza A L, Simanca Sotelo J, Narváez Dias O, Almentero Suárez C, Vergara G. Ó. Edad de castración y su efecto sobre el desempeño productivo de cerdos cruzados en fase de ceba. Scielo. 2017 Junio; 20(1).
12. Mariné Font A. Valor nutritivo de la carne de cerdo. 3tres3. 2016 Abril.
13. Salud IND. www.ins.gob.pe. [Online].; 2017 [cited 2023 Marzo 10. Available from: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034>
14. Aguilar N, Rossner V. Bienestar animal: criterios para su implementación. Chaco: INTA EEA Colonia Benítez, Colonia Benitez; 2010. Report No.: [https://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/bienestar\\_en\\_general/26-Bienestar\\_criterios.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/26-Bienestar_criterios.pdf).
15. Mainau E, Temple D, Manteca X. Efecto de la castración en el bienestar del ganado porcino. FAWEC. 2013 Marzo;(5).
16. Prunier A, Bonneau M, Von Borell E, Cinotti S. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. ResearchGate. 2006 Agosto; 15(3).
17. Mainau E, Temple D, Manteca X. Efecto de la castración en el bienestar. FAWEC. 2013 Marzo; 131(5).
18. Quiles A. Castración en lechones: Ventajas e inconvenientes. CYS. 2009 Mayo;(24).
19. Moore KL, Mullan Bp, Hennessy DP, Dunshea FR, D'Souza DN. Paylean improves feed conversion efficiency of entire and immunocastrated male pigs. CABI. 2005 Noviembre; 1(163).
20. Quezada Coronel DR. Evaluación de indicadores productivos en cerdos machos (*sus scrofa domesticus*) castrados por método inmunológico. Trabajo de titulación. machala: unidad académica de ciencias agropecuarias carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Machala; 2017.
21. Cronin GM, Dunshea KL, Butler I, McCauley JL, Barnett L, Hemsworth PH. Efectos de la castración quirúrgica e inmune sobre el comportamiento social y alimentario. 3tres3. 2003 Marzo 12; vol-81(2).
22. Animal PS. [Online].; 2007 [cited 2023 febrero 6. Available from: <https://www.zoetis.co.cr/products/porcino/innosure.aspx>.



23. Lopera Jiménez JF. Manual de Inmunocastración En Porcinos Para Pequeños y Medianos Productores. C: Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Medellín; 2021.
24. Hennessy D. Control Mundial del olor Sexual Porcino. Revista MG Mundo Ganadero. 2006 octubre; 22(6).
25. Martínez Mena NH, Soza Romero JN. Evaluación de la eficacia de inmunocastración (Improvac) en machos porcinos y su impacto en la calidad de la carne. Licenciatura thesis. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, UNA., Nicaragua; 2011.
26. Patterson RL.  $5\alpha$ -androst-16-ene-3-one: Compound responsible for taint in boar fat. Science Of Food and Agriculture. 1968 Junio; 19(1).
27. Claus R, Weiler U, Herzog A. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar—A review with experimental data. ScienceDirect. 1994; 38(2).
28. Vela Girón ÁM. Efecto de la inmunocastración y castración quirúrgica en los parámetros productivos de cerdos. Obtención del título de: ingeniero zootecnista. Ecuador: escuela superior politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Pecuarias Escuela de Ingeniería Zootécnica, Riobamba; 2012.
29. Cardelino GE. “Evaluación del índice de conversión y consumo diario de alimento en lechones de sitio II y sitio III, en función de la utilización del Inmuno Castrador químico Improvac, Laboratorio Pfizer, a los 90 días y a los 121 días de vida”. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Pontificia Universidad Católica Argentina , Facultad de Ciencias Agrarias ; 2013. Report No.: 11-11-2013.



## ANEXOS



Tabla 8 Peso vivo de los cerdos castrados quirúrgicamente y inmunocastrados.

cerdo castrado quirúrgicamente		cerdo Inmunocastrado	
número de cerdo	PV (kg)	número de cerdo	PV (kg)
1	107	1	138
2	115	2	130
3	106	3	115
4	113	4	126
5	131	5	106
6	110	6	130
7	120	7	126
8	114	8	108
9	121	9	125
10	111	10	127
11	108	11	110
12	106	12	119
13	114	13	129
14	106	14	105
15	106	15	126
16	123	16	118
17	120	17	126
18	121	18	147
19	102	19	130
20	109	20	125
21	127	21	126
22	112	22	129
23	148	23	140
24	129	24	129
25	137	25	134
26	124	26	137
27	108	27	136

Tabla 9 Peso de carcasa de cerdos castrados quirúrgicamente y inmunocastrados.

cerdos castrados quirúrgicamente		cerdos inmunocastrados	
número cerdo	peso carcasa kg	número cerdo	peso carcasa kg
1	82	1	106
2	87	2	97
3	82	3	86
4	89	4	93
5	100	5	79
6	89	6	99
7	101	7	97
8	92	8	83
9	98	9	96
10	89	10	98
11	86	11	87
12	80	12	90
13	94	13	98
14	86	14	81
15	88	15	96
16	98	16	90
17	97	17	95
18	96	18	114
19	78	19	96
20	86	20	91
21	103	21	95
22	87	22	94
23	116	23	110
24	96	24	96
25	107	25	104
26	98	26	107
27	87	27	105



**Tabla 10. Ganancia de peso vivo de cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados.**

cerdos castrados quirúrgicamente		cerdos inmunocastrados	
número de cerdo	GMD (kg)	número de cerdo	GMD (kg)
1	0.642	1	0.831
2	0.691	2	0.778
3	0.637	3	0.686
4	0.678	4	0.754
5	0.782	5	0.638
6	0.658	6	0.779
7	0.721	7	0.757
8	0.684	8	0.645
9	0.723	9	0.744
10	0.659	10	0.760
11	0.647	11	0.657
12	0.637	12	0.707
13	0.683	13	0.775
14	0.632	14	0.630
15	0.633	15	0.756
16	0.739	16	0.711
17	0.717	17	0.758
18	0.723	18	0.878
19	0.611	19	0.778
20	0.653	20	0.749
21	0.760	21	0.755
22	0.662	22	0.770
23	0.887	23	0.839
24	0.773	24	0.776
25	0.822	25	0.803
26	0.743	26	0.821
27	0.804	27	0.816



**Tabla 11. Grosor de grasa dorsal de cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados**

<b>Cerdos Castrados quirúrgicamente</b>		<b>Cerdos inmunocastrados</b>	
<b>Número cerdo</b>	<b>grasa dorsal (mm)</b>	<b>Número cerdo</b>	<b>grasa dorsal (mm)</b>
1	14	1	13
2	12	2	12
3	12	3	13
4	14	4	13
5	10	5	9
6	10	6	9
7	14	7	7
8	13	8	11
9	12	9	5
10	9	10	7
11	12	11	4
12	12	12	5
13	13	13	8
14	7	14	11
15	7	15	6
16	10	16	12
17	10	17	10
18	6	18	11
19	7	19	10
20	9	20	9
21	10	21	6
22	10	22	13
23	11	23	7
24	12	24	12
25	11	25	11
26	13	26	8
27	8	27	9

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) – peso vivo a la venta

FUENTE	Grado Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado de la Media	F -Valor.	Pr. > F	F 0.05%
TRATAMIENTO	1	1139.42	1139.42	10.07	0.0025	4.034
ERROR	52	5883.76	113.15			
TOTAL	53	7023.18				

C.V. 8.90 %

MEDIA: 120.25 kg.

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) – peso de carcasa

FUENTE	Grado Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado de la Media	F -Valor.	Pr. > F	F 0.05%
TRATAMIENTO	1	158.45	158.45	2.14	0.1499	4.034
ERROR	52	3858.41	74.2			
TOTAL	53	4016.86				

C.V. 9 %

MEDIA: 93.73 kg.

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) – ganancia media diaria

FUENTE	Grado Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado de la Media	F -Valor.	Pr. > F	F 0.05%
TRATAMIENTO	1	0.03375	0.03375	7.92	0.0069	4.034
ERROR	52	0.22167	0.00426			
TOTAL	53	0.25542				

C.V. 8.95 %

MEDIA: 0.729 kg.



Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) – grasa dorsal

FUENTE	Grado Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado de la Media	F -Valor.	Pr. > F	F 0.05%
TRATAMIENTO	1	64.46	64.46	15.64	0.0002	4.034
ERROR	52	214.37	4.12			
TOTAL	53	278.83				

C.V. 20.4 %

MEDIA: 9.94 mm

### FIGURAS

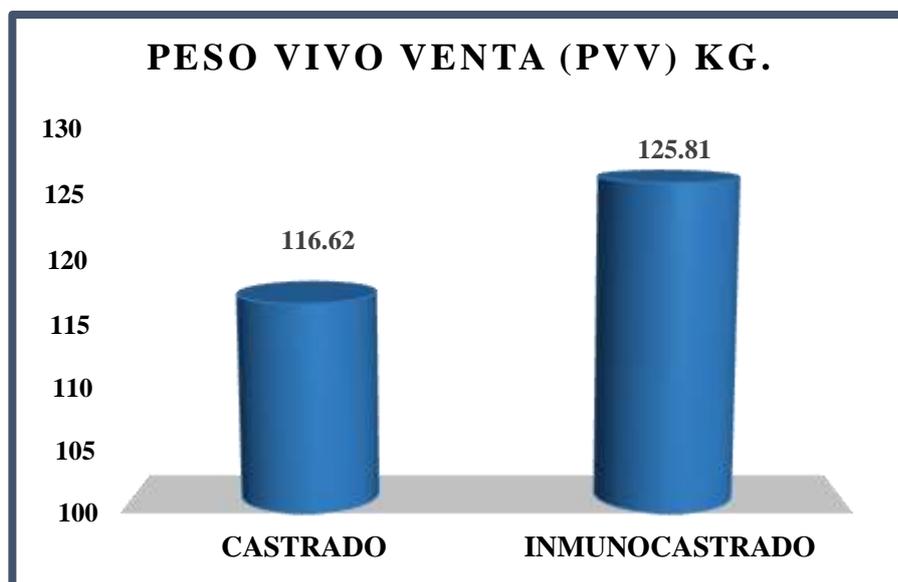


Figura 3 Comparaciones de medias de Peso Vivo Venta (PVV)



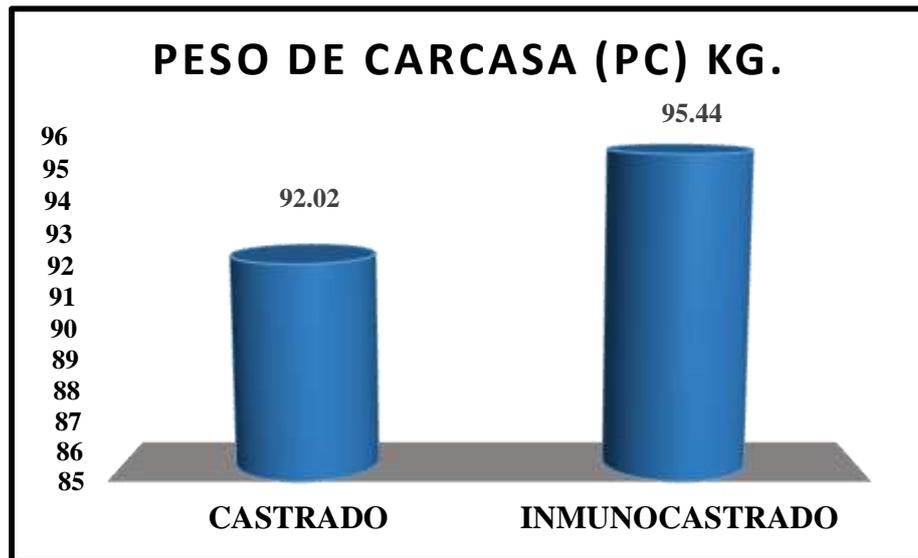


Figura 4. Comparación de medias de peso de carcasa

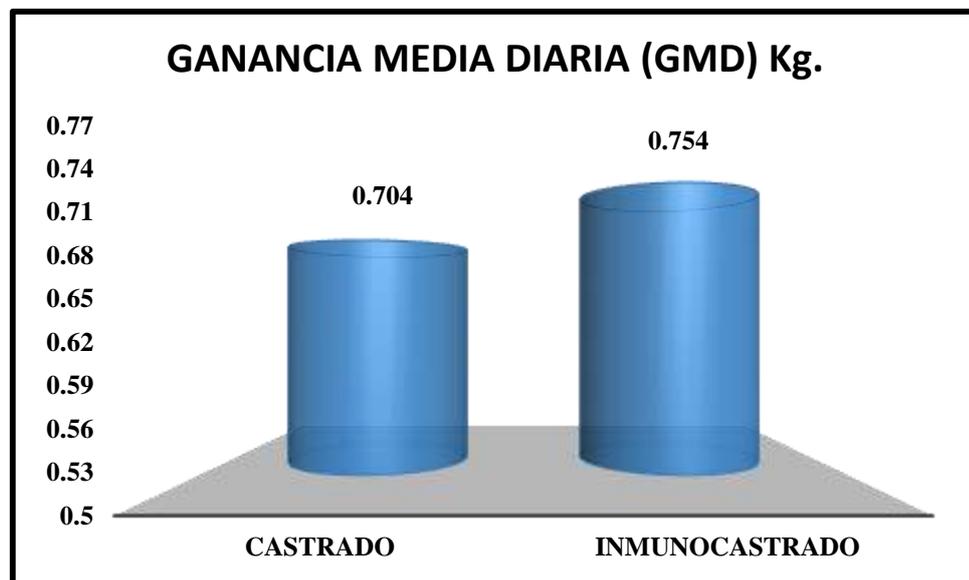


Figura: 5 Comparaciones de medias en cerdos castrados quirúrgicamente e inmunológicamente

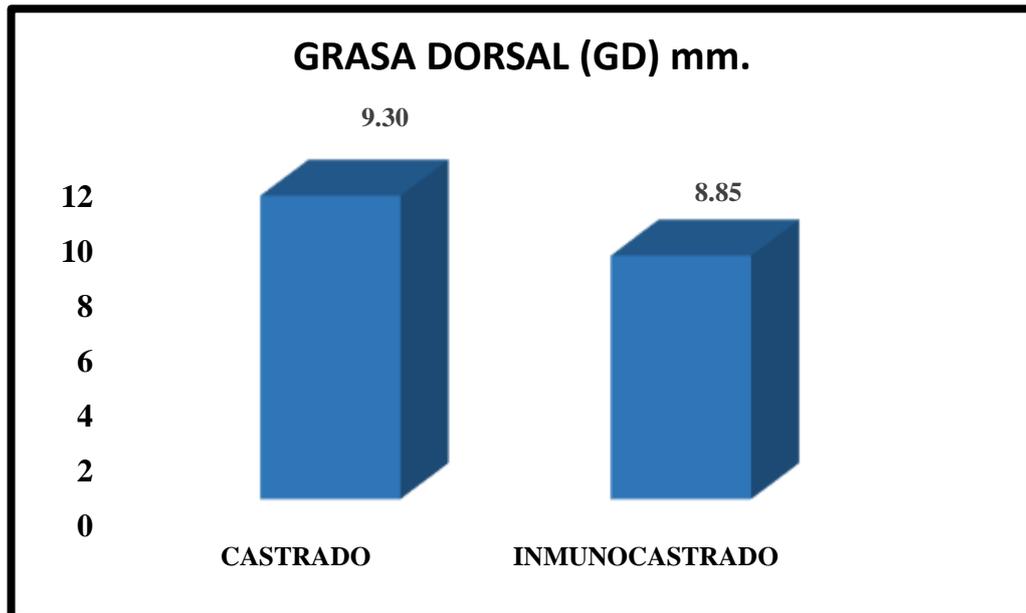


Figura: 6 prueba de comparación de medias para grasa dorsal



Figura 7. Castración quirúrgica con bisturí



**Figura 8. Castración quirúrgica a los 12 días de vida del cerdo.**



**Figura 9. Peso vivo del cerdo a la venta.**



**Figura 10. Toma de peso de carcasa en camal.**



**Figura 11. Toma de medida del grosor de la grasa dorsal del cerdo.**



**Figura 12. Corte al costado derecho de la región central de la décima y onceava costilla de la carcasa.**