



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE CASTRACIÓN EN LOS PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS EN CERDOS MESTIZOS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL**  
**Previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**  
**TRAJANO JOSE ULLOA ZHICAY**

**MACAS- ECUADOR**  
**2018**

El presente Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente tribunal:



Dr. Luis Condo Ortiz.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.**



Ing. MC. Luis Antonio Velasco Matveev.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**



Ing. MC. Luis Alfonso Condo Plaza.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**

Macas, 24 de Mayo del 2018.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Trajano Jose Ulloa Zhicay, con cedula de identidad número 1400510044, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son legítimos y originales. Los contenidos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.



---

Trajano Jose Ulloa Zhicay  
CI 1400510044

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi esposa por ser el pilar en momentos difíciles, por sus valores, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor.

Gracias a Dios por mi hijo, que más que el motor de mi vida fue parte muy importante de lo que hoy puedo presentar como tesis, gracias a ti, DIDIER por cada momento en familia sacrificado para ser invertido en el desarrollo de esta, gracias por entender que el éxito demanda algunos sacrificios y que el compartir tiempo contigo hacia parte de estos sacrificios.

Trajano J. Ulloa

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por estar conmigo y permitir que cumpla con una más de mis metas.

A mis padres, por contar con su apoyo de forma incondicional.

A mis maestros, que han sido un ejemplo y apoyo a lo largo de mi carrera.

Finalmente, y no menos importante a Daniela y a mi hijo Didier, que no tengo palabras para describir todo lo que han sacrificado para que pueda culminar con uno más de mis sueños.

Trajano J. Ulloa

## CONTENIDO

	Pág.
Lista de Cuadros	
Lista de Gráficos	
Lista de Anexos	
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. GANADO PORCINO	3
B. APARATO REPRODUCTOR DEL CERDO	3
C. PERIODO DE CRECIMIENTO Y ENGORDE	5
D. ALIMENTACIÓN DE LOS CERDOS	6
1. <u>Manejo de ceba</u>	8
2. <u>Factores que influyen la alimentación del cerdo</u>	9
E. PRODUCCIÓN PORCINA	10
F. CERDO MACHO	11
G. CASTRACIÓN DEL CERDO	12
1. <u>Tipos de castración</u>	13
a. Castración química	13
b. Castración quirúrgica	14
c. Inmunocastración	14
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	16
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	16
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	16
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	16
1. <u>Instalaciones</u>	16
2. <u>Recursos biológicos</u>	17
3. <u>Equipos y materiales de producción</u>	17
4. <u>Equipos y materiales de laboratorio</u>	17
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	17
1. <u>Esquema del experimento</u>	18
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	18
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	18
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	19

H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	19
III.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	22
A.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CERDOS MESTIZOS COMPARANDO UN SISTEMA DE CASTRACIÓN QUIRÚRGICO VERSUS CASTRACIÓN QUÍMICA	22
1.	<u>Peso inicial y final de los cerdos</u>	22
2.	<u>Ganancia de peso total</u>	25
3.	<u>Ganancia de peso cada 7 días en kg</u>	26
4.	<u>Conversión alimenticia</u>	28
5.	<u>Peso a la canal</u>	29
6.	<u>Rendimiento a la canal</u>	30
7.	<u>Espesor de la grasa dorsal</u>	31
8.	<u>Condición corporal inicial y final</u>	32
9.	<u>pH de la carne fresca y a las 24 horas</u>	33
10.	<u>Relación entre el peso cada 7 días y los métodos de castración</u>	33
B.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	36
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	37
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	38
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	39
	ANEXOS	

## RESUMEN

La presente investigación propone realizar la evaluación de dos métodos de castración en los parámetros productivos de cerdos mestizos, en la granja Rancho Bonanza, ubicada en el sector Agua Chica, cantón Santiago, provincia de Morona Santiago, se utilizaron 16 cerdos machos, divididos en dos tratamientos el tratamiento T1 que consistió en la castración quirúrgica y el tratamiento T2, inmunocastración con 8 repeticiones dando un total de 16 unidades experimentales, utilizando una estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión. El comportamiento productivo de los cerdos mestizos determinaron que al utilizar el método de inmunocastración se consigue un mayor peso final (84,08 kg), ganancia de peso total (84,08 kg), y ganancia de peso cada 7 días (6,33 kg), y una menor conversión alimenticia (2,44), es decir, la aplicación del producto determinado para fines de inmunocastración (IC) logra el proceso de desarrollo cárnico en el cerdo apartando en el interés por la hembra y por ende un desgaste fisiológico. La calidad de la canal de los cerdos inmunocastrados es superior ya que el espesor de la grasa dorsal es de 10,625 mm, es decir se produce una carne más magra. La rentabilidad de la producción de cerdos castrados con el sistema de inmunocastración fue superior al campario con el método de castración quirúrgica (1,24), estableciendo un valor de 1,28 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 28 %.

**PALABRAS CLAVE:** MÉTODOS DE CASTRACIÓN, INMUNOCASTRACIÓN, CASTRACIÓN QUIRÚRGICA.





#### ABSTRACT

This research proposes to carry out the evaluation of two castration methods in the productive parameters of crossbred pigs, on the Rancho Bonanza farm, located in the Agua Chica sector, Santiago canton, Morona Santiago province; 16 male pigs were used, divided into two treatments T1 treatment, which consisted in surgical castration and T2 treatment, immune-castration with 8 repetitions giving a total of 16 experimental units, using a descriptive statistic measures of central tendency and dispersion. The productive behavior of the crossbred pigs determined that by using the immune-castration method a higher final weight (84.08 kg) is achieved, total weight gain (84.08 kg), and weight gain every 7 days (6.33 kg), and a lower feed conversion (2.44), that is to say, the application of the determined product for immune-castration (IC) purposes achieves the process of meat development in the pig, preventing the interest of the female and therefore a physiological wear. The quality of the immune-castrated pig carcass is superior since the thickness of the back fat is 10,625 mm, that is, a leaner meat is produced. The profitability of the castrated pig's production with the immune-castration system was superior compared with the surgical castration method (1.24), establishing a value of 1.28 is to say that for each dollar invested a profit of 28% is expected.

**Keywords:** CASTRATION METHODS – IMMUNE-CASTRATION - SURGICAL CASTRATION

**LISTA DE CUADROS**

N°		Pág.
1.	CONSUMO DE ALIMENTO AD-LIBITUM ANIMAL/DÍA EN CRECIMIENTO Y ENGORDE.	7
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN SANTIAGO.	16
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	18
4.	RESULTADOS OBTENIDOS ANTES Y DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN DE CERDOS MESTIZOS CASTRADOS QUIRÚRGICAMENTE Y SOMETIDOS A LA INMUNOCASTRACIÓN	23
5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	35

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº		Pág.
1.	Principales factores externos estimulantes e inhibitorios sobre el funcionamiento del eje del hipotálamo – hipófisis- gonadal.	15
2.	Ganancia de peso total (días), de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.	25
3.	Ganancia de peso cada 7 días de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.	27
4.	Rendimiento a la canal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.	30
5.	Espesor de la grasa dorsal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.	31
6.	Relación entre el peso cada 7 días y los métodos de castración.	35

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Peso inicial de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
2. Peso final de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
3. Ganancia de peso total de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración
4. Ganancia de peso cada 7 días de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración
5. Consumo de alimento de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración
6. Conversión alimenticia de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración
7. Condición corporal inicial de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración
8. Condición corporal final de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
9. Peso a la canal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
10. Rendimiento a la canal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
11. Espesor de la grasa dorsal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
12. pH de la carne fresca de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
13. pH de la carne fresca a las 24 horas de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.
14. Evidencia fotográfica del trabajo de titulación.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La extirpación de los testículos de los cerdos cuando nacen es realizada desde siempre por los ganaderos para evitar que en edad adulta su carne huelga demasiado fuerte, La castración es una práctica ganadera generalizada en porcinoamérica, puesto que induce a que los animales sean más silenciosos y fáciles de manejar. El animal castrado es más gordo y produce carne que no tiene un olor fuerte, evita que los cerdos machos (verracos) puedan causarse lesiones al luchar entre sí, y evita que la carne no tenga un fuerte olor. El sistema más usado es la castración quirúrgica que consiste en una incisión en el escroto mediante un bisturí, a través de la cual se extraen los testículos del cerdo con la mano, para posteriormente cortar el cordón espermático. La práctica de la castración consigue en los cerdos gonadectomizados una mayor docilidad y un manejo mucho más fácil frente a las hembras que han alcanzado la pubertad. Si a ello unimos el hecho de que por medio de esta se evita la presencia de olores y sabores impregnados con hormonas de apareamiento, se entenderá por qué ha sido una práctica ganadera que se ha generalizado durante mucho tiempo en las granjas de cerdos.

Entre las ventajas de utilizar la castración en las granjas porcinas podemos citar una mayor velocidad de crecimiento, menor consumo de pienso, producción de canales magras, es decir con un contenido de grasa no muy elevado, reducción en la eliminación de nitrógeno en los purines por una mayor retención proteica, mayor calidad nutricional de la carne ligada a un menor porcentaje de grasa y una mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados. A ello hay que unir la pérdida de tiempo y los costos que supone la castración de los cerdos para el ganadero y que a su vez esta práctica supone un estrés y sufrimiento desde el punto de vista del bienestar animal, aspectos que han de tenerse en cuenta cuando se valore sus ventajas y desventajas, porque pueden cuestionar la castración por considerar que es un gasto que no será retribuido es decir disminuirá la rentabilidad porcina.

Los machos se castran con la finalidad de reducir el comportamiento agresivo, facilitar el manejo y eliminar el olor característico, el mismo que es desagradablemente distintivo al ser comparado con la canal fresca de un animal

entero al momento de la preparación o la ingestión de la carne, es decir se hace muy evidente la alteración de los parámetros organolépticos de la carne y en consecuencia es menos apetecible para su consumo.

Recientemente se ha aprobado la técnica de inmunocastración de los cerdos machos mediante administración de la vacuna Improvac, a pesar de que la castración quirúrgica sin anestesia afecta de manera negativa al bienestar animal (EFSA, 2004). En la producción de carne de cerdo existe una serie de parámetros que determinan la eficiencia del engorde, entre ellos se puede mencionar la ganancia diaria de peso, consumo de alimento velocidad de crecimiento, depósito de grasa, eficiencia en la conversión alimenticia, calidad de la canal entre otros, obteniéndose diferentes respuestas en ellos al utilizar machos enteros o castrados.

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad dar a conocer al porcicultor una alternativa no invasiva de tipo biológico, que puede garantizar la efectividad en la castración de cerdos machos, al disminuir la producción de testosterona y eliminación del escatol, tal y como sucede en los castrados quirúrgicamente. Por otra parte, se puede implementar la inmunocastración, a nivel de pequeños y grandes productores como a nivel industrial, porque con este innovador, ya que en ese método se esperan ventajas como reducir el porcentaje de mortalidad, mejorar la ganancia de peso, y carnes magras que son los puntos álgidos dentro de una explotación porcina, logrando así mejorar los índices de beneficio/costo. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Evaluar el comportamiento productivo de dos tipos de castración; Inmunocastración y quirúrgica en cerdos mestizos.
- Determinar el efecto de la inmunocastración y castración quirúrgica en los parámetros productivos de los cerdos.
- Analizar la calidad de la canal de los cerdos inmunocastrados y castrados quirúrgicamente.
- Determinar la rentabilidad de los métodos de castración.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. GANADO PORCINO**

Definista, (2014), manifiesta que el ganado porcino comprende una serie de animales que son domesticados para sacarle el mejor aprovechamiento posible. Estos animales son mamíferos de gran inteligencia, no poseen glándulas sudoríparas por lo que se ven en la necesidad de introducirse en el lodo para de esta forma logren refrescarse. Se dice que la domesticación del ganado porcino tiene sus orígenes en el Próximo Oriente hace más o menos unos 13.000 años; sin embargo, se realizó un proceso semejante para ese entonces, de domesticación en China. El cerdo logra aclimatarse en casi cualquier ecosistema, pero se le asocia aún más con regiones productoras de maíz para su domesticación y crianza, esto se debe a que el maíz es un excelente alimento para el incremento de peso del mismo. El ganado porcino le brinda ciertos beneficios al ser humano como por ejemplo su carne, grasa, huesos, cerdas y piel, además se pueden generar una serie de subproductos a través de los mismos, su utilización hace introducción en diversas industrias como por ejemplo para la fabricación de cepillos, pinceles, brochas, etc. También en la fabricación de pegamento y gelatinas que se obtienen de los cascos de este animal; las glándulas pueden servir para la realización de medicinas; entre muchos otros usos.

### **B. APARATO REPRODUCTOR DEL CERDO**

Climent S, (2005), manifiesta que los órganos sexuales de los cerdos están formados de la siguiente manera: El aparato reproductor del macho consta de los siguientes órganos: Glándula bulbo uretral, Vesícula seminal, Flexura sigmoidea, Testículos, Epidídimo, Músculo retractor del pene, Divertículo y Orificio externo. El descenso testicular comienza en torno a los 60 días de gestación. Hacia los 90 días de gestación se inicia la regresión de la porción extra abdominal del gubernaculum, creando espacio para el testículo externamente a la canal inguinal. Durante varios días antes del final de la gestación, el testículo puede deslizarse hacia atrás y hacia delante por la canal. En el momento del nacimiento, el gubernaculum ha regresado

lo suficiente para que el testículo asuma una posición escrotal. Las funciones de los testículos son la producción de las hormonas masculinas (testosterona), y la producción de espermatozoides. Los espermatozoides luego de madurar en el epidídimo pasan a los conductos deferentes para su eyaculación. Antes de llegar al pene, los espermatozoides se mezclan con fluidos producidos por las glándulas accesorias como las glándulas seminales y la próstata para formar el eyaculado. En cada eyaculación, un verraco produce entre 150 y 500 ml de semen, que contiene aproximadamente 100, 000 millones de espermatozoides.

König, (2005), menciona que el pene del cerdo es relativamente delgado, de unos 60 centímetros de longitud en estado de flaccidez y tiene una gruesa túnica albugínea que rodea tanto al cuerpo cavernoso, como también al cuerpo esponjoso. El prepucio es relativamente largo y alberga la parte libre del pene en su extremidad caudal. El aparato reproductor de la hembra consta de los siguientes órganos: Cuernos uterinos, Ovario, Colon descendente, Uretra, Cérvix, Vulva. Los ovarios tienen unos 5 centímetros de longitud, tienen una forma irregular característica por la presencia de gran número de folículos y cuerpos lúteos haciendo protrusión en su superficie, y son bastante desplazables.

Prunier, (2005), indica que la trompa uterina tiene unos 20 centímetros de longitud y se inicia por medio de un gran orificio situado en el interior de la bolsa ovárica y orientada hacia el ovario. El cuerpo del útero es corto. Los cuernos uterinos se continúan hacia adelante a lo largo de unos pocos centímetros sin un revestimiento común de musculatura de disposición longitudinal. La capa muscular circular forma un complejo esfínter que actúa de tal manera que cuando la entrada a uno de los cuernos está cerrada, la del otro está abierta. Esta disposición juega su papel durante el parto regulando la presentación de los fetos a la entrada de la pelvis y evita la colisión que podría producirse si los dos cuernos se contrajeran a la vez y expulsaran simultáneamente a los fetos contenidos en ellos.

El cérvix es peculiar por su longitud (hasta 25 cm) y por la presencia de hileras de prominencia de la mucosa que se proyectan hacia la luz y engranan perfectamente unos con otros para ocluir la canal cervical. Las glándulas mamarias se encuentran



ubicadas en machos y hembras de manera paralela a la línea media ventral, y su número varía entre 6 – 7 pares, siendo las más productivas las ubicadas cerca del tórax. La función de las glándulas mamarias es proveer leche a las crías. La estructura y el funcionamiento de las glándulas son muy similares a las de la vaca. La hembra debe tener una ubre simétrica con un mínimo de 7 pares de pezones funcionales, (Gerry, 2001).

### **C. PERIODO DE CRECIMIENTO Y ENGORDE**

Según La Guía Técnica para la Alimentación de Cerdos menciona lo siguiente: La duración de la etapa de desarrollo es de unos 30 días; mientras que la de engorde varía de 50 a 60 días. Para las nuevas líneas genéticas, estos valores cambian según las etapas en que se dividan y el peso final a mercado. Cada línea genética tiene su propia división. Sin embargo, con cualquiera de las fases de alimentación que se utilice, es importante considerar que en la etapa de crecimiento es donde existe una mayor síntesis de tejido magro y en la de finalización donde prevalece la deposición de grasa, por lo que las dietas deben estar bien balanceadas para obtener una conversión de alimento eficiente. Existe una gran variación en los criterios sobre los requerimientos de nutrimentos para obtener máximos rendimientos en el período de desarrollo y engorde. Estos requerimientos están afectados por el ambiente, el tipo de dieta, el propósito del animal, la genética y el sexo. Hoy en día se sabe que los requerimientos cuantitativos no son los mismos para todos los cerdos y varían según la genética, salud, peso, productividad, temperatura y varios factores de manejo, por lo que se utilizan modelos matemáticos para estimar estos requerimientos de acuerdo con los sistemas de producción (Climent, 2005).

En este sentido, autores como Newell y Boland, 1972, y Luce y cols., 1976 han realizado múltiples investigaciones que ha demostrado que en cerdos enteros la G.M.D. guarda una relación directamente proporcional con el aumento de proteína bruta de la ración hasta un cierto nivel. Así, la G.M.D. aumenta cuando incrementamos el % P.B. del pienso del 14 al 22% (en el periodo de crecimiento

hasta los 55 Kg de P.V.) y entre el 14 y el 18 % P.B. (en la segunda parte, desde los 55 hasta los 100 Kg. de P.V.).

#### **D. ALIMENTACIÓN DE LOS CERDOS**

Los cerdos, por su carácter omnívoro de su alimentación y por sus necesidades nutritivas tan diversas puede ser alimentados con variados productos y subproductos animales y vegetales tales como salvados de cereales y leguminosas, harinas, bagazos, pulpas, orujo, frutos, tubérculos, raíces; leches y sus derivados lácticos; forrajes de todas clases, desde los verdes y acuosos hasta los ensilados y desecados; harinas de carne, de huesos, de pescados, de sangre y de otras materias, etc. (Vega, 2003)

Aranciba, (1999), manifiesta que entre las razones que explican esta afirmación podemos citar la variabilidad genética que existe entre diferentes líneas o estirpes, la dificultad para conseguir por parte de las empresas de genética ciertos datos relacionados con las características productivas de los cerdos (como la capacidad de ingestión y el límite máximo de deposición proteica en función del peso, por poner solamente dos ejemplos), y todo esto unido a la necesidad de cumplir con unos determinados objetivos en el producto terminado (peso de la canal, porcentaje de grasa y de músculo, nivel de grasa infiltrada, entre otros) para atender diferentes tipos de demanda en un mercado que cada vez ha de ser más exigente.

Hernández (2011), menciona que existen dos diferentes propuestas para establecer los nutrientes óptimos en dietas de crecimiento y finalización. La propuesta tradicional ha sido que el consumo de nutrientes dictará la tasa de crecimiento y las características de la canal. La mayor dificultad de esta propuesta en sistemas de producción comercial es la exactitud en la predicción de consumo voluntario. Se evidencia además muchos factores afectando el consumo voluntario, con variación en el grado de influencia, para aplicar en la práctica los resultados sobre una amplia base comercial. Una segunda propuesta es que una combinación de la tasa de crecimiento, eficiencia y aumento de tejido dictará el consumo voluntario de nutrientes.

Rius, (2012), indica que el sistema más común de alimentación para cerdos en desarrollo y engorde es a libre voluntad. Esto involucra un menor uso de mano de obra, pero si los comederos no son adecuados, puede existir mucho desperdicio. Un aspecto negativo de un sistema a libre voluntad es que los cerdos depositan más tejido graso, especialmente cuando existe un sobre consumo. Cuando los animales son más grasos se suministra alimentación a libre voluntad hasta que los cerdos pesan 60 kg y luego se restringe entre un 75 a 80% del consumo total. El alimento en un sistema a libre voluntad puede suministrarse en forma automática o en forma manual. Como regla general se recomienda un espacio de comedero de 30 cm por cada 4 cerdos, equivalente a 8 cm por cerdo. Sin embargo, bajo condiciones de climas calientes es mejor un espacio de 30 cm por cada tres cerdos. Un punto muy importante en la alimentación de los cerdos en desarrollo y engorde es conocer el consumo de alimento en cada etapa como se observa en el cuadro 1

Cuadro 1. CONSUMO DE ALIMENTO AD-LIBITUM ANIMAL/DIA EN CRECIMIENTO Y ENGORDE.

Peso del Cerdo (Kg)	Cantidad (Kg/día)
30 a 40	1.8
40 a 50	2.2
50 a 60	2.6
60 a 70	2.8
70 a 80	3.1
80 a 90	3.5

Fuente: Vega, (2003)

König, (2005), manifiesta que tres son los tipos de alimentación que se pueden utilizar en alimentación de cerdos en desarrollo y engorde, estos son, alimentos balanceados, residuos agrícolas y desperdicios. Existen dos tipos generales de alimentos balanceados y son los granos + fuente proteica + aditivos; y granos + subproductos agroindustriales + fuente proteica + aditivos. El éxito en la utilización de estos alimentos depende de que la dieta este bien balanceada, cubriendo los

requerimientos de nutrimentos, con materias primas de alta calidad y tener un conocimiento del consumo real de alimento. La utilización de dietas a partir de maíz o de subproductos agroindustriales (arroz, trigo, o melaza) depende del costo de alimentación para producir una unidad de ganancia. El uso de subproductos agroindustriales es común en las granjas porcinas y en las fábricas de alimento por su bajo precio, usando niveles hasta de un 40% en dietas de cerdos en desarrollo y engorde. En general, la utilización de un nivel alto es un error pues estos productos por su alto contenido de fibra estimulan la velocidad del pasaje de nutrimentos a través del aparato gastrointestinal, disminuyendo la digestibilidad de los nutrimentos. Cuando el precio lo permite, es mejor no utilizar más de un 5 y 10% de subproductos de trigo y de semolina de arroz en las dietas en desarrollo y engorde, respectivamente. El nivel máximo de melaza no debe pasar de un 5% en ambas etapas.

### **1. Manejo de ceba**

Aldaz, (2012), manifiesta que los cerdos de engorda se mantienen normalmente en confinamiento. Es necesario clasificarlos de acuerdo con su edad y peso, para evitar que haya animales menos fuertes que sean perjudicados en su alimentación. El número de animales por corral también tiene importancia en la eficiencia del sistema de engorda. Por esto, deben tenerse lotes no mayores de 10 animales por corral. Según los fundamentos de nutrición y alimentación de animales mencionan que: El primer día después del destete, los cerdos reciben poco alimento. Después se aumenta gradualmente la cantidad de alimento hasta llegar a la cantidad normal. El agua es indispensable suministrarla limpia y a libre acceso en todo momento. El cerdo puede producir una cantidad determinada de carne de acuerdo con sus aptitudes de engorda. Para lograr una producción óptima se debe escoger para la engorda lechones robustos, largo, con jamones amplios y profundos. Los lechones mal formados tienen una baja capacidad productiva y una mala conversión alimenticia. Los cerdos deben enviarse al rastro cuando pesan entre 90 a 100 kg.

Gerry, (2017), indica que la sanidad y en caso de que se presenten garrapatas, piojos, sarnas, etc. Es necesario bañar los animales con parasiticidas externos

según recomendaciones de uso y frecuencia indicada. Para combatir los parásitos internos es necesario vermifugar al momento del inicio de la ceba, aunque el grado de infestación de los animales y disponibilidad al pastoreo es la que determina una nueva vermifugación. Hay que recordar que para evaluar la conversión es necesario haber llevado un registro de consumo de alimento y un registro de control de peso.

## **2. Factores que influyen la alimentación del cerdo**

Vega, (2017), indica que la producción porcina está cambiando para lograr una industria mucho más competitiva. Los consumidores continúan demandando productos seguros y de alta calidad a precios competitivos comparados con otras fuentes proteicas alternativas existen diversos factores afectan los requerimientos de los cerdos para un nutriente específico. Para asegurar la sustentabilidad de la producción porcina los productores deben continuar incorporando tecnología para mejorar la eficiencia, reduciendo costos de producción y ofreciendo productos de calidad Los requerimientos están influenciados por una combinación del potencial de crecimiento y el consumo voluntario, los cuales requerirán cambiar la concentración del nutriente en la dieta y conocer los requerimientos de los cerdos en base a una cantidad por día. Algunos de estos factores son:

- Medio ambiente (temperatura, humedad, instalaciones y competencia).
- Raza, sexo y origen genético de los cerdos.
- Estatus de salud de la piara.
- Presencia de hongos, toxinas o inhibidores en la dieta.
- Disponibilidad y absorción de los nutrientes en la dieta.
- Variabilidad del contenido de nutrientes y disponibilidad en el alimento.
- Nivel de aditivos alimenticios o promotores de crecimiento.
- Concentración energética de la dieta.
- Nivel de alimentación como son la alimentación limitada contra la alimentación a libre acceso.

## D. PRODUCCIÓN PORCINA

Gabosi, (2011), manifiesta que en el desarrollo de la producción porcina se pueden utilizar los siguientes sistemas de producción:

- Sistema extensivo: En este sistema también llamado “a campo”, se define por una baja inversión por hectárea. Consiste en producir grupos de cerdos en corrales con pasturas, bebederos y refugios. El capital invertido en instalaciones es menor que en otros sistemas. Todo ello causa que la producción sea estacional tanto por la disponibilidad de pasturas. Se necesitan grandes extensiones de campo y la carga animal es de 10 cerdas/ha. Como ventajas se puede mencionar que: Exige menor inversión en instalaciones, si se cuenta con buenas pasturas reduce el costo en la alimentación. En la alimentación pueden encontrarse diferentes variantes: La más difundida está basada en pasturas con suplementación de granos Sin embargo ofrece los siguientes inconvenientes: Demanda mayor porcentaje de machos (10 a 15 %), dado que las pariciones se producen sin el control del ambiente y con poca intervención del hombre; se pierden mayor número de lechones en el parto y el número de lechones destetados es bajo con respecto a las madres en producción. (Gerry, 1991).
- Sistema mixto: Este sistema consiste en la combinación inteligente de las características de los sistemas extensivos para aprovechar racional y económicamente la superficie disponible ofreciendo a los animales las condiciones apropiadas de manejo. Este tipo de producción requiere una cierta inversión de capital y un regular empleo de mano de obra. Es así como la característica dominante del sistema es el acceso a pasturas. Se define además por la terminación de los capones en confinamiento en las denominadas pistas de engorde. Del sistema extensivo aprovecha las ventajas proporcionadas por el suelo. Del intensivo utiliza los beneficios que brinda el servicio y parto controlados, y la terminación en confinamiento. Requiere ciertas instalaciones como refugios, comederos, mangas, balancear el alimento para lograr resultados productivos mínimos. Las hembras se suelen seleccionar del propio plantel y en algunas oportunidades se adquieren reproductores en cabañas.

Utilizan un plan sanitario básico que incluye desparasitaciones, algunas vacunas y controles reproductivos.

- Sistema intensivo en confinamiento El sistema intensivo es el conjunto de instalaciones y prácticas que tienen como finalidad la producción de cerdos utilizando la menor área posible, con una alta inversión de capital y con menor mano de obra pero más calificada. Se procede al confinamiento de los animales durante toda su vida, no teniendo acceso a pasturas. Debido a esto se requieren instalaciones adecuadas a cada etapa del desarrollo, estricto control de las raciones proporcionadas, de manera de suplir los factores naturales que el cerdo toma del suelo. Haciéndose imprescindible la aplicación del conocimiento técnico especializado. Aquí no se depende de factores climáticos que afecten la reproducción y el resultado es altos índices productivos que llevan a recuperar el capital en un breve periodo. Papotto, (2006)

## **F. CERDO MACHO**

Domínguez, (2017), menciona que el macho puede iniciar sus funciones como reproductor entre los seis u ocho meses de edad y es apto (máximo) hasta los tres años. Se debe vigilar que no engorde demasiado, porque desmejora su fecundidad. Sementales de más edad no deben estar en la granja, pues sus posibilidades de falla son muy altas, disminuyendo el número de cerdas preñadas y produciendo pocos lechones, afirma Antonio Carlos López, director técnico de la Asociación Colombiana de Porcicultores (ACP). El experto de la ACP enumeró las características que deben tener los machos de la piara, entre otras: gran velocidad de crecimiento, es decir que reporten una ganancia de peso mínima de 700 gramos diarios, poca grasa y gran masa muscular, buena libido, es decir, que monten fácilmente, con agilidad y sin lastimar a las hembras, que sean prolíficos y que no tengan defectos físicos. Los animales machos adquiridos con destino a ser reproductores deben recibirse en un corral individual y abrírsele un registro donde se deben anotar aspectos como vacunas, fecha en que podrá iniciar servicio y otros aspectos que le recomiende un veterinario o asistente técnico pecuario. En su corral individual se le debe suministrar alimento concentrado de engorde hasta que llegue a los 130 o 140 kilos de peso, que alcanza aproximadamente a los ocho meses de

edad. A esta edad es recomendable someter a examen serológico a los animales para descartar la presencia de alguna enfermedad. Los padrillos jóvenes deberán seleccionarse en cuanto a precocidad sexual, puesto que esta característica es uno de los rasgos reproductivos más hereditarios y puede reflejarse en la edad de pubertad de sus crías, sobre todo de sus hijas. Los padrillos criados sin interacción con el sexo opuesto frecuentemente tienen desarrollo conductual retrasado. Un macho castrado es un cerdo para abasto, denominado capón.

## **G. CASTRACIÓN DEL CERDO**

Es la extirpación o la supresión funcional de las glándulas genitales. En el macho, esta operación se practica con la finalidad de facilitar la utilización de los animales y en el cerdo es absolutamente indispensable, para evitar el desarrollo del desagradable olor sexual de la carne del verraco. También podría definirse como el proceso de remoción de los dos testículos del macho el testículo es el órgano de producción de espermatozoide y la hormona masculina testosterona. (Ecured, 2017)

El olor sexual de la carne de cerdo, aunque no es nocivo para los consumidores, es el olor o sabor ofensivo asociado con el cocinado de carne de algunos cerdos sexualmente maduros. Está predominantemente causado por dos componentes: androstenona, una feromona masculina producida de modo natural por los testículos, y escatol, un metabolito del triptófano producido por los microbios del intestino del cerdo (no específico de machos). Los niveles de androstenona dependen de la madurez sexual y la genética de los animales, mientras que los niveles de escatol dependen de la nutrición y el modo en que se manejan los mismos. En la actualidad en la mayoría de los países europeos los cerdos se castran físicamente (sobre el 77 % de los machos) en la primera semana de vida. La razón más importante para la castración es el control del olor sexual. La castración es una práctica estresante y dolorosa que causa cambios importantes en el comportamiento. Más aún, la castración afecta de modo negativo a los parámetros productivos, empeorándose el Índice de Conversión y la Ganancia Media Diaria (peor Retorno en la Inversión). (Prunier, 2005)



El dolor postquirúrgico puede prolongarse durante 5 días. Durante este tiempo, los lechones castrados muestran signos de dolor en la zona afectada, permaneciendo menos tiempo activo. Igualmente, disminuyen las conductas de juego y de actividad en la glándula mamaria, ya sea succionando o masajeándola para la siguiente toma de leche. La castración quirúrgica sin anestesia también tiene efectos negativos sobre el crecimiento del animal, el sistema inmunitario y la salud. Debido a que la castración quirúrgica sin anestesia provoca dolor y tiene efectos negativos sobre el crecimiento y la salud de los cerdos, algunos países europeos ya han adoptado medidas para prohibir esta práctica. Noruega ha prohibido la castración de lechones a partir de 2009, y desde 2002, es obligatorio el uso de anestesia y analgesia durante la castración. Suiza también ha prohibido la castración quirúrgica sin anestesia a partir de 2009. (EFSA, 2004).

## **1. Tipos de castración**

Hernández, (2011), manifiesta que los tipos de castración en cerdos se describen a continuación

### **a. Castración química**

Gabosi, (2011), manifiesta que la castración química es un método para castrar cerdos de manera que module la producción de testosterona e impida la conversión enzimática de testosterona en androsterona inyectando una solución de acetato mineral en ambos testículos o epidídimo en una cantidad suficiente para reducir el nivel de testosterona en el suero de los cerdos por debajo del de un cerdo entero. Produce una eliminación de la actividad sexual del animal, bloqueando la producción natural de hormonas sexuales. Hay dos razones para que se opte por castrar a los cerdos. La primera es por su conducta. Cuando alcanzan a la edad y peso corporal de la madurez sexual se vuelven más agresivos con los otros cerdos. Además, son más difíciles de manejar que los castrados de la misma edad y peso. Pero la segunda razón, y quizá la más importante, es que la carne del cerdo que está cerca de la madurez sexual (cerca de los 90 kilos) tiene un alto potencial de tener un olor y sabor que es rechazado por los usuarios

## **b. Castración quirúrgica**

Basso, (2009), menciona que la castración quirúrgica de los lechones es un procedimiento de manejo que ha sido practicado por siglos en granjas de todo el mundo. Normalmente se realizan dos incisiones en la zona del escroto. Los testículos son liberados de los tejidos circundantes y extraídos para ser eliminados mediante el corte del cordón espermático. Mientras que el desgarro está contraindicado, el uso del emasculador permite que los cordones espermáticos se sujeten y se cierren durante unos segundos limitando el sangrado. La castración quirúrgica sin anestesia o analgesia se considera un procedimiento doloroso y estresante, demostrable 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. Aunque la incisión del escroto conlleva un dolor agudo, cutáneo y muy bien localizado, parece que la fase más dolorosa de la castración es la extracción de los testículos y el corte del cordón espermático, con un dolor visceral sordo, difuso y mal localizado.

## **c. Inmunocastración**

Zamaratskaia, (2008), menciona que la inmunocastración, consiste en la aplicación de un producto inyectable a los cerdos que se van a dejar con testículos y básicamente se obtienen los beneficios de un cerdo entero, pero sin el inconveniente del olor en la carne. El pasado 22 de junio del 2012, PFIZER Salud animal presentó IMPROVAC en Madrid, pues ha sido autorizado recientemente su uso en Europa, es una vacuna que permite la castración de los cerdos machos a través de la creación de anticuerpos contra la GnRH. No obstante, además de conseguir los efectos deseados y acorde con la castración quirúrgica, sus ventajas no son únicamente el ahorrarse el tiempo de castrar lechones y las pérdidas por este manejo, lo sorprendente fueron la mejora en resultados productivos que nos presentaron. Los cerdos machos vacunados con Improvac tienen las mismas ventajas de crecimiento de los machos enteros con la misma alta calidad de carne que los cerdos castrados quirúrgicamente:

- Contribuye a la eficiencia alimenticia
- Menos grasa y más músculo
- Buena tasa de crecimiento
- Ausencia de olor a estado de apareamiento
- Comportamiento menos sexual y agresivo
- Mejora el bienestar del animal
- Menor producción de desechos

Aldaz, (2012), manifiesta que el producto denominado Improvac permite la producción de cerdos machos magros, eficientes en energía y con una mejor ganancia diaria de peso promedio versus los machos castrados quirúrgicamente. El cerdo macho entero puede presentarse al sacrificio, habiendo sido beneficiado por los efectos de sus propios esteroides testiculares sobre el crecimiento, eficiencia alimenticia y la composición de la canal durante la mayor parte de su vida productiva, en el gráfico 1, se indica los principales factores externos estimulantes e inhibitorios sobre el funcionamiento del eje del hipotálamo – hipófisis- gonadal.

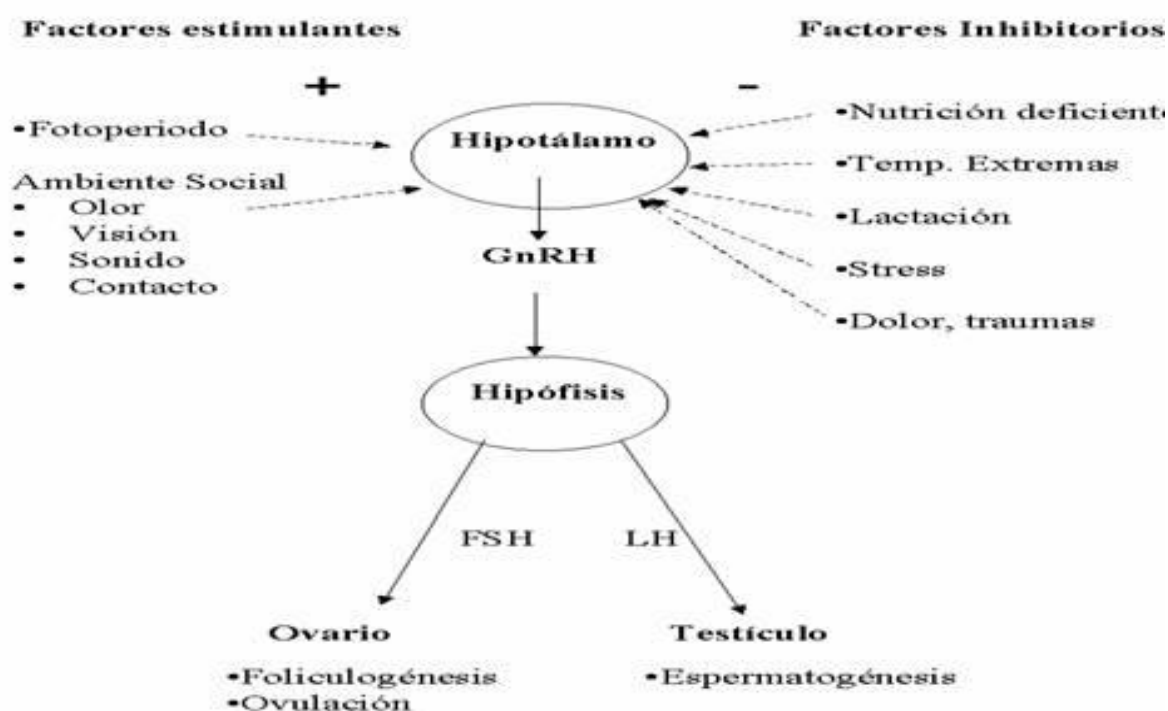


Gráfico 1. Principales factores externos estimulantes e inhibitorios sobre el funcionamiento del eje del hipotálamo – hipófisis- gonadal.

Fuente: Aldaz, (2012),

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la granja Rancho Bonanza, ubicada en el sector Agua Chica, cantón Santiago, provincia de Morona Santiago, entre las Coordenadas Geográficas 79°05 de longitud W; 1°25 de Latitud S y 76°35 de longitud W 03°36 Lat. Sur. La empresa porcícola está dedicado a la crianza y manejo de cerdos línea terminal, la duración del trabajo experimental fue de 61 días, como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN SANTIAGO.

Condiciones	Indicadores
Temperatura °C	22.3
Humedad relativa %	80
Pluviometria mm	2500

Fuente: (Aldaz, 2012).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la investigación se utilizó 16 cerdos mestizos distribuidos en dos tratamientos, con ocho repeticiones, en donde la unidad experimental estuvo formada por un cerdo.

#### C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

##### 1. Instalaciones

- Rancho Bonanza del cantón Santiago, sector Agua Chica.

## 2. Recursos biológicos

- 16 cerdos.

## 3. Equipos y materiales de producción

- Concentrado comercial
- Equipo sanitario
- Equipo veterinario
- Equipo de limpieza
- Overol
- Botas
- Rótulo de identificación de la investigación
- Registros de campo.
- Plásticos.
- Baldes
- Flash memory.
- Computadora.
- Impresora.
- Stock de oficina
- Cámara fotográfica, filmadora con DVD.

## 4. Equipos y materiales de laboratorio

- Proteína sintética análoga del GnRF (Improvac)

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizaron 16 cerdos machos, divididos en dos tratamientos el tratamiento T1 que consistió en la castración quirúrgica y el tratamiento T2 que en inmunocastración con 8 repeticiones cada uno de los tratamientos dando un total de 16 unidades experimentales.

## 1. Esquema del experimento

El esquema del experimento para el desarrollo de la presente investigación, se describe en el cuadro 3.

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Repeticiones	Cerdos/UE.	Cerdos/Trat.
Castración quirúrgica	T0	8	1	8
Inmunocastración	T1	8	1	8
Total cerdos				16

### E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Peso inicial de los lechones (kg).
- Ganancia de peso de los lechones cada 7 días (kg).
- Conversión alimenticia de los lechones en función del volumen de alimento que ingieren los lechones.
- Condición corporal de los lechones.
- Rendimiento a la canal.
- Espesor de grasa dorsal.
- pH de la carne en canal fresca y 24 horas después.
- Rentabilidad mediante el índice Beneficio/Costo

### F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- T de student
- Análisis de regresión y Correlación al mejor ajuste de la curva

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Al inicio de la investigación se procedió a la toma de los pesos iniciales a los animales que son sujeto del experimento.
- Se realizó la castración de ocho lechones quirúrgicamente.
- Se aplicó a los ocho animales restantes la vacuna Improvac (Inmunocastración) 2 ml/ animal a las 9 semanas de vida.
- Se aplicó la segunda dosis de la vacuna Improvac (Inmunocastración) 2 ml/ animal a las 13 semanas de vida.
- Se pesó a los cerdos para determinar si ha existido cambios en la ganancia de peso en cada tratamiento.
- La toma de pesos se efectuó cada 7 días.
- Al final del experimento se faenó y se midió el espesor de grasa dorsal y pH.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

- Peso inicial de los lechones (kg): Al inicio de la investigación se procedió a la toma del peso de los lechones que pasaron a formar parte de las unidades experimentales el cual se lo realizó con la ayuda de una balanza y se colocó al lechón para determinar su peso que fue registrado en kilogramos.
- Peso final: para el cálculo del peso final se procederá al pesaje de los cerdos al final de la investigación y se utilizó una balanza colocando al animal en un brete para inmovilizarlo y proceder a la lectura la cual será registrada en kilogramos.
- Ganancia de peso de los lechones cada 7 días (kg). La ganancia de peso se obtuvo por diferencia entre el peso final menos el peso inicial en cada una de las etapas establecida es decir cada 7 días, y será registrada en kilogramos.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

- Conversión alimenticia de los lechones La conversión alimenticia se calculó en función del volumen de alimento que ingieren los cerdos desde que son lechones hasta el final de la investigación

$$\text{Conversion alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

- Condición corporal de los lechones. Para la valoración utilizamos una escala de 1-5. El estado óptimo está entre 2,5 – 3,5.
  - Condición corporal 1 (cc1): cerdo demasiado flaco, la columna es muy prominente y visible a simple vista.
  - Condición corporal 2 (cc2): cerdo flaco, la pelvis y los huesos de la columna vertebral son visibles y se aprecian fácilmente a la palpación.
  - Condición corporal 3 (cc3): ideal, la pelvis y los huesos de la columna vertebral no son visibles y se aprecian con dificultad mediante la palpación.  
Condición corporal
  - 4 (cc4): cerdo gordo, pelvis y los huesos de la columna vertebral sólo se aprecian haciendo gran presión con la palma de la mano. Contorno en forma de tubo.
  - Condición corporal 5 (cc5): cerdo muy gordo, no es posible detectar los huesos de la pelvis o la columna.
- Rendimiento a la canal. Para la valoración del rendimiento a la canal porcina se obtuvo con la diferencia del peso del animal vivo menos el peso de las estructuras anatómicas que quedan luego de que un porcino vivo se ha sacrificado bajo procedimientos estándares establecidos en los mataderos, desangrado, eviscerado.
- Medida del espesor de la grasa dorsal: Para la medición del espesor de la grasa dorsal se utilizó la regla metálica De HAZEL Y KLINE El método más antiguo



para medir el espesor de grasa dorsal es el de la regla metálica de Hazel y Kline o regla de Iowa. El instrumento utilizado consiste en un estilete metálico graduado en pulgadas, con un enrazador. Para poder medir un animal se lo debe inmovilizar, sujetándolo con un lazo por la trompa. La medición se realiza en seis puntos sobre el animal. Para poder realizarla se hace un corte en la piel teniendo en cuenta que penetre 1 cm en la grasa del animal, luego se introduce la regla metálica hasta que tome contacto con el músculo, posteriormente se baja el enrazador, se retira la regla y se hace la lectura. Es una técnica sencilla y muy eficiente, los puntos de medición son

- Siguiendo una línea ascendente a partir del codo se llega hasta palpar la columna, luego se mide 5 cm hacia ambos lados y allí se realiza la medición. Esto coincide con la cuarta vértebra dorsal.
- La segunda medición se realiza palpando la última costilla, se asciende hasta la columna se miden 5 cm hacia cada lado y se realiza la medición, este punto coincide con la última vértebra dorsal.
- El tercer punto de medición es intermedio entre la segunda medición y la inserción la cola, coincidiendo con la línea media del jamón y con la última vértebra lumbar. La medición que tiene mayor correlación con el espesor de grasa dorsal es la segunda.
- Ph de la carne en canal fresca y 24 horas después: Para el análisis químico se procedió a tomar muestras de 1 kg de carne, se realizó en canal fresca y luego de 24 horas se determinó los valores de pH.
- Beneficio/Costo: como indicador de la rentabilidad se estima mediante la relación de los ingresos totales para los egresos totales

$$\text{Beneficio /costo} = \text{Ingesos totales/egresos totales}$$

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CERDOS MESTIZOS COMPARANDO UN SISTEMA DE CASTRACIÓN QUIRÚRGICO VERSUS CASTRACIÓN QUÍMICA**

##### **1. Peso inicial y final de los cerdos**

En la valoración estadística que se reporta en el cuadro 4, se aprecia que, los cerdos mestizos que fueron sometidos a la Inmunocastración arrancan con un peso inicial que va de 10 kg a 16,59 kg con una media de 14,66 kg, mientras tanto que en lo que respecta a la Inmunocastración los cerdos mestizos presentan un peso inicial que oscila entre 13,18 kg y 16,59 kg. Como se puede observar, el peso inicial de los cerdos mestizos al no registró diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), de acuerdo a la prueba de t' student se afirma que los resultados son similares para los dos métodos de castración, de esta forma se puede comprobar las diferencias en el desarrollo de los cerdos con el tiempo comparando a los dos grupos, existiendo homogeneidad en la distribución de las unidades experimentales lo que creó condiciones semejantes, para conseguir mayor confiabilidad de los resultados.

El peso inicial de la presente investigación es superior a los registros de Barrera, (2013) quien al evaluar la ganancia de peso en lechones destetados utilizando inmunocastración frente a la castración quirúrgica reportaron valores de 8,57 Kg, en los cerdos que son destinados a la inmunocastración y castración, lo que puede deberse a que los semovientes presentaron mejores condiciones genéticas que inciden en el peso inicial.

##### **2. Peso final de los cerdos**

Al referirse al peso final se aprecia que los cerdos mestizos castrados quirúrgicamente presentan un peso final que va de 74,75 kg y 87,50 kg con una media de 82,52 kg.

Cuadro 4: RESULTADOS OBTENIDOS ANTES Y DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN DE CERDOS MESTIZOS CASTRADOS QUIRÚRGICAMENTE Y SOMETIDOS A LA INMUNOCASTRACIÓN.

Variables	Tratamientos		t Student	Prob.	Sign.
	Quirúrgico	Inmunocastración			
Peso Inicial (kg)	14.66	14.67	-0.014	0.495	ns
Peso Final (kg)	82.53	84.08	-0.908	0.197	ns
Ganancia de peso Total (kg)	67.86	84.08	-9.773	0.000	**
Ganancia de peso c/7 días (kg)	6.17	6.33	-3.820	0.003	**
Consumo de Alimento (kg)	205.00	205.00			
Conversión Alimenticia	2.49	2.44	0.888	0.202	ns
Condición corporal inicial (puntos)	3.00	3.00			
Condición corporal final (puntos)	4.00	4.00			
Peso a la canal (%)	64.79	67.40	-1.608	0.076	ns
Rendimiento a la canal (kg)	78.50	80.13	-4.333	0.002	**
Espesor de la grasa dorsal (mm)	15.25	10.63	11.014	0.000	**
pH carne fresca	6.00	6.00			
pH carne 24 horas	6.00	6.00			
Rentabilidad (B/C)	1.13	1.18	-1.608	0.076	**

\*\* : Las diferencias entre tratamientos son altamente significativas según t student  $P < 0,01$ ).

Mientras tanto que los cerdos mestizos sometidos al método de inmunocastración presentan un peso final que oscila entre 77,75 kg y 88,63 kg, con una media de 84,07 kg.

El peso final de los cerdos sometidos a la inmunocastración fue de 84.07 kg valor superior 82.52 kg presentada en los cerdos castrados quirúrgicamente lo cual contrapone la investigación de Ramírez, (2016), quien manifiesta que la castración quirúrgica sin anestesia origina una mejor ganancia de peso y peso final de los cerdos (82,34 kg), en comparación con la inmunocastración y la castración química, sin embargo, presenta una desventaja económicamente importante debido a su conversión alimenticia deficiente lo que puede generar incremento de los costos de producción. Desde el punto de vista económico, realizar la castración con el uso de anestesia puede ser la opción que menos impactos económicos provoque para los productores, a pesar de ello, esta solución podría no ser factible, ya que el uso de anestésicos debe realizarse con la supervisión de un veterinario.

Las respuestas del peso final de la presente investigación son similares a los registros de Barrera, (2013) quien al evaluar la ganancia de peso en lechones destetados utilizando inmunocastración frente a la castración quirúrgica reportaron peso promedio al final de la investigación de 85,05 kg, y de 84,97 kg al aplicar la inmunocastración y la castración quirúrgica respectivamente, siendo superiores a los registros de Según Calderón, (2011), quien al evaluar dos técnicas de castración en los cerdos Camboroguth 22.

En cuanto al peso final luego de los 120 días de experimentación, se registró el mayor peso final en los cerdos que fueron sometidos a inmunocastración con 68.78 kg, mientras que los cerdos que fueron castrados quirúrgicamente alcanzaron el menor peso con 64.77 kg. Pero son inferiores a los reportes de Zamora, F. (2013), quien al evaluar la crianza y engorda de cerdos (*Sus scrofa domestica*), bajo dos técnicas de castración, reporto un peso final en un solo rango de distribución y sobresale el T1 (Inmunocastración), con 117.14 kg y el menor peso del animal presenta el tratamiento T3 (castración quirúrgica), con 111.00 kilos.

### 3. Ganancia de peso total

Los resultados de la ganancia de peso total de los cerdos mestizos castrados quirúrgicamente presentaron resultados que oscilan entre 64,62 kg y 71,14 kg con una media de 67,86 kg. En tanto que los cerdos mestizos sometidos a la inmunocastración presentan una ganancia de peso total que fluctúa entre 77,75 kg y 88,63 kg con una media de 84,07 kg, como se ilustra en el gráfico 2.

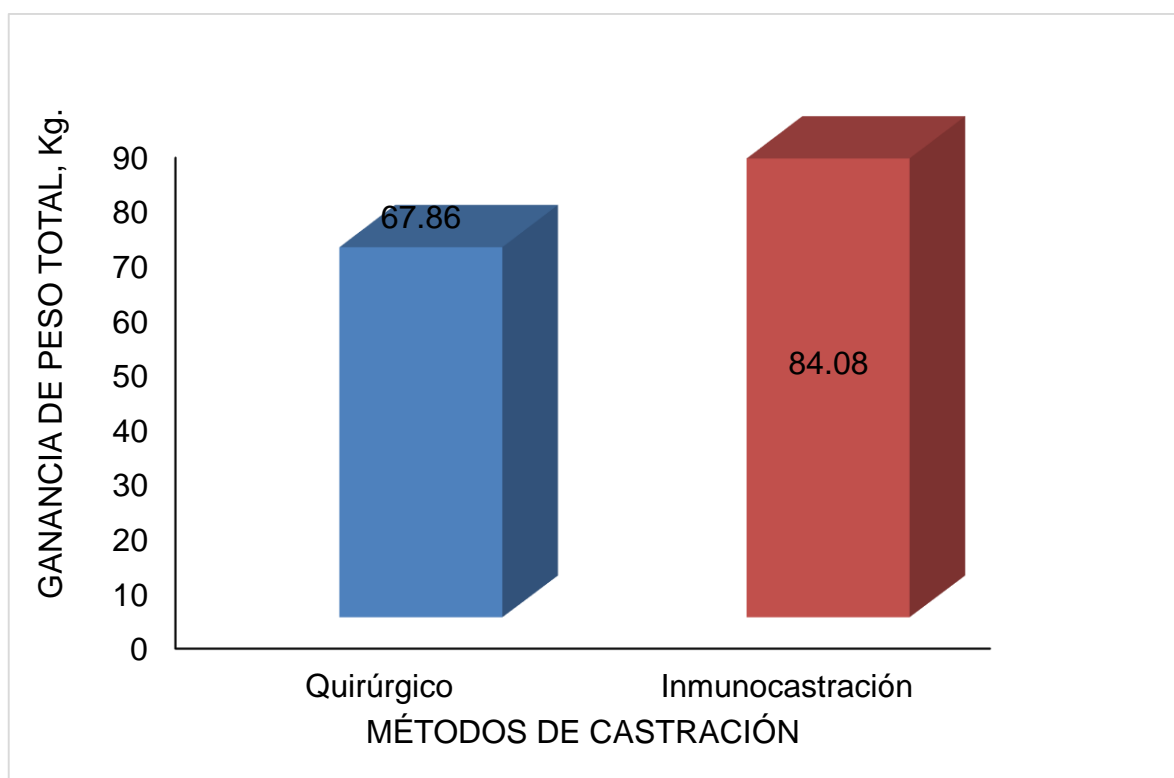


Gráfico 2: Ganancia de peso total (días), de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Se puede observar claramente que la ganancia de peso total es superior en los cerdos sometidos a la inmunocastración con una media de 84.07 kg frente a la media de 67,86 kg presentada en los cerdos castrados quirúrgicamente dando razón a Ramírez, (2016) afirmando que, el trauma originado por la castración puede reducir la actividad de los lechones y originar la disminución del comportamiento de amamantamiento, en contraste al realizar la castración a los 10 días de edad el lechón ya se han adaptado y establecido dentro de la camada, indica que las ventajas de este sistema fueron la mejora de la ganancia media diaria, lo que supone un ahorro muy considerable en el periodo de engorde, así como un

incremento en la producción y sanidad de los cerdos, mejora en el índice de conversión derivado de una mayor eficiencia energética en los cerdos vacunados con Improvac que los castrados físicamente Eured, (2017).

Los resultados de la presente investigación son superiores al ser comparados con los registros de ganancia de Mendieta, J. (2013), quien al evaluar la crianza y engorda de cerdos (*Sus scrofa domestica*), bajo dos técnicas de castración reportó a los 105 a los 135 días al realizar la Inmunocastración con Improvac (inhibidor sexual), el mayor resultado con 26.31 y 42.95 kilos por animal, respectivamente. Calderón, (2011), obtiene una ganancia de peso de 44.45 kg, al realizar la inmunocastración, registrando una ganancia de peso de 40.11 kg al castrar quirúrgicamente y una conversión alimenticia eficiente de 4.07. La superioridad en la ganancia de peso total utilizando el sistema de inmunocastración se deben a la disminución del stress para facilitar el manejo y reducir las agresiones derivadas del comportamiento de las montas, lo que tiene implicaciones positivas en el animal.

#### **4. Ganancia de peso cada 7 días en kg**

Los cerdos mestizos castrados quirúrgicamente presentan una ganancia de peso cada 7 días que oscila entre 5,87 kg y 6,34 kg con una media de 6,16 kg, como se ilustra en el gráfico 3. En tanto que los cerdos mestizos sometidos a la inmunocastración presentan una ganancia de peso cada 7 días que oscila entre 6,02 kg y 6,51 kg, reportándose diferencias altamente significativas, entre grupos.

De acuerdo a los resultados expuestos se aprecia que la ganancia de peso cada 7 días es superior en los cerdos sometidos a la inmunocastración con una media de 6,51 kg frente a la media de 6,34 kg presentada en los cerdos castrados quirúrgicamente, coincidiendo con lo que afirma Gispert, (2011), quien indica que los machos castrados (sea quirúrgicamente o inmunocastrados) a la misma edad que los enteros fueron significativamente más pesados.

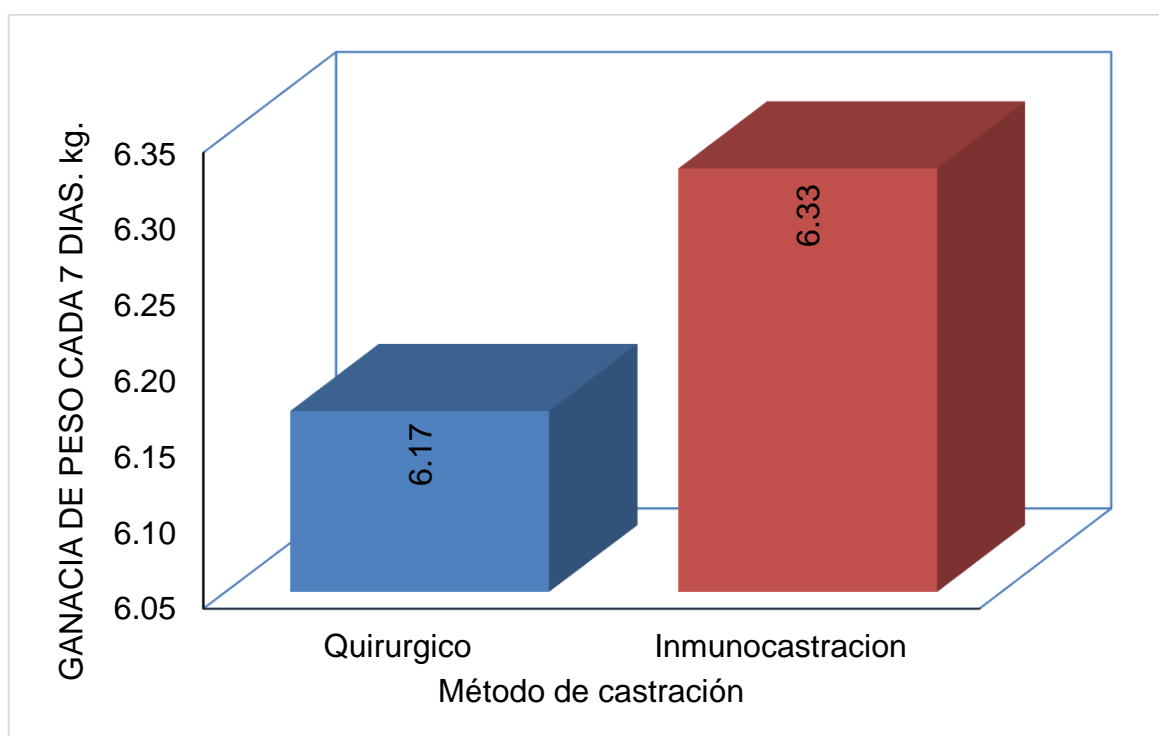


Gráfico 3: Ganancia de peso cada 7 días de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Comparando los resultados expuestos en la presente investigación con las afirmaciones de Ramirez, (2016) quien manifiesta que al comparar el efecto del alojamiento de cerdos enteros y castrados en grupo se encontraron mínimas diferencias en la ganancia diaria de peso y la cantidad de grasa hasta los 122 días de edad (aproximadamente 77 kg de peso corporal), sin embargo, después de las 17 semanas de edad, los machos castrados comen más alimento y crecen más rápido que los machos enteros, a pesar de ello, depositan más grasa y su carne es menos magra, así mismo, a los 150 días de edad los machos enteros tienen un peso corporal 5 kg menor que los machos castrados, pero con carne más magra y 6 kg menos de grasa. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que no solamente es importante saber la ganancia de peso, sino también saber llegar al peso final deseado y/o adecuado en el ciclo de engorde. Como también tener resultados positivos en la calidad y proceso de la carne. Además Fábrega, (2009) manifiesta que las ventajas económicas de la inmuno-castración pueden deberse a un mejor rendimiento productivo, como una mejor ganancia diaria de peso en comparación con cerdos castrados quirúrgicamente y machos enteros (921.07 vs 894 vs 806.42 g/día).

## 5. Conversión alimenticia

Los valores reportados de la conversión alimenticia de los cerdos mestizos castrados quirúrgicamente presentan una conversión alimenticia de 2,34 y 2,74 con una media de 2,49. En tanto que al someterlos al método de Inmunocastración presentan una conversión alimenticia entre 2,31 y 2,64 con una media de 2,44 kg, sin existir diferencias estadísticas entre las medias de los grupos de acuerdo a la prueba t'student.

De los resultados expuestos se aprecia que la conversión alimenticia es más eficiente en los cerdos sometidos a la inmunocastración, es decir que se requiere de menor cantidad de alimento para ser transformado en kilos de carne de cerdo lo cual coincide con el estudio de Ramírez, (2016) afirmando que una alternativa importante para dejar de castrar quirúrgicamente lechones y conservar las ventajas de criar machos enteros es la inmuno-castración, la vacunación anti GnRH disminuye la producción de testosterona, la cual está relacionada con la conducta agresiva, por lo tanto, la disminución de testosterona puede ocasionar reducción de los comportamientos agresivos, adicionalmente, la vacunación anti GnRH tiene como consecuencia la disminución de la actividad física, lo cual puede dar origen a una mejor conversión alimenticia, debido a que el coste energético de permanecer de pie es muy alto, aunado a ello, los efectos anabólicos de las hormonas testiculares de los machos enteros originan una mejor eficiencia para aprovechar los nutrientes y en consecuencia sus canales son magras.

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores a los registros de Barrera, (2013) quien al realizar la evaluación de la ganancia de peso en lechones destetados utilizando inmuno-castración frente a la castración quirúrgica estableció conversiones alimenticias de 2,32 y 2,53 para los animales sometidos a inmunocastración y castración quirúrgica, resultando más eficiente este indicador en el grupo de cerdos sometidos a inmunocastración.



## **6. Peso a la canal**

El peso a la canal de los cerdos mestizos castrados quirúrgicamente presentan valores que oscilan entre 58,31 y 69,13%, inferiores a los registros alcanzados al someter a los cerdos a la técnica de Inmunocastración, que presentan pesos entre 61,82 - 71,79%, sin registrarse diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), . Es decir que al aplicar la inmunocastración se mejora el peso a la canal de los cerdos mestizos.

De los reportes mencionados se aprecia que el peso a la canal es superior en los cerdos sometidos a la inmunocastración con una media de 67.39%, al respecto Hernández, (2011), manifiesta que la producción de carne de cerdo existe una serie de parámetros que determinan la eficiencia de la engorda. Entre ellos se pueden mencionar: ganancia diaria de peso, consumo de alimento, velocidad de crecimiento, depósito de grasa, eficiencia de conversión, calidad y peso a de canal, etc., obteniéndose diferentes respuestas en ellos al utilizar machos enteros o castrados.

## **7. Rendimiento a la canal**

Al realizar la evaluación del rendimiento a la canal de los cerdos mestizos se aprecia que no existen diferencias estadísticas entre los resultados de los diferentes tipos de castración según t'student, estableciéndose que en los cerdos mestizos castrados quirúrgicamente se presentan un rendimiento a la canal que oscila entre 78 a 79 kg, mientras tanto que los cerdos mestizos sometidos a la inmunocastración presentan un peso a la canal entre 79 - 81 kg.

De los resultados expuestos se afirma que el rendimiento a la canal es superior en los cerdos sometidos a la inmunocastración con una media de 80,12 kg frente a la media de 78,5 kg presentada en los cerdos castrados quirúrgicamente como se ilustra en el gráfico 4 correspondiendo a la afirmación de (Ramírez, 2016), pudiéndose observar que el rendimiento a la canal es superior en los cerdos

sometidos a la inmunocastración con una media de 67.39% frente a la media de 64,79% presentada en los cerdos castrados quirúrgicamente.

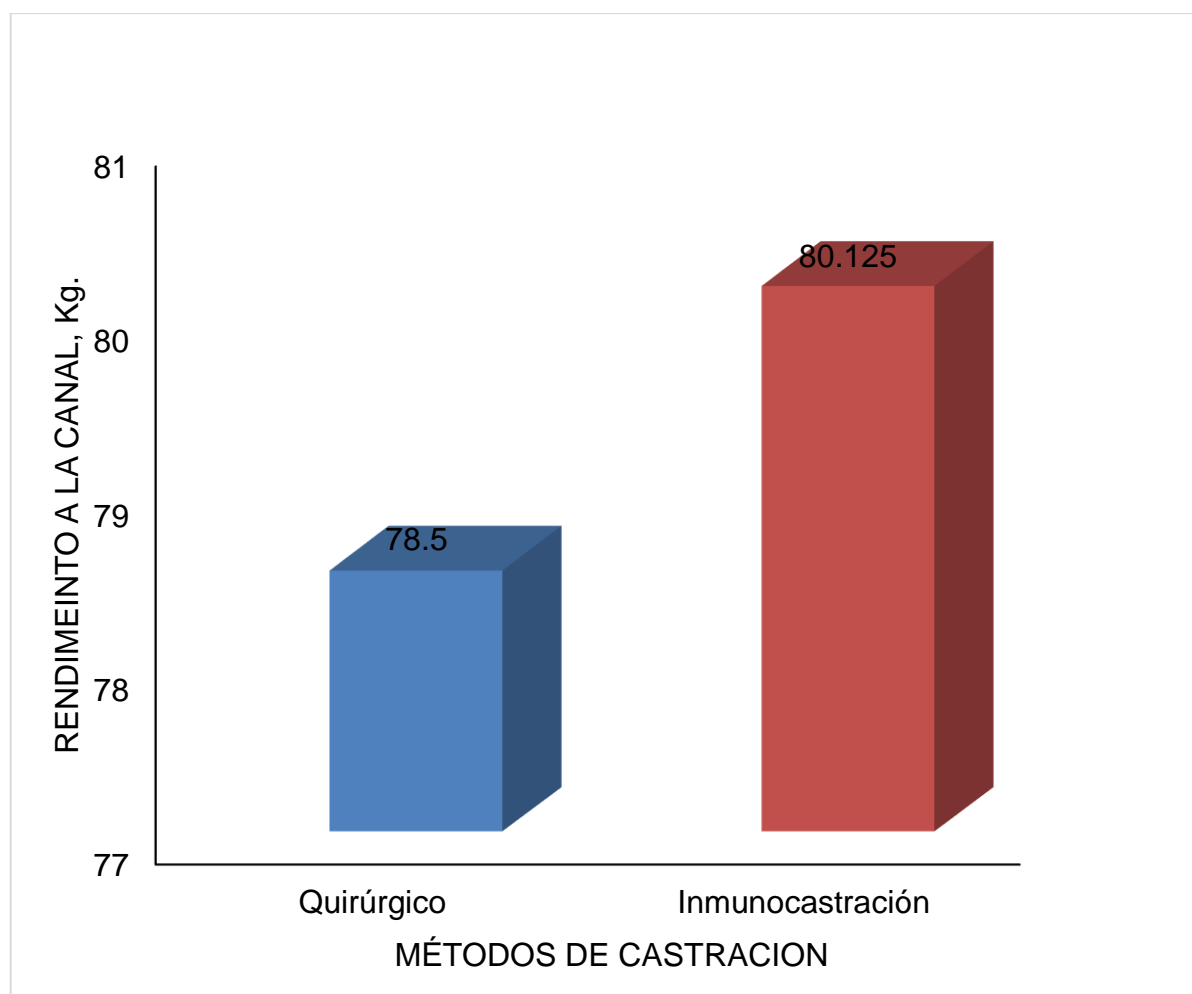


Gráfico 4: Rendimiento a la canal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Fábrega, (2009), manifiesta que antes de conocer los beneficios del método de inmunocastración, los cerdos maduros destinados para el consumo de carne se sacrificaban antes de que alcanzan la madurez sexual o quirúrgicamente se castraban antes del destete para resolver el problema del olor en la carne, la elección del método de castración sirve para el control del olor pero se asocia con las posibilidades económicas. El sacrificio temprano de los machos a los 70 a 80 kg resulta en una pérdida substancial de la producción, mientras que la castración quirúrgica elimina la fuente natural de andrógenos que estimula el crecimiento magro. En comparación con los machos intactos, los castrados quirúrgicamente tienen una eficiencia alimenticia reducida y menos rendimiento magro en la canal.

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

## 8. Espesor de la grasa dorsal

La evaluación del espesor de la grasa dorsal determinó diferencias altamente significativas ( $P = 0,00001$ ), al comparar la castración quirúrgica versus la inmunocastración observándose para el método quirúrgico, valores que oscilan entre 14 - 17 mm, mientras tanto que al utilizar la inmunocastración el espesor de la grasa dorsal oscilo entre 9 -12 mm como se ilustra en el gráfico 5. Es decir que al utilizar el método de inmunocastración en los cerdos mestizos se consigue un menor espesor de la grasa dorsal que es uy conveniente ya que se trata de animales que tienen mayor carne magra.

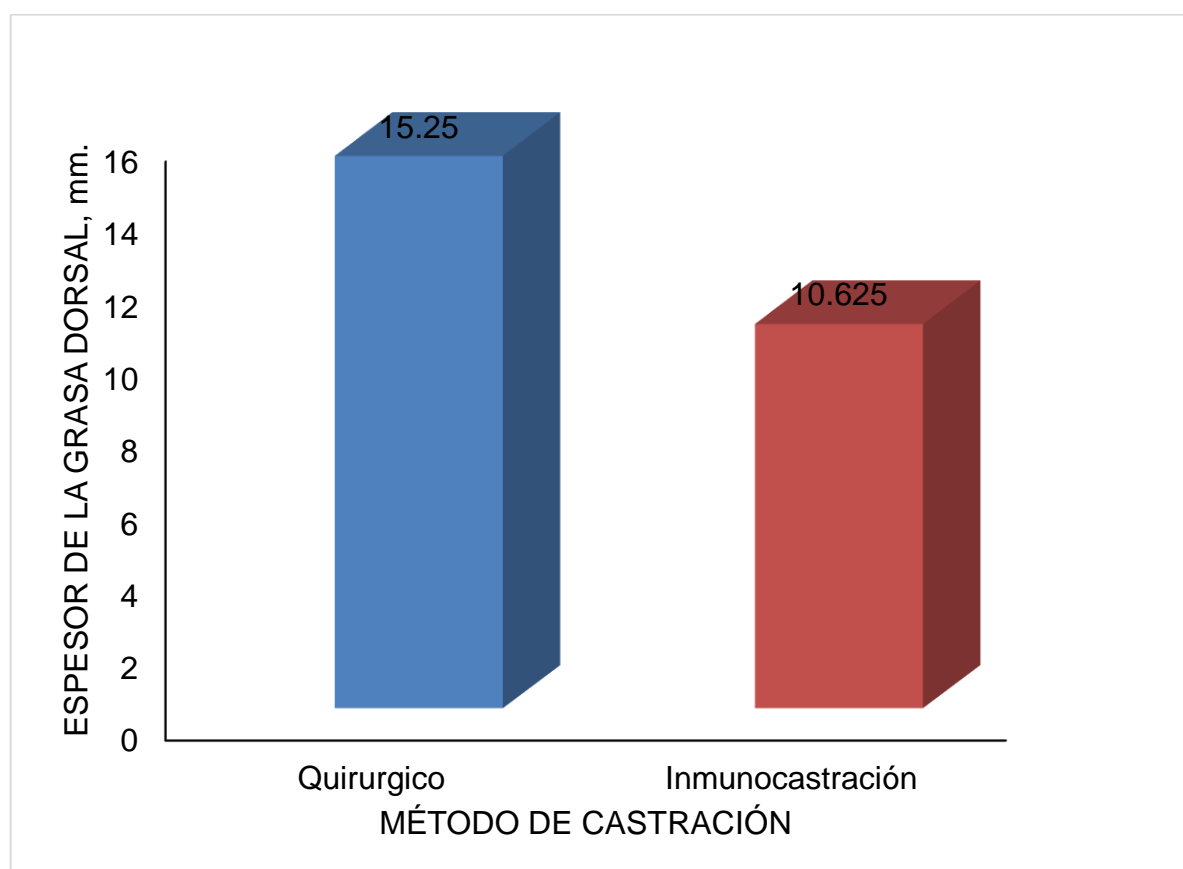


Gráfico 5: Espesor de la grasa dorsal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Al respecto Definista, (2014), manifiesta que el cerdo siempre se ha considerado como el animal que posee mejores disposiciones para producir carne y grasa por su poder digestivo la mejor asimilación de los alimentos comparado con otras especies domésticas, es conveniente que los cerdos presenten un espesor de la grasa dorsal no muy abundante se debe considerar que al reducir la grasa dorsal se mejor automáticamente los cortes magros, se aumenta el ojo de la chuleta además es más caro producir grasa que carne porque la conversión alimenticia es más favorable para la carne. La elección del método de castración presenta una relación directa con el espesor de la grasa dorsal, ya que cuando al animal tiene un desarrollo normal este índice será el adecuado por lo tanto es conveniente la utilización de un método adecuado como es la inmunocastración produce canales más parecidas a los machos castrados quirúrgicamente en la zona dorsal mientras que en la parte del jamón son más parecidas a las hembras. La inmunocastración no tiene efecto sobre la calidad de la carne excepto en la grasa intramuscular que tiende a aumentar la que tiene el macho entero.

Los resultados expuestos en la presente investigación son inferiores a los descritos por Calderón,(2011), quien al realizar la evaluación de las características productivas de cerdos Camboroguth 22, determinó un espesor de la grasa dorsal con el método de inmunocastración de 12,5 mm y al utilizar la castración quirúrgica de 14,40 mm. Los cerdos castrados tienen menor capacidad para depositar proteína, pero, por el contrario, depositan mayores cantidades de tejido adiposo. De ahí que requieran un pienso menos proteico y con menor concentración de aminoácidos para mantener el máximo crecimiento. Por otra parte, conforme aumenta el peso al sacrificio, disminuye el porcentaje de tejido magro, si bien la magnitud varía según se trate de cerdos enteros, castrados o hembras. En este sentido, HANSSON (1974) determinó que el peso al sacrificio tiene mayor influencia en el porcentaje magro en los cerdos castrados y las hembras que en los machos enteros.

## **9. Condición corporal inicial y final**

La condición corporal de los cerdos mestizos no registró un comportamiento estadístico, debido a que los resultados fueron de 3 puntos es decir una condición corporal ideal, la pelvis y los huesos de la columna vertebral no son visibles y se aprecian con dificultad mediante la palpación en todas las unidades experimentales así como de 4 puntos para la condición corporal final es decir los cerdos son gordos, pelvis y los huesos de la columna vertebral sólo se aprecian haciendo gran presión con la palma de la mano. Contorno en forma de tubo. Por lo tanto se aprecia que el método de castración al no influir sobre la condición corporal los porcinos se presentarían con un desarrollo homogéneo que es favorable debido a que se puede comercializar en un espacio de tiempo similar se evita de gastos de transporte al llevar a mercados de expendio en diferentes lotes. Al respecto Gerry, (2017), manifiesta que: desde hace tiempo se trató de encontrar un predictor de la composición corporal. La simple observación de los animales solo permite diferenciar animales muy grasos de animales magros. Es imposible, por la simple apreciación visual, determinar grados de magrura.

## **10. pH de la carne fresca y a las 24 horas**

El pH que se registró en la evaluación de carne de cerdo fue de 6, es decir ligeramente ácido que es. En general, la castración reduce la agresividad del animal y mejora la calidad de la carne, la maduración de la carne es una práctica postmortem para mejorar la palatabilidad y es una de las opciones más populares para mejorar la suavidad, Existen diferencias en la respuesta de los diferentes músculos respecto al grado en que la maduración afecta la suavidad debido a diferencias en contenidos de tejido conectivo el nivel y velocidad con que el pH disminuye y la actividad de las calpaínas, lo que explica el grado de degradación proteolítica existe una sustancial variación en el largo del tiempo de maduración para optimizar la suavidad de diferentes cortes de carne porcina. el cual consiste en dos enzimas Calpaína dependientes ( $\mu$ -calpain y m-calpain, y un inhibidor, la calpastatina), es el principal sistema proteolítico enzimático relacionado con la “tenderización” postmortem de la carne madura (Koochmaraie, 1988, 1992).

Dransfield (1994) concluyó que la  $\mu$ -calpaina es activada a pH 6.3 aproximadamente 6 h después del sacrificio y que la m-calpaína es activada por iones de calcio aproximadamente a las 16 h después del sacrificio y que ambas formas de calpaínas llegan a ser menos activas al incrementar el tiempo de almacenamiento.

#### **10. Relación entre el peso cada 7 días y los métodos de castración**

La relación que existe entre el periodo de crecimiento y el peso de los cerdos para el caso del método quirúrgico determinó una relación significativa ( $P < 0,01$ ), es decir que a medida que se desarrolla el cerdo el peso incrementa en 0,89 kilos por cada unidad de cambio en el periodo de crecimiento, además se aprecia un coeficiente de determinación del 99,76 %, mientras que, el 0,34 restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser las condiciones de manejo en cada una de las etapas de desarrollo del animal.

El peso de los cerdos está relacionado significativamente ( $P = 2.045E-14$ ), con el método de inmunocastración. El 99,76 %, está determinado por la edad de los cerdos correspondiendo a una relación lineal, donde el peso de los cerdos mestizos se incrementa en 0,91 por cada unidad de cambio en la edad del cerdo.

El peso de los cerdos está relacionado significativamente ( $P = 4.7987E-13$ ), con el método de castración quirúrgico. El 99,55 %, está determinado por la edad de los cerdos correspondiendo a una relación lineal, donde el peso de los cerdos mestizos se incrementa en 0,89 por cada unidad de cambio en la edad del cerdo.

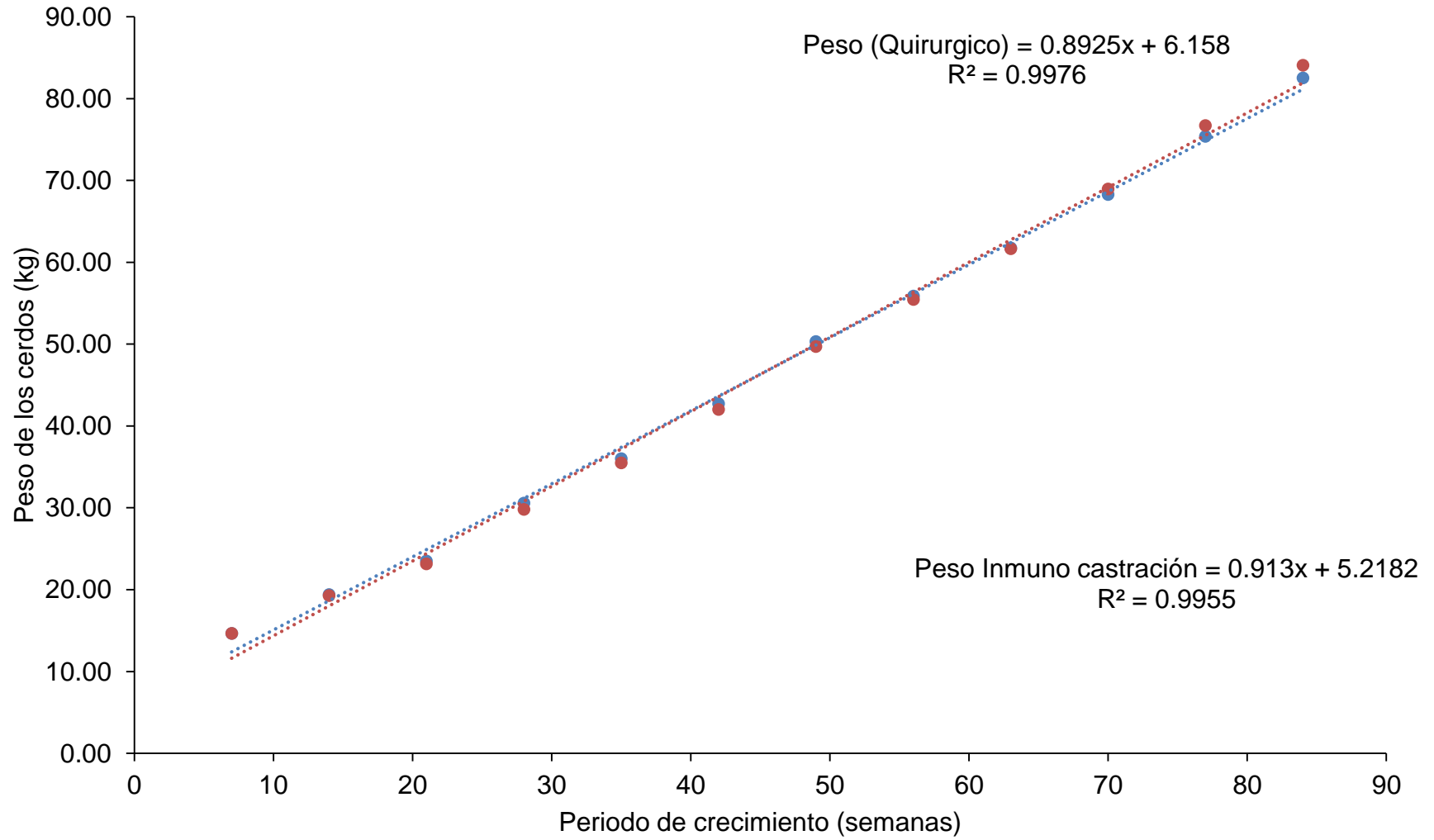


Gráfico 6. Relación entre el peso cada 7 días y los métodos de castración.

### C. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El análisis de la rentabilidad de diferentes métodos de castración en cerdos que se india en el cuadro 5, determino que al utilizar el método quirúrgico la relación beneficio costo fue de 1,24 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 24 centavos de dólar, o el 24 % mientras tanto que al utilizar el método de inmunocastración la relación fue mayor es decir 1,28 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera obtener una utilidad de 28 centavos de dólar. Después del respectivo análisis económico, se determina que el grupo de cerdos inmunocastrados denotan una mayor tasa de retorno por cerdo con una diferencia de 4% en la relación beneficio costo o de 4 centavos por dólar invertido sobre el grupo cerdos castrados quirúrgicamente;

Los resultados descritos resultan positivos sobre todo si se toma en consideración que en los momentos actuales la economía de nuestro país está en cifras negativas y se busca alternativas que permitan solucionar problemas de manejo de los cerdos y calidad de la carne para inducir al engrandecimiento de las explotaciones porcícolas,

Cuadro 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Descripción de la inversión	MÉTODO DE CASTRACIÓN	
	Quirúrgico	Inmunocastración
Número de animales	8.00	8.00
Costo por animal	600.00	600.00
Materiales	80.00	90.00
Instrumentos	120.00	110.00
Medicamentos	80.00	90.00
Alimento	902.00	902.00
Mano de obra	100.00	100.00
	1882.00	1892.00
Ingresos	2332.61	2426.24
Beneficio / Costo	1.24	1.28



## **V. CONCLUSIONES**

- El comportamiento productivo de los cerdos mestizos determinaron que al utilizar el método de inmunocastración se consigue un mayor peso final (84,08 kg), ganancia de peso total (84,08 kg), y ganancia de peso cada 7 días (6,33 kg), y una menor conversión alimenticia (2,44), es decir, la aplicación del producto determinado para fines de inmunocastración (IC) logra el proceso de desarrollo cárnico en el cerdo apartando en el interés por la hembra y por ende un desgaste fisiológico.
- La calidad de la canal de los cerdos inmunocastrados es superior ya que el espesor de la grasa dorsal es de 10,625 mm, es decir se produce una carne más magra para elevar la preferencia del consumidor que se restringe a consumir este tipo de carne por considerarse que eleva el colesterol.
- La rentabilidad de la producción de cerdos castrados con el sistema de inmunocastración fue superior al compararlo con el método de castración quirúrgica (1,24), estableciendo un valor de 1,28 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 28 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Con la inmunocastración se evitan los problemas propios de una intervención quirúrgica que por ser invasiva resulta traumática para los animales con las consecuencias lógicas de este tipo de método que se practica de forma generalizada para impedir la conducta agresiva de los machos, eliminar el olor característico de los animales y el sabor desagradable en la carne, por lo que esta práctica es una decisión acertada de los productores.
- El producto para inmunocastración (IC) en cerdos puede utilizarse sin reserva dado a que no produce alteraciones de olor, sabor, textura de la carne en el cerdo. por su función inhibidora del GnRF realiza la misma función controladora de la castración quirúrgica (CQ) evitando así infecciones post operación por intervención quirúrgicas en los cerdos.
- Implementar la práctica de la inmunocastración en cerdos ya que con este método se obtienen mejores resultados con respecto a la ganancia de peso, mejorando los índices de conversión alimenticia

## VII. LITERATURA CITADA

1. Aldaz, A. (2012). Cerdos Inmunocastrados: Beneficios para el productor y el consumido. V Congreso del Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal (págs. 56 -67). México: Pfizer.
2. Aranciba, S. (1999). Mejoramiento Animal, Reproducción, Cerdos. Mexico : Sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia. UNAM.
3. Basso, L. (2009). Evaluación sensorial de la carne porcina: Sistemas de producción y catración inmunológica. Mexico : FAUBA –FANUS. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/evaluacion-sensorial-carne-porcina-t29564.htm>
4. Cossu, L. Coste, M. Pereyra, B., & Picallo, A. (2009). Evaluación sensorial de la carne porcina: Sistemas de producción y catración inmunológica. FAUBA –FANUS. Recuperado el 23de Marzo de 2017. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/evaluacion-sensorial-carne-porcina-t29564.htm>
5. Climent S. (2005). Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos. Conceptos básicos y datos aplicativos. . Zaragoza, España: Ed Acribia SA,.
6. Definista, M. (2014). El Ganado Porcino . Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/ganado-porcino/>
7. Domínguez, J. (2017). Reproducción de los Cerdos. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-953063>
8. Ecured. (2017). Obtenido de Castración de Cerdos. : [https://www.ecured.cu/Castraci%C3%B3n\\_de\\_cerdos](https://www.ecured.cu/Castraci%C3%B3n_de_cerdos).
9. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. (2017). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the. recuperado de [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw\\_prac\\_farm\\_pigs\\_cast-alt\\_sci\\_efs\\_a\\_opinion\\_welfare-aspects.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_sci_efs_a_opinion_welfare-aspects.pdf)

10. Fábrega, E. (2009). Resultados de diversas alternativas a la castración quirúrgica de cerdos. Mexio: GUMARA.
11. Gabosi, H. (2011). Producción Porcina Argentina “La mejor alternativa para agregar valor en origen” ¿Por qué?. Buenos Aires, Argentina. Edit Chenobid .
12. Gerry, B. (2017). Producción porcina. 1a ed. Chihuahua, México: Edit Manual moderno de porcicultura.
13. Gispert, M. (28 de Febrero de 2011). Efecto de la inmunocastración en la calidad de la canal y de la carne. recuperado de [https://www.3tres3.com/articulos/efecto-de-la-inmunocastracion-en-la-calidad-de-la-canal-y-de-la-carne\\_3241/](https://www.3tres3.com/articulos/efecto-de-la-inmunocastracion-en-la-calidad-de-la-canal-y-de-la-carne_3241/)
14. Hernández, J. (2011). Métodos para evitar el olor sexual en el cerdo macho. Revista Venezolana Porcina N°65, [http://www.asoporci.org.pe/interes/tecnicos/olor\\_sexual.pdf](http://www.asoporci.org.pe/interes/tecnicos/olor_sexual.pdf).
15. König, A. (2005). Anatomía de los animales domésticos. Aparato locomotor. . Madrid, España : Panamericana S.A.
16. Prunier, A. (2005). A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods Animal Welfare . Texas, Estados Unidos: Animal Welfare.
17. Ramirez, R. (2016). Mitos y realidades de la castración quirúrgica en el cerdo. Obtenido de <https://www.porcicultura.com/destacado/Mitos-y-realidades-de-la-castraci%C3%B3n-quir%C3%BArgica-en-el-cerdo>
18. Rius, M. (2012). Estudio de otros compuestos relacionados con la presencia de olor sexual no atribuible al escatol y a la 5alfa androst-16- en3-ona en la grasa dorsal del cerdo. Obtenido de <http://www.tdx.cat/handle/1>
19. Vega. T. (2003). Engorde porcino. Obtenido de <http://www.comunidad.uach.mx/fsalvado/20engorda.htm>.2000.
20. Vega, M. (2017). Engorde porcino. . Obtenido de <http://www.comunidad.uach.mx/fsalvado/20engorda.htm>.2000

21. Zamaratskaia, G. (2008). Effect of gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac) on steroid hormones, boar taint and performance in entire male pigs. . Texas: *Reproduction in Domestic An.*

# ANEXOS

Anexo 1. Peso inicial de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	13.18
Quirúrgico	16.19
Quirúrgico	10.00
Quirúrgico	16.59
Quirúrgico	16.36
Quirúrgico	15.45
Quirúrgico	16.36
Quirúrgico	13.18
Inmunocastración	16.18
Inmunocastración	13.20
Inmunocastración	12.07
Inmunocastración	15.95
Inmunocastración	17.04
Inmunocastración	16.59
Inmunocastración	14.77
Inmunocastración	11.59

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	14.664	14.674
Varianza	5.509	4.520
Observaciones	8.000	8.000
Coefficiente de correlación de Pearson	0.583	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	7.000	
Estadístico t	-0.014	
P(T<=t) una cola	0.495	
Valor crítico de t (una cola)	1.895	
P(T<=t) dos colas	0.989	
Valor crítico de t (dos colas)	2.365	

Anexo 2. Peso final de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	77.80
Quirúrgico	85.30
Quirúrgico	74.75
Quirúrgico	83.18
Quirúrgico	86.14
Quirúrgico	84.40
Quirúrgico	87.50
Quirúrgico	81.13
Inmunocastración	87.68
Inmunocastración	80.36
Inmunocastración	78.25
Inmunocastración	86.50
Inmunocastración	88.63
Inmunocastración	88.18
Inmunocastración	85.25
Inmunocastración	77.75

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	82.53	84.08
Varianza	19.17	20.80
Observaciones	8.00	8.00
Coefficiente de correlación de Pearson	0.42	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	7.00	
Estadístico t	-0.91	
P(T<=t) una cola	0.20	
Valor crítico de t (una cola)	1.89	
P(T<=t) dos colas	0.39	
Valor crítico de t (dos colas)	2.36	



Anexo 3. Ganancia de peso total de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	64.62
Quirúrgico	69.11
Quirúrgico	64.75
Quirúrgico	66.59
Quirúrgico	69.78
Quirúrgico	68.95
Quirúrgico	71.14
Quirúrgico	67.95
Inmunocastración	87.68
Inmunocastración	80.36
Inmunocastración	78.25
Inmunocastración	86.50
Inmunocastración	88.63
Inmunocastración	88.18
Inmunocastración	85.25
Inmunocastración	77.75

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	67.86	84.08
Varianza	5.57	20.80
Observaciones	8.00	8.00
Coefficiente de correlación de Pearson	0.20	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	7.00	
Estadístico t	-9.77	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.89	
P(T<=t) dos colas	0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	2.36	

Anexo 4. Ganancia de peso cada 7 días de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	5.87
Quirúrgico	6.28
Quirúrgico	5.89
Quirúrgico	6.05
Quirúrgico	6.34
Quirúrgico	6.27
Quirúrgico	6.47
Quirúrgico	6.18
Inmunocastración	6.17
Inmunocastración	6.50
Inmunocastración	6.11
Inmunocastración	6.02
Inmunocastración	6.41
Inmunocastración	6.51
Inmunocastración	6.51
Inmunocastración	6.41

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	6.17	6.33
Varianza	0.05	0.04
Observaciones	8.00	8.00
Coefficiente de correlación de Pearson	0.84	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	7.00	
Estadístico t	-3.82	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.89	
P(T<=t) dos colas	0.01	
Valor crítico de t (dos colas)	2.36	

Anexo 5. Consumo de alimento de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	205.00
Quirúrgico	205.00
Quirúrgico	205.00
Quirúrgico	205.00
Quirúrgico	205.00
Quirúrgico	205.00
Quirúrgico	205.00
Quirúrgico	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00
Inmunocastración	205.00

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	205	205
Varianza	0	0
Observaciones	8	8
Coefficiente de correlación de Pearson	--	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	--	
P(T<=t) una cola	--	
Valor crítico de t (una cola)	--	
P(T<=t) dos colas	--	
Valor crítico de t (dos colas)	--	

Anexo 6. Conversión alimenticia de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	2.63
Quirúrgico	2.40
Quirúrgico	2.74
Quirúrgico	2.46
Quirúrgico	2.38
Quirúrgico	2.43
Quirúrgico	2.34
Quirúrgico	2.53
Inmunocastración	2.34
Inmunocastración	2.55
Inmunocastración	2.62
Inmunocastración	2.37
Inmunocastración	2.31
Inmunocastración	2.32
Inmunocastración	2.40
Inmunocastración	2.64

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	2.49	2.44
Varianza	0.02	0.02
Observaciones	8.00	8.00
Coefficiente de correlación de Pearson	0.43	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	7.00	
Estadístico t	0.89	
P(T<=t) una cola	0.20	
Valor crítico de t (una cola)	1.89	
P(T<=t) dos colas	0.40	
Valor crítico de t (dos colas)	2.36	

Anexo 7. Condición corporal inicial de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	3.00
Quirúrgico	3.00
Quirúrgico	3.00
Quirúrgico	3.00
Quirúrgico	3.00
Quirúrgico	3.00
Quirúrgico	3.00
Quirúrgico	3.00
Inmunocastración	3.00
Inmunocastración	3.00
Inmunocastración	3.00
Inmunocastración	3.00
Inmunocastración	3.00
Inmunocastración	3.00
Inmunocastración	3.00
Inmunocastración	3.00

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	4	4
Varianza	0	0
Observaciones	8	8
Coefficiente de correlación de Pearson	--	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	--	
P(T<=t) una cola	--	
Valor crítico de t (una cola)	--	
P(T<=t) dos colas	--	
Valor crítico de t (dos colas)	--	

Anexo 8. Condición corporal final de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	4.00	
Quirúrgico	4.00	
Quirúrgico	4.00	
Quirúrgico	4.00	
Quirúrgico	4.00	
Quirúrgico	4.00	
Quirúrgico	4.00	
Quirúrgico	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
Inmunocastración	4.00	
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	4	4
Varianza	0	0
Observaciones	8	8
Coefficiente de correlación de Pearson	--	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	--	
P(T<=t) una cola	--	
Valor crítico de t (una cola)	--	
P(T<=t) dos colas	--	
Valor crítico de t (dos colas)	--	

Anexo 9. Peso a la canal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración

Quirúrgico	60.68
Quirúrgico	67.39
Quirúrgico	58.31
Quirúrgico	64.88
Quirúrgico	68.05
Quirúrgico	65.83
Quirúrgico	69.13
Quirúrgico	64.09
Inmunocastración	71.02
Inmunocastración	64.29
Inmunocastración	61.82
Inmunocastración	69.20
Inmunocastración	71.79
Inmunocastración	71.43
Inmunocastración	68.20
Inmunocastración	61.42

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	64.79	67.40
Varianza	13.81	18.44
Observaciones	8.00	8.00
Coeficiente de correlación de Pearson	0.35	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	7.00	
Estadístico t	-1.61	
P(T<=t) una cola	0.08	
Valor crítico de t (una cola)	1.89	
P(T<=t) dos colas	0.15	
Valor crítico de t (dos colas)	2.36	

Anexo 10. Rendimiento a la canal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración

Quirúrgico	78.00
Quirúrgico	79.00
Quirúrgico	78.00
Quirúrgico	78.00
Quirúrgico	79.00
Quirúrgico	78.00
Quirúrgico	79.00
Quirúrgico	79.00
Inmunocastración	81.00
Inmunocastración	80.00
Inmunocastración	79.00
Inmunocastración	80.00
Inmunocastración	81.00
Inmunocastración	81.00
Inmunocastración	80.00
Inmunocastración	79.00

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	78.50	80.13
Varianza	0.29	0.70
Observaciones	8.00	8.00
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.16	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	7.00	
Estadístico t	-4.33	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.89	
P(T<=t) dos colas	0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	2.36	



Anexo 11. Espesor de la grasa dorsal de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración.

Quirúrgico	14.00
Quirúrgico	15.00
Quirúrgico	14.00
Quirúrgico	15.00
Quirúrgico	17.00
Quirúrgico	16.00
Quirúrgico	16.00
Quirúrgico	15.00
Inmunocastración	12.00
Inmunocastración	10.00
Inmunocastración	9.00
Inmunocastración	10.00
Inmunocastración	12.00
Inmunocastración	12.00
Inmunocastración	11.00
Inmunocastración	9.00

	<i>Variable</i>	<i>Variable</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>
Media	15.25	10.63
Varianza	1.07	1.70
Observaciones	8.00	8.00
Coefficiente de correlación de Pearson	0.50	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	7.00	
Estadístico t	11.01	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.89	
P(T<=t) dos colas	0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	2.36	

Anexo 12. pH de la carne fresca de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración

Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	6	6
Varianza	0	0
Observaciones	8	8
Coefficiente de correlación de Pearson	--	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	--	
P(T<=t) una cola	--	
Valor crítico de t (una cola)	--	
P(T<=t) dos colas	--	
Valor crítico de t (dos colas)	--	

Anexo 13. pH de la carne fresca a las 24 horas de los cerdos mestizos sometidos a castración quirúrgica e inmunocastración

Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Quirúrgico	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00
Inmunocastración	6.00

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	6	6
Varianza	0	0
Observaciones	8	8
Coefficiente de correlación de Pearson	--	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	--	
P(T<=t) una cola	--	
Valor crítico de t (una cola)	--	
P(T<=t) dos colas	--	
Valor crítico de t (dos colas)	--	

Anexo 14. Evidencia fotográfica del trabajo de titulación.



