



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
MEDICINA VETERINARIA

Trabajo de graduación

**Evaluación comparativa de la castración quirúrgica
e inmunocastración en cerdos de la granja *Corpus
Cristy*, Mateare, Managua, Septiembre-Diciembre
2018**

AUTORES

Br. María José Fonseca Altamirano

Br. Roberta Aydalina Gómez Camas

ASESORES

M.V. Deleana del Carmen Vanegas MSc.

Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD.

Managua, Nicaragua

2019

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Comité examinador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal, como requisito parcial para optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

En el Grado de Licenciatura

Miembros del tribunal examinador

M.V. Fredda Ramírez Gutiérrez
Presidente

M.V. Karla Marina Ríos Reyes
Secretaria

Ing. Josué Rocha MSc.
Vocal

Sustentantes

María José Fonseca Altamirano

Roberta Aydalina Gómez Camas

Asesores

M.V. Deleana del Carmen Vanegas MSc.

Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE GRAFICAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRAC	vii
I. INTRODUCCIÓN	0
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3.1 Ubicación y fechas de estudio	3
3.2 Diseño metodológico	4
3.3 Manejo del ensayo	4
3.3.1 Protocolo de aplicación del producto	4
3.3.2 Manejo de los cerdos	5
3.3.3 Consumo de alimento	5
3.3.4 Pesaje de los cerdos	6
3.3.4 Medición de testículos	6
3.3.5 Matadero	7
3.4 Variables evaluadas	7
3.4.1 Conversión alimenticia	7
3.4.2 Ganancia media diaria	7
3.4.4 Grasa dorsal	8
3.4.5 Tamaño de testículos	8
3.4.6 Olor sexual	8
3.5 Recolección de datos	8
3.6 Análisis de datos	9
3.6.1 Peso vivo	9
3.6.2 Grasa dorsal y tamaño de testículos	9
3.6.3 Olor sexual	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10

4.1 Parámetros productivos (Ganancia de peso vivo, Conversión alimenticia, Grosor dorsal de grasa)	10
4.1.1 Ganancia de peso vivo	11
4.1.2 Grasa dorsal	13
4.1.3 Medición de testículos	14
4.2 Olor sexual en la carne de los cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados	18
4.3 Costos y beneficio de la implementación de los dos tratamientos	19
V. CONCLUSIONES	21
VI. RECOMENDACIONES	22
VII. LITERATURA CITADA	23
VIII. ANEXOS	26

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Agrícola Ganadera Norteña S.A por brindarnos la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones.

Al Gerente de la granja *Corpus Cristy* Hernán Noreña y al administrador Luis Carlos Papagayo por su amable atención y disposición.

En especial a nuestros asesores Dra. Deleana Vanegas MSc y al Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD, grandes profesionales que, con su ayuda desinteresada, amabilidad y paciencia nos brindaron sus conocimientos para la realización de nuestra investigación.

A nuestros padres por su amor e incondicional apoyo durante nuestra carrera.

María José Fonseca Altamirano
Roberta Aydalina Gómez Camas

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación de la granja porcina <i>Corpus cristy</i>	3
2. Corral 2 y 4	4
3. Aplicación del producto INNOSURE	5
4. Consumo de alimento	5
5. Pesaje de cerdos	6
6. Medición testicular	6
7. Pesaje final	7
8. Última medición de testículos	7
9. Medición de grasa dorsal	7

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Comportamiento productivo de cerdos inmunocastrados y castrados quirúrgicamente	10
2. Costos por tratamiento	19

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICAS	PÁGINA
1. Valoración del peso vivo entre los cerdos inmunocastrados y los cerdos castrados quirúrgicamente	11
2. Comparación de grasa dorsal entre cerdos inmunocastrados y cerdos castrados quirúrgicamente	13
3. Comparación de medidas obtenidas del ancho del testículo derecho	15
4. Comparación de medidas obtenidas del largo del testículo derecho	16
5. Comparación de medidas obtenidas del ancho del testículo izquierdo	16
6. Comparación de medidas obtenidas del largo del testículo izquierdo	17

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registros de MiniTab	26
Anexo 2. Formatos de recolección de datos	39

RESUMEN

El presente trabajo investigativo fue realizado en la granja porcina “*Corpus Cristy*”, de la empresa Agrícola ganadera norteña S.A, (AGANORSA) ubicada en la península de Chiltepe municipio de Mateare, con el objetivo de comparar el método de inmunocastración (IM) y castración quirúrgica (CQ) evaluando los parámetros productivos (ganancia media diaria, conversión alimenticia, peso vivo total), diámetro testicular, Grosor de grasa dorsal y olor sexual en la carne. El estudio se inició el 17 de Septiembre del 2018, los dos grupos contaban con 11 semanas de edad y pesos de 26.85 para los inmunocastrados (Grupo 1) y 26.96 para los Castrados quirúrgicamente (Grupo 2), aplicando ese mismo día la primera dosis de INNOSURE, la castración se realizó el 8 de Julio a los 3 días de nacidos, la duración del estudio fue de 84 días, se realizaron pesajes semanales y recolección de datos sobre el consumo diario de alimento, mortalidad y medidas testiculares durante las visitas semanales a la granja después de la segunda aplicación de INNOSURE, la tercera medición testicular se realizó en matadero después de la evisceración de las canales. Para el análisis estadístico se utilizó diseño completamente al azar para peso vivo, prueba de Z para la diferencia de 2 proporciones en olor sexual, la grasa dorsal y las medidas testiculares se realizó una prueba de T para dos muestras independientes. Al finalizar la etapa de campo los grupos obtuvieron los siguientes parámetros productivos para los IM peso vivo final de 85.18 kg, ganancia de peso total 58.33Kg, ganancia diaria de peso 694.4g, consumo diario de alimento 3.87 kg y con una conversión alimenticia de 5.57, los CQ peso vivo final de 84.50 kg, ganancia de peso total 57.54 kg, ganancia diaria de peso 685g, consumo diario de alimento 4.08 kg y con una conversión alimenticia de 5.96, al compararse no existe una diferencia estadísticamente significativa. 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. Las medidas de ancho del testículo derecho fueron de 6.36, 5.88 y 4.58cm, existe diferencia estadísticamente ($P = 0.053$) entre la primera y última medida, de largo midieron 10.85, 9.57 y 9.03cm hubo una reducción de tamaño, pero sin diferencias estadística. En el ancho del testículo izquierdo (6.25, 6.18 y 4.62), existe diferencia estadísticamente significativa entre la primera y última medición ($P = 0.013$), en el largo (11.75, 9.06 y 8.86), se observa diferencia estadísticamente significativa entre la primera y segunda medida ($P = 0.020$). Para el olor sexual se reflejó que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Para el análisis costo-beneficio se compararon los gastos de aplicación obteniendo una diferencia de 160.55 córdobas a favor de la técnica de castración quirúrgica y entre los beneficios de la inmunocastración 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.

Palabras claves: Bienestar animal, Parámetros productivos, INNOSURE

ABSTRAC

This reaserch work was carried out in the porcine farm "Corpus Cristy", of the Agrícola Ganadera Norteña SA, (AGANORSA) located in the peninsula of Chiltepe municipality of Mateare, with the objective of comparing the method of immunocastration (IM) and surgical castration (CQ) evaluating the productive parameters (average daily gain, feed conversion, total live weight), testicular diameter, dorsal fat thickness and sexual odor in the meat. The study began on September 17, 2018, the two groups had 11 weeks of age and weights of 26.85 for the immunocastrates (Group 1) and 26.96 for the surgically Castrated (Group 2), applying that same day the first dose of INNOSURE, the castration was performed on July 8 at 3 days of age, the duration of the study was 84 days, weekly weighings were performed and data collection on daily food consumption, mortality and testicular measurements during weekly visits to the farm after the second application of INNOSURE, the third testicular measurement was carried out in the slaughterhouse after the evisceration of the carcasses. For the statistical analysis we used a completely random design for live weight, Z test for the difference of 2 proportions in sexual odor, dorsal fat and testicular measurements, a T test was performed for two independent samples. At the end of the field stage, the groups obtained the following productive parameters for the final live weight IM of 85.18 kg, total weight gain 58.33 kg, daily weight gain 694.4 g, daily food consumption 3.87 kg and with a feed conversion of 5.57, the CQ final live weight of 84.50 kg, total weight gain 57.54 kg, daily weight gain 685g, daily feed intake 4.08 kg and with a feed conversion of 5.96, when compared there is no statistically significant difference. In the thickness of the dorsal fat, significant differences were observed ($P < 0.05$) where the immunocastrates had less fat thickness of 0.631 cm, than those surgically castrated with 0.986 cm. The width measurements of the right testicle were of 6.36, 5.88 and 4.58cm, there is a statistically difference ($P = 0.053$) between the first and last measurement, long measures 10.85, 9.57 and 9.03cm there was a reduction in size, but without statistical differences . In the width of the left testicle (6.25, 6.18 and 4.62), there is a statistically significant difference between the first and last measurement ($P = 0.013$), in the length (11.75, 9.06 and 8.86), a statistically significant difference is observed between the first and second measurement ($P = 0.020$). For the sexual odor, it was shown that statistically there are no significant differences between the treatments. For the cost-benefit analysis, the application costs were compared, obtaining a difference of 160.55 córdobas in favor of the surgical castration technique and among the benefits of immunocastration we observed the increase in production parameters, obtaining lean meat and reducing the thickness of dorsal fat, its effectiveness in the elimination of sexual odor and an alternative of good animal welfare practice.

Keywords: Animal welfare, Productive parameters, INNOSURE

I. INTRODUCCIÓN

La porcicultura en Nicaragua ha presentado crecimientos muy elevados en los últimos años sobre la producción porcina, se proyecta la matanza de 256.7 miles de cabezas y obtener 30.0 millones de libras de carne en el ciclo 2018-2019. Incluyendo a más familias en este tipo de rubro creando más productores que invierten dinero y tiempo con la intención de crear un medio de trabajo auto sostenible y propio, estas cifras son muy representativas para la economía nicaragüense ya que no solo genera un medio de trabajo, también empleos disminuyendo así el índice de desempleo y pobreza para nuestro país (Banco Central de Nicaragua, 2019).

El olor sexual es una característica organoléptica de la carne caracterizado por unos olores y gustos anómalos (similares a la orina del cerdo macho). Hasta hace relativamente poco tiempo este problema en la mayoría de los países se evitaba castrando quirúrgicamente los machos. Nuevas tendencias y reglamentaciones comunitarias están provocando cambios muy importantes en la producción porcina (EFSA, 2004). Por ello se está trabajando en alternativas para reducir o evitar el olor a verraco, una de las alternativas existentes y aprobadas es la inmunocastración.

Con la inmunocastración se propone como un método menos invasivo con menor índice de estrés en el cerdo lo que evita pérdida de energía y de apetito, el producto es una proteína sintética análoga a la GNRH, que inhibe la funcionalidad testicular por un tiempo determinado disminuyendo así la presencia o almacenamiento de androsterona y la metabolización del escatol que se caracterizan por darle el olor sexual a la carne ese es el cambio más significativo a nivel hormonal además de esto al disminuir dramáticamente la producción hormonal desaparece el libido sexual por lo tanto el cerdo no consume energía destinándola a buscar el apareamiento (zoetis, 2018)

Con este estudio se pretende reflejar cifras o datos obtenidos de la comparación entre la castración quirúrgica y la inmunocastración, reflejando datos de cual presenta más beneficios y utilidades, si la inmunocastración ofrece mejor conversión alimenticia, disminución de almacenamiento de grasas, inexistencia de olor sexual en la carne; en si una canal de mejor calidad para que nuestros productores tomen en cuenta este procedimiento para la utilización en sus criaderos mejorando la calidad de la producción de carne porcina en Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar los métodos de castración quirúrgica e inmunocastración, comparando los parámetros productivos y sus efectos en la presencia de olor sexual en la canal del cerdo.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar parámetros productivos (Ganancia de peso vivo, Conversión alimenticia, Grosor dorsal de grasa).
- Comprobar el olor sexual en la carne de los cerdos castrados de forma tradicional e inmunológicamente.
- Calcular los costos y beneficio de la implementación de los dos tratamientos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fechas de estudio

El estudio se realizó en el periodo de Septiembre - Diciembre del año 2018, en la granja porcina "*Corpus Cristy*" que pertenece a la empresa AGANORSA ubicada en carretera nueva a León (Mateare- Managua). Con las coordenadas N 12°14'21.8064" - S 86°25'6.2652". Cuenta con un clima tropical y una temperatura promedio de 28.5°C, siendo las temperaturas más altas en abril con una temperatura de 29.3 °c y la más baja en diciembre con 26.5 °c; tiene una precipitación de 1000-1200mm y una altura de 50 m.s.n.m. (EcuRed, 2019)



Figura 1. Ubicación de la granja porcina *Corpus cristy*
Fuente: Google maps

3.1.1 Descripción del area de estudio

Corpus Cristy es una granja sitio II y III con 8 galeras que se destinan a tres etapas:

- Inicio: 4,520 cerdos
- Desarrollo: 8568
- Engorde: 1,747

Según el inventario más reciente en total son 14,835 cerdos en la granja,

Dentro de las galeras se dividen en corrales, cada corral cuenta con 6 bebederos automáticos para la distribución de agua de consumo para los animales y un comedor seco-húmedo que se comparte para dos corrales.

Por cada galera se destina 1 corral para el almacenamiento del alimento, cuenta con una fosa séptica para desechos de mortalidad diaria, una oficina administrativa, un comedor, cocina y cuartos para los operarios, la entrada cuenta con arco y rodaluvio para los vehículos. Posee una pila de agua con capacidad de 1.5 millones de litros para abastecer toda la granja.

3.2 Diseño metodológico

La investigación corresponde a un estudio de tipo cuantitativo y cualitativa, donde se buscó establecer la correlación de la conversión alimenticia, la ganancia de peso y peso final al sacrificio en la fase de levante y ceba de cerdos inmunocastrados en comparación con cerdos castrados quirúrgicamente. También se evaluó la efectividad del producto tomando como referencia la presencia de olor sexual en la canal de los cerdos inmunocastrados.

Se seleccionaron 50 cerdos del lote N° 26. Con fecha de nacimiento 5 de julio de 2018 y destetados el 27 de julio del mismo año con 22 días de nacidos. Se separaron en 2 grupos, el grupo 1 conformado por 24 cerdos enteros de los cuales 15 contaban con ambos testículos y 9 eran monorquidos y el grupo 2 conformado por 26 cerdos castrados quirúrgicamente. Al inicio del estudio contaban con 11 semanas de edad.

En las instalaciones se dividieron de la siguiente manera:

- Corral No 2 para los cerdos castrados quirúrgicamente
- Corral No 4 para los cerdos enteros



Figura 2. Corral 2 y 4

3.3 Manejo del ensayo

3.3.1 Protocolo de aplicación del producto

Los 24 cerdos enteros recibieron una inyección de 2 ml de Inossure por vía subcutánea, cerca de la base de la oreja colocando el aplicador perpendicular a la piel del cerdo, el aplicador metálico está especialmente diseñado por la compañía NJ Phillips Pty Limited (Somersby, Australia).

- La primera dosis se aplicó el de 17 de septiembre del 2018, a los cerdos enteros que contaban con 11 semanas de edad.
- La segunda dosis se realizó 4 semanas después el día 15 de octubre de 2018.



Figura 3. Aplicación del producto INOSSURE

3.3.2 Manejo de los cerdos

El manejo de los cerdos se realizó según el protocolo de la granja, limpieza de los corrales con agua a presión una vez al día, además de esto cada corral contaba con una poza de agua en la parte trasera de este, llena de agua para que los animales se termoregulen en caso de altas temperaturas. Los comederos se llenaban 1 o 2 veces y se monitoreaban durante todo el día y el cambio de concentrado por etapa de edad.

3.3.3 Consumo de alimento

Se utilizó un comedero en seco-húmedo para ambos corrales con capacidad de consumo para 80 animales (40 por lado). El concentrado que se proporcionó fue de la empresa Purina y Cargill bajo los nombres de: Pignova 5, Pignova 6 y Puralin

Diariamente se anotó la cantidad de sacos con un peso de 45 kilogramos introducidos al comedero.



Figura 4. Consumo de alimento

3.3.4 Pesaje de los cerdos

Los cerdos fueron pesados en una báscula de jaula ganadera de manera individual, estos pesajes se realizaron 1 vez a la semana durante los 84 días que duró la etapa de campo.



Figura 5. Pesaje de los cerdos

3.3.4 Medición de testículos

La medición testicular en nuestro estudio se realizó utilizando un centímetro; la medida del largo testicular se hizo tomando el testículo con la mano y exponiéndolo para después ubicar la cinta del extremo superior al inferior de igual forma para la medición del ancho testicular, se repite para el otro testículo en caso de que posea ambos testículos esto es para las dos primeras medidas que fueron tomadas *in vivo* en condiciones de granja.

La semana 12 y 13 post inmunización (después de la segunda dosis) estas dos medidas fueron tomadas en conjunto con los pesajes de dichas semanas. La tercera medida se tomó en matadero durante la evisceración de los cerdos de prueba sin perder su secuencia con el número de chapa para luego ser comparado con las otras dos medidas.

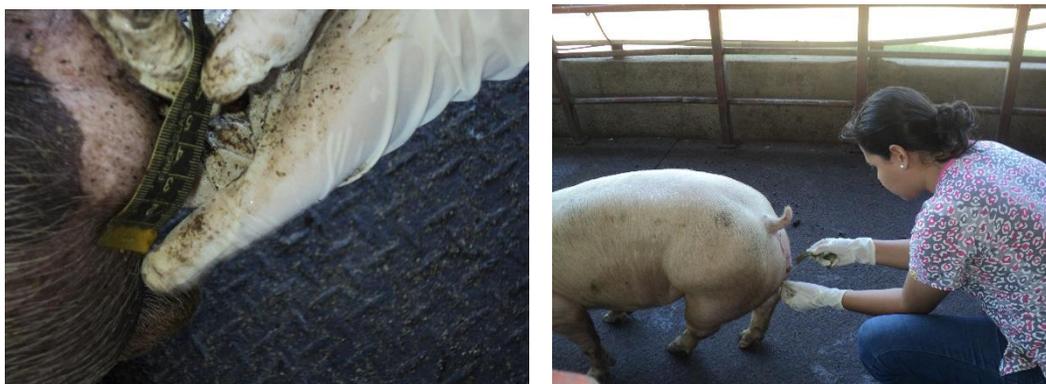


Figura 6. Medición testicular

3.3.5 Matadero

La etapa final se realizó en matadero, consistió en previo pesaje antes de la llegada al matadero, matanza y recolección de testículos para posterior medición. A las 24 horas después Medición de grasa dorsal y prueba del olor sexual en caso de presentarse el caso de sospecha.



Figura 7. Pesaje final



Figura 8. Última medición de testículos



Figura 9. Medición de grasa dorsal

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Conversión alimenticia

$$IC = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia media diaria}}$$

Es la relación que se da entre el consumo de alimento y la ganancia de peso que tiene los cerdos en un periodo de tiempo determinado pudiendo ser dicho período semanal, mensual, anual, por etapas etc. (Castellanos, 2017)

3.4.2 Ganancia media diaria

$$GMD = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Edad (días)}}$$

Es el valor que indica la ganancia de peso en un animal al día.

3.4.4 Grasa dorsal

La medición de grasa dorsal en porcinos tiene muchas opciones teóricamente pero no prácticas en Nicaragua debido a que no se cuenta con la tecnología necesaria para llevar a cabo varios de los procedimientos propuestos, dentro de los más conocidos tenemos:

1. Métodos optoelectrónicos como la Pistola Hennessy Grading Probe.
2. Métodos visuales con instrumentos como una regla o un pie de rey.
3. Métodos ecográficos.

El método seleccionado fue el de pie de rey, que puede medir los milímetros de un tejido y determinar el espesor de grasa dorsal y músculo sobre la línea media de la canal para estimar el porcentaje magro. Utilizando como punto de referencia para realizar la medición de decima costilla de la canal.

3.4.5 Tamaño de testículos

Se compararon las 3 medidas testiculares y se evaluaron los datos estadísticamente.

3.4.6 Olor sexual

En el matadero, la técnica para detección de olor sexual (presencia de olores similares a la orina del verraco) es realizado por el IPSA, este procedimiento se realizó durante la faena, posterior al escaldado, donde los operarios encargados de la limpieza de la piel perciben si existe alguna diferencia en el olor de los cerdos. Al detectarse olor anómalo, se notifica como sospechoso, en este caso, debe realizarse la prueba de cocción.

-Prueba de cocción:

Para verificar esta prueba se tomó un trozo de carne de la canal, que permaneció 24 horas en el congelador, se depositó en un recipiente de plástico y se calentó al microondas durante 5 minutos. Tras la cocción se sacó el trozo de carne y se desmenuzo finamente, prestando atención al olor y sabor de su interior.

3.5 Recolección de datos

Para la correcta recolección de datos y posterior procesamiento utilizamos:

- Formato de pesajes semanales
- Formato de mediciones testiculares
- Registro de alimentación diaria
- Registro de mortalidad

3.6 Análisis de datos

3.6.1 Peso vivo

Para el análisis de peso vivo en los cerdos castrados e inmunocastrados se realizó un diseño completamente al azar. El diseño completamente al azar es una prueba basada en el análisis de varianza, en donde la varianza total se descompone en la varianza de tratamientos y la varianza del error. El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la varianza del tratamiento contra la varianza del error y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución Fisher.

3.6.2 Grasa dorsal y tamaño de testículos

En la evaluación de grasa dorsal y tamaño de los testículos se utilizó la prueba T para muestras independientes, debe utilizarse para comparar las medias de dos grupos de casos, es decir, cuando la comparación se realice entre las medias de dos poblaciones independientes (los individuos de una de las poblaciones son distintos a los individuos de la otra). Lo ideal es que para esta prueba los sujetos se asignen aleatoriamente a dos grupos, de forma que cualquier diferencia en la respuesta sea debida al tratamiento (o falta de tratamiento) y no a otros factores.

3.6.3 Olor sexual

Los resultados de la prueba de olor sexual en los cerdos inmunocastrados se evaluaron mediante la prueba de Z para la diferencia de 2 proporciones. Las pruebas de proporciones son adecuadas cuando los datos que se están analizando constan de cuentas o frecuencias de elementos de dos o más clases. El objetivo de estas pruebas es evaluar las afirmaciones con respecto a una proporción de población. Las pruebas se basan en la premisa de que una proporción muestral será igual a la proporción verdadera de la población.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros productivos (Ganancia de peso vivo, Conversión alimenticia, Grosor dorsal de grasa).

Para iniciar el tratamiento se tomaron 50 cerdos con una edad de 11 semanas de vida y un peso inicial promedio de 26.9 kg, los cuales al terminar la investigación (84 días) contaron con 26 semanas de edad y un peso promedio de 84.84 kg.

Cuadro1. Comportamiento productivo de cerdos inmunocastrados y castrados quirúrgicamente

Ítem	Inmunocastración	Castración quirúrgica
Peso vivo inicial (kg)	26.85	26.96
Peso vivo final (kg)	85.18	84.50
Ganancia de peso total (kg)	58.33	57.54
Ganancia diaria de peso (g)	694.4	685.0
Consumo diario de alimento (kg)	3.87	4.08
Conversión alimenticia	5.57	5.96

Según Cardelino G., (2013), observó que los animales inmunocastrados tuvieron una media de conversión de Alimento de 2,4 Kg, menor que los castrados quirúrgicamente que tuvieron un Media de conversión de alimento de 2,54 Kg coincidiendo con los resultados de nuestro trabajo debido a que la media de conversión de alimento en inmunocastrados es de 5.57 kg menor en relación a la media de conversión de alimento de los castrados quirúrgicamente que tuvieron una conversión de 5.96 kg.

Esto se debe a que los machos enteros inmunocastrados permanecieron un tiempo mayor con sus gónadas sexuales por lo cual la GH (hormona del crecimiento) promueve la recepción de proteína para el desarrollo muscular, mientras que los castrados quirúrgicamente al tener una disminución de esta hormona disminuyen su capacidad de desarrollo muscular.

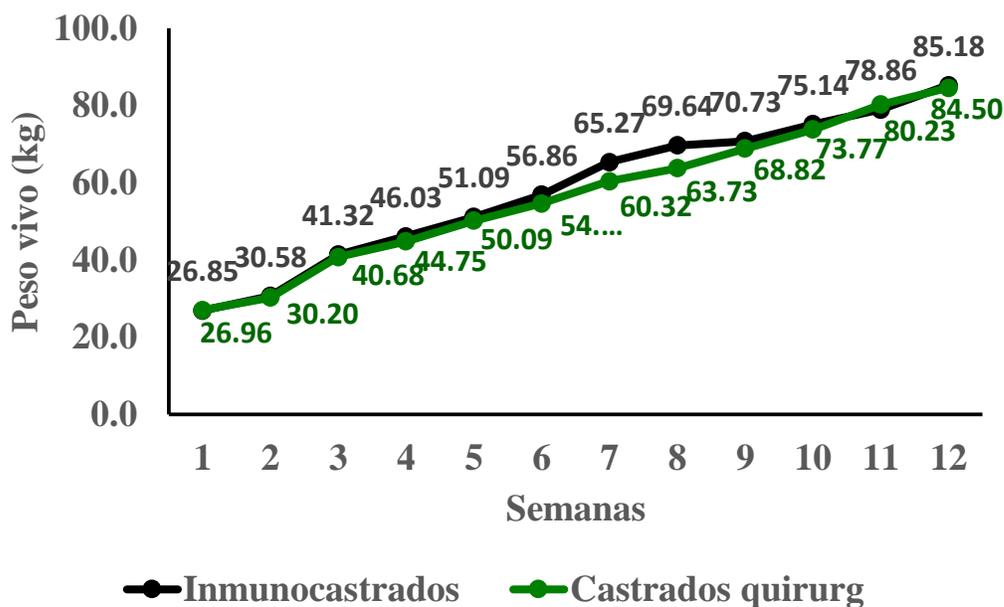
En cambio, la ganancia Diaria de Peso en el estudio de Cardelino (2013) fue similar en ambos tratamientos de su trabajo, donde la media para los inmunocastrados fue de 0,97 Kg, y para los animales castrados quirúrgicamente fue de 0,98 Kg; Muy similar a los datos obtenidos en nuestro estudio con resultados de peso similares con ganancias de 0.694 kg para los inmunocastrados y 0.685 kg para los castrados quirúrgicamente.

Según Reyes G. (2017) en todas las etapas evaluadas los cerdos inmunocastrados presentan una menor conversión alimenticia lo que significa que fueron más eficientes al convertir el alimento.

A pesar que no hubo diferencia estadística por tratamiento en la conversión alimenticia, los cerdos inmunocastrados fueron más eficientes al convertir el alimento reduciendo 0.12 kgs, lo que coincide con los estudios realizados por Fábrega *et al.* (2009), Corella (2014), Barrios (2012), Verdezoto (2009) y Padilla (2015) en que los machos inmunocastrados presentan mejor conversión alimenticia a comparación de machos castrados quirúrgicamente, reduciendo a 0.15 kgs de 0.27 kgs de conversión alimenticia. Coincidiendo de igual manera con los datos obtenidos en nuestro trabajo de investigación con resultados que reflejan una menor conversión alimenticia en los inmunocastrados en comparación a los castrados quirúrgicamente.

Es sabido que los cerdos “enteros” se desempeñan mejor durante la recría y engorde comparados con los castrados (Bonneau, 1998). Los machos enteros tienen mayor tasa de deposición de proteína y menor deposición grasa (Harding, 1993). Los enteros tienen también grasa menos saturada, y por tanto mejor calidad de canal (Charette, 1961; Wong et al., 1967; Newell and Bowland, 1972; Nicholls and Price, 1987). Dada su mejor conversión alimenticia, rendimiento de magro y ganancia diaria, engordar enteros trae ventajas económicas (Fouler et al., 1981; Diestre, 1991) que, según Harding (1993), equivalen a un 16% de utilidad adicional sobre el costo del alimento. Estas ventajas se explican por la acción sistémica de las hormonas anabólicas producidas en los testículos (Claus et al., 1994).

4.1.1 Ganancia de peso vivo



Gráfica 1. Valoración del peso vivo entre los cerdos inmunocastrados y los cerdos castrados quirúrgicamente

En la gráfica se observa el aumento de peso para los dos grupos en el tiempo que duró el ensayo, en la semana 6 se denota un aumento de peso vivo en los inmunocastrados con respecto al peso del castrado quirúrgicamente separándose significativamente como se puede observar durante la semana 7 y 8, desapareciendo en la semana 9 donde se observa que ambos grupos reflejan pesos muy similares. En la semana 12 al finalizar la etapa de campo los grupos obtuvieron pesos de 85.18 kg para inmunocastrados y 84.50 kg para el grupo de castrados quirúrgicamente que al compararse no existe una diferencia estadísticamente significativa.

La diferencia del aumento de peso en los inmunocastrados en la semana 9, desaparece causado por la falta de suministro de alimento de parte de la empresa distribuidora del mismo, esto demuestra lo sensible de los inmunocastrados a esta deficiencia; factor que para todo animal es un estresor y se reflejó en su baja de peso debido a la respuesta fisiológica de los cerdos respondiendo de manera más eficiente el grupo número 2 (castrados quirúrgicamente).

La respuesta fisiológica se produce en el organismo por estímulos estresores. Ante una situación de estrés, el organismo tiene una serie de reacciones fisiológicas que suponen la activación del eje hipofisario suprarrenal y del sistema nervioso vegetativo, el organismo emite una respuesta con el fin de intentar adaptarse.

Este caso en particular se observó que el grupo número dos (castrados quirúrgicos) respondió de mejor forma debido a que anteriormente se había enfrentado a situaciones de estrés (castración) lo cual le fue de mucha utilidad ya que su organismo al encontrarse nuevamente ante una situación estresora (fase de alarma) respondió más rápidamente entrando en una fase de adaptación de forma más efectiva evitando el agotamiento.

Mientras que en el grupo número 1 fue de forma diferente estos cerdos no contaban con un historial de estrés por lo tanto los animales una vez iniciados en la fase de alarma pasaron por la fase de adaptación no teniendo buenos resultados y finalizando en la fase de agotamiento reflejando disminución en los parámetros de ganancia media diaria.

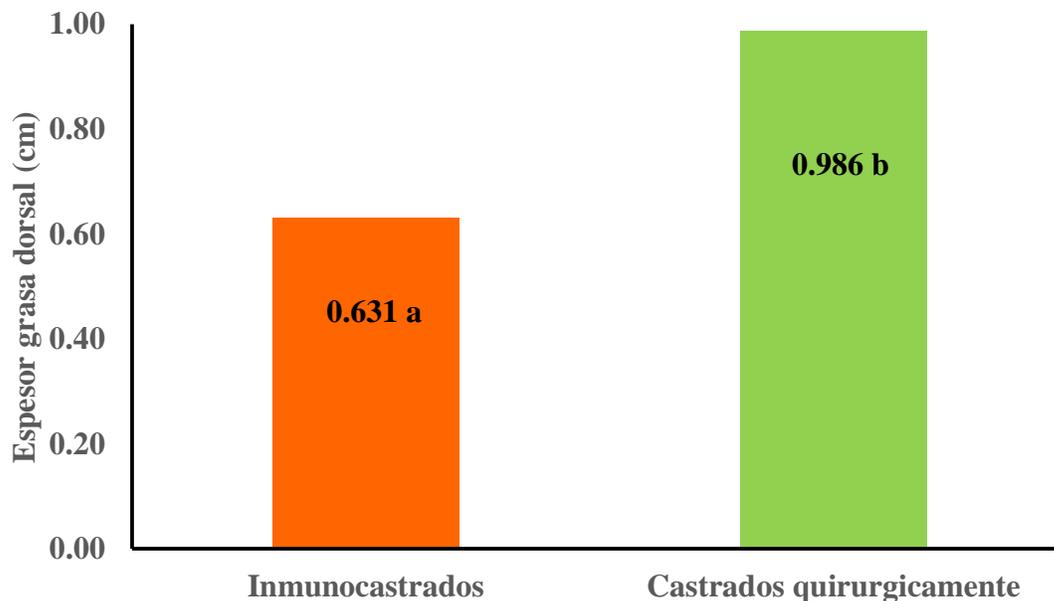
Según Reyes G. (2017), mostró que a pesar que no hubo diferencia estadística en los pesos por tratamiento, los cerdos inmunocastrados llegaron a rastro con un peso mayor (4.14 Kg promedio mayor) que los cerdos castrados, lo que coincide con los estudios de Fábrega *et al.* (2009) y Barrios (2012), los machos inmunocastrados llegaron a rastro con un peso mayor que los machos castrados quirúrgicamente (2.71 Kg mayor y 3.54 Kg promedio mayor respectivamente en cada estudio).

Según Corella (2004) y Verdezoto (2009) determinaron que los machos castrados quirúrgicamente llegaron a rastro con un peso mayor sobre los machos inmunocastrados (1.37 Kgs mayor y 8.9 Kgs mayor respectivamente en cada estudio), el cual no coincide con nuestros resultados debido a que los cerdos castrados quirúrgicamente obtuvieron menor peso que los inmunocastrados

Según Martínez, N y Soza, J (2011) en su trabajo; obtuvo resultados opuestos a los nuestros debido a que sus costos de aplicación de producto resultaron ser más rentable en el tratamiento de inmunocastración con un total de 7,863.7 dólares en comparación a la castración quirúrgica que obtuvo un total de 8,098.75 dólares. Por el contrario en el mismo trabajo la ganancia de peso fue mayor en el grupo de castrados quirúrgicamente con 119g superior en la ganancia media diaria sobre el grupo de inmunocastración que al final se reflejó en una ganancia del 5 % superior.

4.1.2 Grasa dorsal

Se realizó una prueba de T para 2 muestras. Utilizamos la media, desviación estándar observando diferencias significativas ($P < 0.05$) donde los cerdos inmunocastrados tuvieron menos espesor de grasa de 0.631 cm, que los cerdos castrados quirúrgicamente con 0.986 cm.



Gráfica 2. Comparación de grasa dorsal entre cerdos inmunocastrados y cerdos castrados quirúrgicamente.

Nuestros resultados coinciden con lo expuesto por IMPROVAC (2019) que expresan que los cerdos inmunocastrados tienen valores más bajos de grasa dorsal que los cerdos castrados quirúrgicamente. Debido a que la producción de grasa requiere mayor ingesta de alimento que la producción de carne magra, la cantidad proporcionalmente menor de grasa en los cerdos manejados con inmunocastración contribuye indudablemente a una mejor conversión alimenticia. Estas ventajas se explican por la acción sistémica de las hormonas anabólicas producidas en los testículos.

Gallegos, *et al.* (2015) Mencionan en su trabajo, que esto puede estar relacionado con el incremento transitorio de andrógenos en los lechones enteros durante la cuarta semana de edad, condición que favorece la secreción específica de GH (Jansson y Frohman, 1987), mientras que los lechones CQ no experimentan este evento debido a la ausencia de gónadas sexuales.

Según Quezada, D. (2017) en su trabajo expresa que el contenido adiposo medido relativo a los músculos Longuissimus dorsi y Recto Abdominal fue significativamente menor para los cerdos inmunocastrados por el método 90 – 120 días, espesor de 0,18 y 1,08 y por el método 80 – 110 días, espesor 0,20 y 0,62 mm, que si difieren significativamente ($p < 0,05$) al compararse con cerdos castrados tradicionalmente que presentaron un espesor promedio de 0,78 y 1,92 mm respectivamente.

Los datos obtenidos en nuestro trabajo coinciden con los de Quezada, D. (2017) donde los cerdos inmunocastrados tuvieron un espesor de grasa de 0.631 cm, y los cerdos castrados quirúrgicamente con 0.986 cm. es decir, se infiere que los cerdos inmunocastrados presentan menor contenido adiposo siendo sus carnes más magras que la de los castrados por el método tradicional.

Estos resultados pueden ser comparables con los obtenidos por Gispert *et al.* (2010), quienes reportaron que aquellos cortes de la canal que representaban una alta proporción de músculo se encontraban reducidos en tamaño en cerdos CQ, comparándolos con cerdos IM, y aún más con cerdos enteros, debido a la influencia anabólica de hormonas sexuales sobre crecimiento muscular.

Comparando los resultados de nuestro estudio con los realizados por CIRIA y GARCES (1996 citado por (Apolaya, 2009) se consideran similares, debido a que en nuestro caso se registra que los cerdos inmunocastrados presentan un espesor de grasa dorsal inferior al de los cerdos castrados quirúrgicamente, estos compararon tres tipos de animales en lo relativo al sexo, estos son: machos enteros, machos castrados y hembras, presentando diferencias importantes entre ellos, esto es en cuanto a consumo de alimento, velocidad de crecimiento, depósito de grasa y eficiencia de conversión de alimentos, entre otros. Estas características implican ventajas y desventajas al usar machos enteros.

4.1.3 Medición de testículos

Según Reyes S. (2002) La inmunoneutralización de GnRH, el factor liberador de las gonadotropinas, de origen hipotalámico y considerado el punto de partida en la respuesta reproductiva hormonal, bloquearía la secreción de la LH y FSH y por ende anticuerpos contra este decapeptido pueden influir sobre la fertilidad a través de los eventos gonadotróficos dependientes de estas hormonas. Diversos trabajos han demostrado que títulos positivos contra GnRH suprimirían la secreción de gonadotropinas y hormonas esteroidales, induciendo atrofia gonadal y detención de la gametogénesis. Así, los animales inmunizados contra GnRH antes de la pubertad permanecerían impúberes

Basándonos en lo expresado por Sánchez (s.f) en que la masa testicular está relacionada positivamente con una mayor capacidad de producción de espermatozoides, podemos expresar que por acción de la inmunoneutralización del GnRH y el bloqueo de la síntesis del LH y FSH, esto ha conllevado a efectos sobre la espermatogénesis y secreción de testosterona, lo cual produjo en los cerdos en estudio una diferencia estadísticamente significativa en el tamaño de los testículos en el ancho y largo.

Testículo derecho

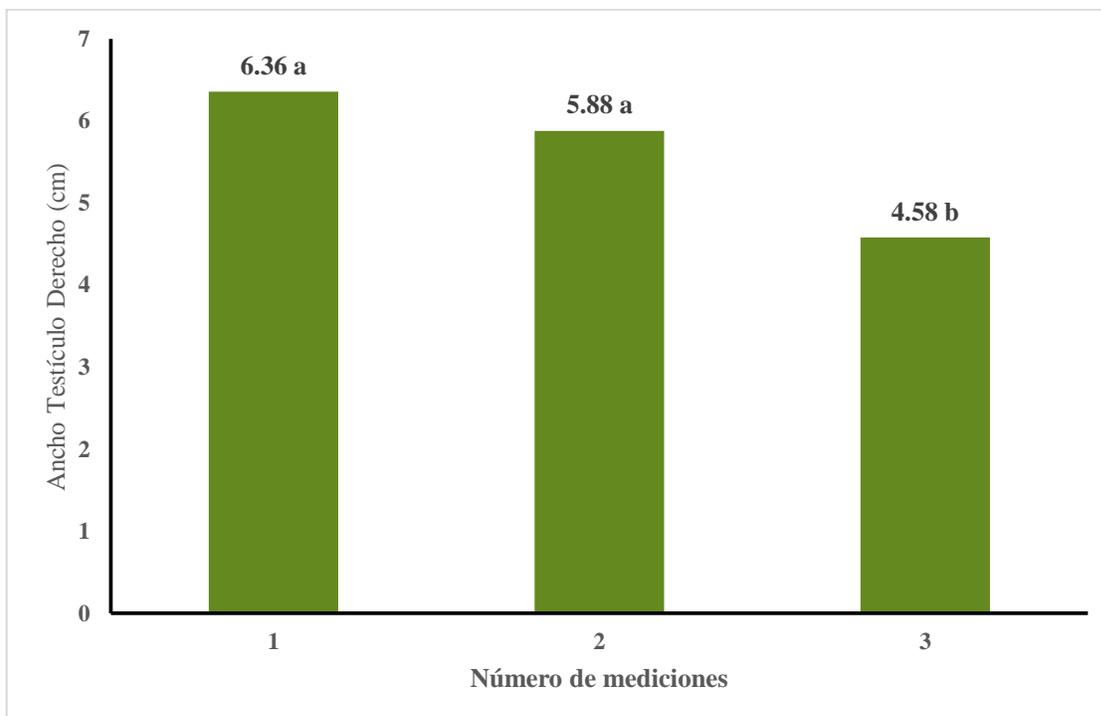


Gráfico 3. Comparación de medidas obtenidas del ancho del testículo derecho

El ancho del testículo derecho midieron 6.36, 5.88 y 4.58cm, se observó que entre la primera y segunda medida no existe una diferencia estadísticamente ($P= 0.503$) sin embargo si existe diferencia estadísticamente significativa entre la primera y última medida ($P= 0.053$)

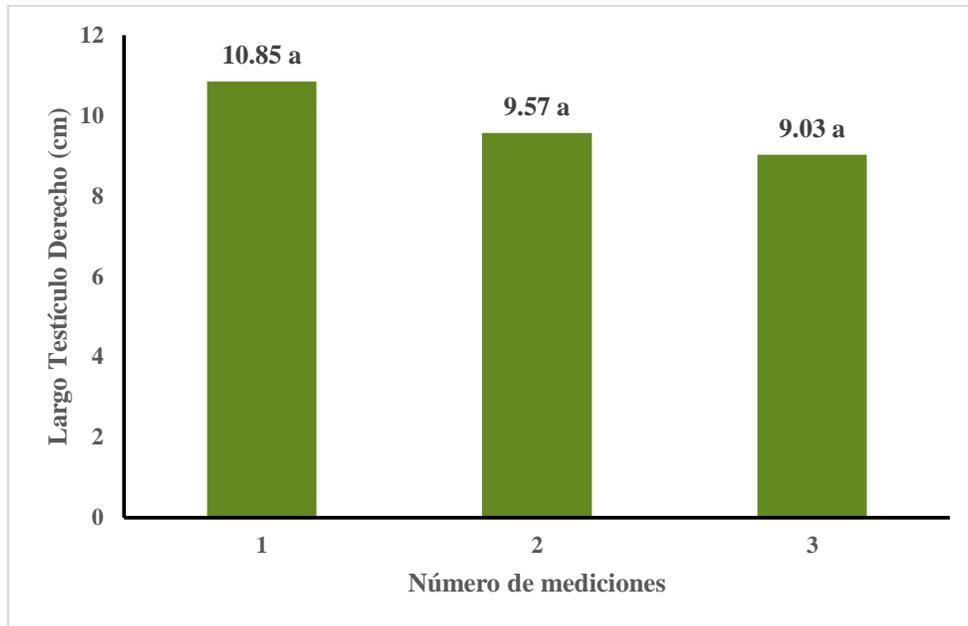


Gráfico 4. Comparación de medidas obtenidas del largo del testículo derecho

El largo del testículo midieron 10.85, 9.57 y 9.03cm, Se observa que en las tres mediciones que se realizaron hubo una reducción de tamaño pero no tienen diferencias estadísticas.

Testículo izquierdo

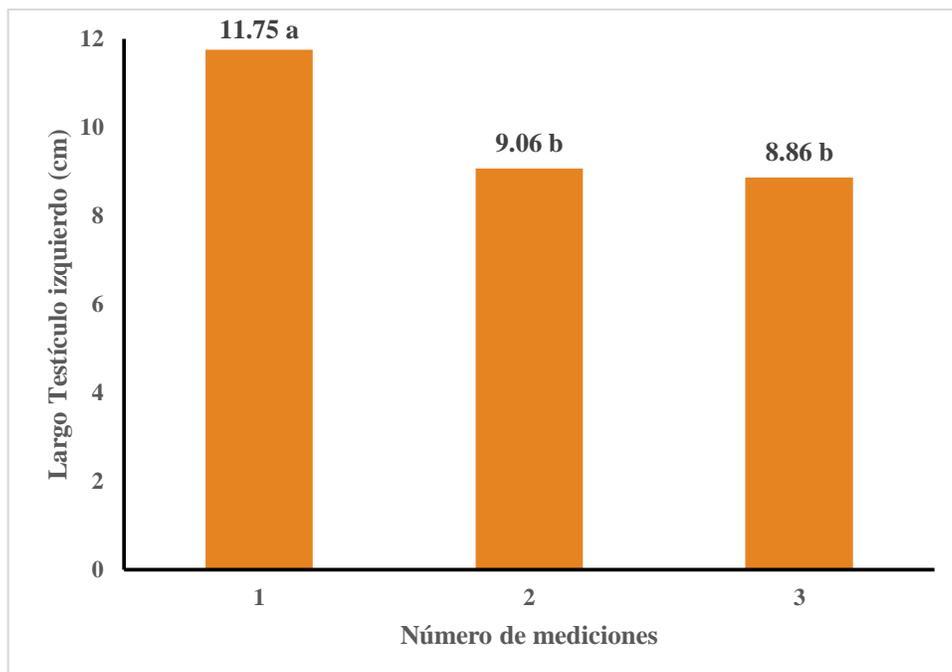


Gráfico 5. Comparación de medidas obtenidas del ancho del testículo izquierdo

El ancho del testículo izquierdo midieron, 6.25, 6.18 y 4.62 cm, observándose que entre la primera y segunda medida no existe una diferencia estadísticamente significativa ($P= 0.922$) sin embargo si existe diferencia estadísticamente significativa entre la primera y última medida ($P = 0.013$)

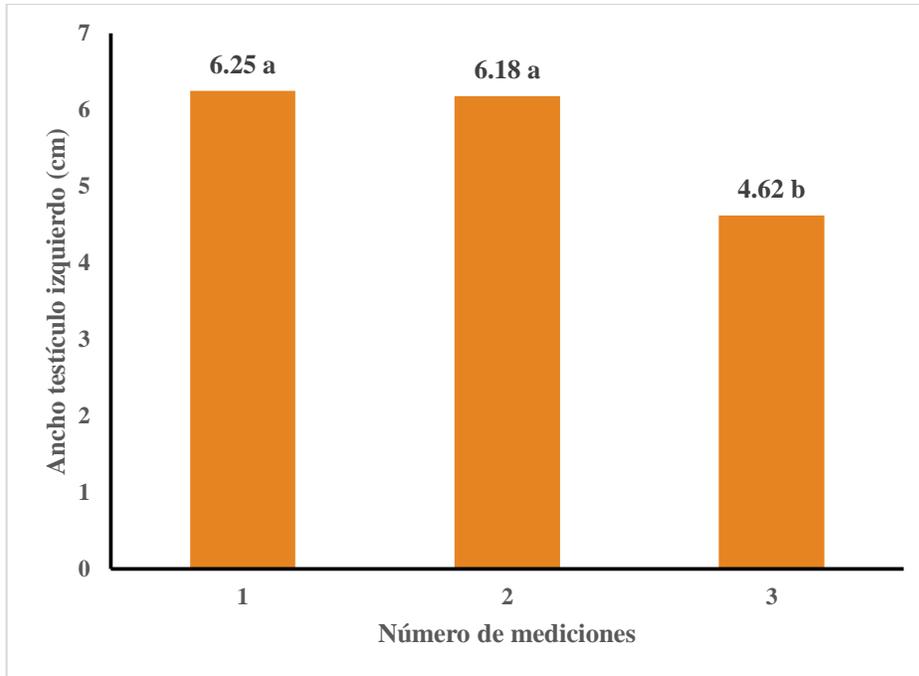


Gráfico 6. Comparación de medidas obtenidas del largo del testículo izquierdo

La medición en el largo testicular fue de 11.75, 9.06 y 8.86 cm ,Se observa la diferencia estadísticamente significativa entre la primera y segunda medida ($P= 0.020$), sin embargo no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la segunda y tercera medida ($P = 0.830$)

En la medición testicular realizada en el estudio se observó que en el testículo derecho hubo una disminución en el ancho estadísticamente significativa entre la primera y última medida tomada en matadero mientras que en el largo no existe una diferencia estadísticamente significativa; en el testículo izquierdo en ambas medidas hubo diferencias estadísticamente significativas en el ancho la diferencia fue entre la primera y última mientras que en el largo fue entre la primera y segunda medida.

Según Quezada, D. (2017) en su trabajo en la prueba de hipótesis los datos obtenidos para la variable volumen testicular en cm^2 , existe diferencia significativa entre los tratamientos de estudio; T1 con una media evolutiva de 71,74 cm^2 y T2 con 33,46 cm^2 , lo que indica que la inmunocastración empleada a temprana edad provoca una hipoplasia mucho más efectiva por debajo del 50%.

Estos resultados coinciden con lo expresado por Batorek (2012) al señalar que la inmunocastración resulta una regresión dramática para los testículos, esto ha demostrado en todos los estudios, a pesar de la alta heterogeneidad entre los estudios debido a la variación protocolos de vacunación, los efectos en los órganos reproductivos es mayor para la vacunación temprana que para la vacunación tardía. Barrera (2013), menciona que el porcentaje de atresia testicular para los cerdos inmunocastrados fue en su totalidad del 100%, que es similar a la reducción del tamaño normal del testículo.

4.2 Olor sexual en la carne de los cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados

El olor sexual ha sido descrito como el aroma similar al de orina, heces o sudor que puede percibirse al cocinar o comer la carne de porcino. Los estudios sensoriales indican que hasta el 75% de los consumidores son muy sensibles o moderadamente sensibles al olor sexual, lo que lo convierte en un problema de calidad cárnica que afecta al consumo (Zoetis, 2013)

El olor sexual es principalmente causado por dos compuestos presentes de manera natural en el cerdo macho la Androstenona y el Escatol.

La androstenona solo se produce en cerdos con tejido testicular activo. En un cerdo maduro sexualmente, las glándulas salivales absorben grandes cantidades de androstenona de la circulación, convirtiéndola en una feromona sexual que es liberada en la saliva durante el apareamiento. Una concentración de androstenona de 1 µg/g en el tejido es un umbral común de olor sexual perceptible aceptado internacionalmente (Mc Donald, 1991).

El escatol es un subproducto de la descomposición metabólica del triptófano, por microbios intestinales como parte de la conversión de los nutrientes a energía. Una concentración de 0.2 µg/g de escatol en la carne de cerdo, es un valor común aceptado internacionalmente como umbral sensorial.

Aunque el escatol se produce en hembras, verracos y cerdos castrados, la concentración de grasa es considerablemente mayor en cerdos machos. Este es el resultado de una tasa más lenta de eliminación de escatol por parte del hígado debida a los efectos de los esteroides sexuales masculinos en la función hepática. A diferencia de la androstenona, el escatol no es específico de los machos. Ambos son altamente solubles en la grasa, generando concentraciones potencialmente altas en la grasa subcutánea o intramuscular (Mc Donald, 1991).

Según INNOSURE, este fármaco estimula el sistema inmunitario del cerdo para producir anticuerpos específicos frente al GnRF. Esto inhibe temporalmente la función testicular y por tanto detiene la producción y acumulación de los componentes responsables del olor sexual. Al estimular la producción de anticuerpos específicos frente al GnRF, INNOSURE interrumpe la cadena de acontecimientos que conduce a la liberación en los testículos de testosterona y la androstenona, la concentración de escatol disminuye porque, gracias a la menor concentración de esteroides testiculares, el hígado lo puede metabolizar más eficazmente.

Con nuestro trabajo se pudo corroborar que durante la faena de los 31 cerdos se detectó a un cerdo sospechoso de olor, correspondiente al grupo de los cerdos inmunocastrados. La prueba de cocción realizada 24 horas después por el personal del IPSA dio positiva y se procedió a condenar la carne del cerdo.

Se realizó una prueba de Z para la diferencia de 2 proporciones, en esta se reflejó que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos

4.3 Costos y beneficio de la implementación de los dos tratamientos

Cuadro 2. Costos por tratamiento

Inmuno-castrados (tratamiento 1)		Castrados (tratamiento 2)	
Materiales	Costo total C\$	Materiales	Costo total C\$
INNOSURE	178.36	bisturí	3
jeringa aplicadora		mano de obra	0.58
mano de obra	0.06	jeringa desechable	4.5
		guantes de látex	5.2
		antibiótico	1.32
		Larviwell (cicatrizante)	3.27
sub total :	178.42	sub total:	17.87

El precio sub total de cada tratamiento corresponde a un cerdo de ambos grupos, en este se refleja una diferencia significativa de 160.55 córdobas a favor del tratamiento numero 2 (castrados quirúrgicamente) lo que demuestra que la castración quirúrgica es más económica en costos de aplicación, no obstante, se debe de tomar en cuenta las otras variables evaluadas en el presente trabajo.

Entre los beneficios del uso de la inmunocastración es el Aumento de peso vivo, considerando el peso vivo total, terminaron en el estudio con pesos muy similares, de 58.33kg en los inmunocastrados y 57.54 para los castrados quirúrgicamente con una diferencia de 0.79 kg a favor del grupo 1. Siendo de 1.74 en libras, el precio actual de la libra de cerdo en pie que es de 24 córdobas la diferencia económica es de 41.76 córdobas la cual no subsidia la diferencia en el costo de aplicación, por lo tanto, se concluye que el costo beneficio del producto inmuno-castrador no es rentable en las circunstancias del mercado actual.

Los resultados obtenidos de los valores del grosor de la grasa dorsal benefician al grupo número 1 con tratamiento de inmunocastración ya que obtuvieron valores de 0.355 cm menos en el espesor de grasa dorsal comparado al grupo número 2, demostrando que generan una carne más magra y de mejor calidad, teniendo la posibilidad de darle un valor superior a las demás, pero en este caso en específico no es así.

Aunque no se valoró el Bienestar Animal coincidimos con las reflexiones de Aráoz de Lamadrid, J. G (2016) que dentro de los diferentes aspectos que rodean a los sistemas de producción porcina actuales a nivel mundial, el Bienestar Animal se ha transformado en un tema de gran relevancia y muy discutido en los últimos años y que con el uso de la técnica de la inmunocastración mejora el manejo en los cerdos machos ofreciendo un producto con bondades en el trato hacia los animales, sin estrés, dolor, sangrado, cortes, sufrimiento y evitando la necesidad del uso de antibióticos en la carne.

Demostrando así que es una técnica que los productores puedan usar en un futuro para mejoramiento del manejo y ofertar un producto de mejor calidad exigiendo un mejor precio.

Según FAO (2012), el bienestar animal en el sector porcino no es una mera cuestión práctica para mejorar la salud de los animales y aumentar la productividad, es también una cuestión ética, ya que el bienestar de los cerdos es responsabilidad de los productores y demás partes involucradas en el sector. En éste sentido, en los países industrializados, el sector comercial de cerdos tiene que hacer frente a la presión creciente que ejercen los consumidores para que se abandonen las prácticas de producción no conformes con la concepción actual de bienestar animal. Más allá de esto, hay pruebas que demuestran que la adopción de buenas prácticas de bienestar animal por encima de los requisitos mínimos puede abrir oportunidades de comercialización para los productores comerciales, sobre todo en vista del creciente nivel de exigencia de los consumidores.

Debido a las limitaciones que presenta la castración quirúrgica respecto al bienestar animal y al menor desempeño zootécnico en ciertos parámetros productivos y calidad de canal con respecto a machos enteros, se ha trabajado en encontrar nuevas técnicas alternativas capaces de conseguir los mismos efectos sin tener la necesidad de aplicar el método de castración quirúrgica (Aráoz de Lamadrid, J. G. 2016).

V. CONCLUSIONES

Los análisis de resultados expuestos por el proceso de investigación nos permiten concluir que los cerdos inmunocastrados presentan parámetros más eficientes en conversión alimenticia y ganancia diaria de peso.

En la comparación de grasa dorsal hubo una diferencia significativa de 0.355 cm entre los dos resultados a favor de los inmunocastrados

La evaluación comparativa sobre la presencia de olor sexual en la carne de ambos grupos indican que no existe diferencia estadísticamente significativa debido a que, de las 31 canales que llegaron a la etapa final del estudio en matadero, solamente 1 presentó olor sexual en la canal siendo condenada.

En los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en los testículos se demostró que el producto ocasiona una disminución de tamaño en los mismos.

De acuerdo al análisis de costos por aplicación de tratamiento hay una diferencia de 160.55 córdobas entre el tratamiento número 1 y 2 siendo más costoso el número 1

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

VI. RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos en el trabajo se puede recomendar lo siguiente:

El producto de inmunocastración se puede utilizar sin restricciones de uso (tomando en cuenta las recomendaciones detalladas en el adjunto de este) debido a que presentan parámetros más eficientes en conversión alimenticia y ganancia diaria de peso y cumple con la función de protección evitando la presencia de olor sexual en la carne.

Se recomienda el uso de la inmunocastración para reducir el estrés, sufrimiento y dolor que provoca una castración quirúrgica.

Se recomienda realizar un estudio financiero para valorar la rentabilidad de la inmunocastración.

Para próximo estudio se recomienda realizar pesajes de la canal en frío, canal caliente, diferentes cortes y valorarlo financieramente para analizar rentabilidad

Se recomienda mejorar las técnicas de manejo zootécnico y sanitario para disminuir las situaciones de estrés que intervienen en los resultados de los parámetros productivos.

VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, A. D. (s.f.). *FISIOLOGIA DEL ESTRES*. Recuperado de https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=rbNL6LAAAAAJ&view_op=list_wors
- Apolaya, M. A. (2009). Porcinocultura. *ENGORMIX*.
- Aráoz de Lamadrid, J. G. (2016). Evaluación de la inmunocastración como herramienta para mejorar parámetros productivos en la producción porcina [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-inmunocastracion-herramienta.pdf> [Fecha de consulta: 31/03/19]
- Banco Central de Nicaragua. (9 de 4 de 2019). *Notas de Prensa*. Obtenido de Notas de Prensa: https://www.bcn.gob.ni/divulgacion_prensa/notas/2018/noticia.php?nota=874
- Bonneau, M. (1998). Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Sci* 1998; 49:257.
- Calvo, J. D. (2005). *Produccion Porcina*. San jose, C.R: EUNED.
- Castellanos, E. G. (2017). *Conversion alimenticia en la granja porcina*. mas porcicultura.
- Cardelino, G. E. (2013). *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* [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-indiceconversion-consumo.pdf>. 2 febrero 2019
- Charette, L.A. (1961). *The effect of sex and age of male at castration on growth and carcass quality of Yorkshire swine*. *Can J Anim Sci* 1961; 41:30-39.
- Cixart, S. N. (1992). NTP 355: *Fisiología del estres* . España.
- CIRIA, J. y GARCES, C. 1996. El cebo intensivo en ganado porcino. In: Buxadé, C. Zootecnia. Bases de producción animal, Tomo VI. Porcinicultura intensiva y extensiva. Madrid, España. Mundi-Prensa. 382 p.
- Corella, J. (2014) *.Efecto de la castración inmunológica en campo y en planta en dos explotaciones comerciales de Centroamérica*. San José, Costa Rica, Zoetis. 2-3 p. Informe técnico n.01.

- Diestre, A. (1991). Producción de carne de cerdo utilizando machos enteros. *Cárnica* 2000-1991. Julio-Agosto:57.
- EFSA (2004). *The EFSA Journal* 91, 1-18
- Ewel Salazar, L. B. (2017). Métodos para medición de grasa en canales de cerdo. *TECNOLOGIA en marcha*, 39.
- EcuRed*. (9 de 4 de 2019). Recuperado de EcuRed: [https://www.ecured.cu/Mateare_\(Nicaragua\)](https://www.ecured.cu/Mateare_(Nicaragua))
- FAO. (2012). Cerdos y el bienestar animal. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AH_welfare.html
- Fábrega, S. C. (2009). Resultados de diversas alternativas a la castración quirúrgica de cerdos. *SUIS*, 59.
- Fouler, V.R., Mc William, T., Artken, R. (1981). Voluntary feed intake of boars, castrates and gilts given diets of different nutrient density. *Anim Prod* 1981; 32:357.
- Gadea, J. (2005). Evaluación de la capacidad fecundante de los espermatozoides porcinos mediante fecundación in vivo. *Tesis doctoral*. Murcia, España: Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.
- Gallegos, R.; Alarcón, A.; García, I.; Gamboa, J.; Santellano, E.(2015). Comportamiento productivo, y características de los órganos reproductivos y de la canal de cerdos inmunocastrados. *INTERCIENCIA*. vol. 40 n° 11
- García Bellido, R., & González Such, J. y. (2010). *innovaMIDE*. Obtenido de *innovaMIDE*: https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0701b.pdf
- Gómez, J. S. (2009). *calidad de la carne de cerdo*. Obtenido de *calidad de la carne de cerdo*: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-carne_porcina/118-carne.pdf
- Hafes, A. (2002). Ciclo estral de las hembras mamíferas. En *Fisiología de la Reproducción* (pág. 25). México: Acribia.
- Harding, J. (1993). The risks and benefits of feeding intact male swine in the United States and Canada. *Swi Health Prod*1993; 1:11-18.
- INNOSURE. (s.f.). Vacuna que actúa en el sistema inmunitario del cerdo. *INNOSURE*.

- Martínez, N., & Soza, J. (2011). *Evaluación de la eficiencia de inmunocastración (Improvac) en machos porcinos y su impacto en la calidad de la carne*. Universidad Nacional Agraria, Facultad de ciencia animal. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1438/1/tnl01m385i.pdf>
- Mc Donald, L. 1991. *Endocrinología veterinaria y reproducción 4a ed.* México: Interamericana, pp. 294-344.
- Newell, J.A., Bowland, J.P. (1972). Performance, carcass composition and fat of boars, gilts and barrows fed two levels of protein. *Can J Anim Sci* 1972; 52:543-551.
- Nicholls, L.L., Price, M.M. (1987). Comparison of boars and barrows for meat quality characteristics and steroidal concentrations at four slaughter weights. In: 66th. Feeders' Day Report. Agriculture and Forestry Bulletin Special Issue. University of Alberta, Edmonton, 1987.
- Padilla Sol, P. 2015. *Determinación de la ganancia de peso y beneficios económicos mediante el uso de una vacuna inmunoesterilizadora como método alternativo en comparación al método de la castración quirúrgica en cerdos*. Tesis MVZ. San Salvador, El Salvador, USAM. 33-54 p.
- Reyes, G. (2017). Determinación de parámetros productivos y económicos en cerdos castrados e inmunocastrados, municipio de Ilobasco, Departamento de Cabañas, El Salvador. [en línea]. Trabajo Final para optar al título de licenciatura en medicina veterinaria. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad del Salvador. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14821/1/13101643.pdf>. 2 febrero 2019
- Reyes S., M. (2002). Métodos inmunológicos en la regulación de la reproducción de los animales. *TecnoVet*, 8(1). Recuperado de <https://tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/view/10506/10560>
- Sánchez Rodríguez M. (s/f) Producción animal e higiene veterinaria http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_17_26_tema_42.pdf
- Verdezoto Carrera, MA. (2009) .Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados (en línea). Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. Consultado 10 mar. 2015. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/400/1/T2856.pdf>
- zoetis. (15 de 10 de 2018). *improvac*. Obtenido de improvac : <http://www.improvac.com/gt/informaci%C3%B3n-t%C3%A9cnica.aspx>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Registros de MiniTab

Analisis de PV

General Linear Model: semana 1 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	0.8	0.8	0.8	0.01	0.937
Error	47	6197.3	6197.3	131.9		
Total	48	6198.2				

Least Squares Means for semana 1

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	26.85	2.394
2	26.96	2.252

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
2	26	59.3	A
1	23	59.1	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 2 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	8.5	8.5	8.5	0.05	0.821
Error	47	7699.7	7699.7	163.8		
Total	48	7708.2				

Least Squares Means for semana 2

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	30.58	2.669
2	30.20	2.510

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	23	67.3	A
2	26	66.5	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 3 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Tratamiento fixed 2 1; 2

Analysis of Variance for semana 3, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	20.8	20.8	20.8	0.05	0.825
Error	43	17993.8	17993.8	418.5		
Total	44	18014.6				

Least Squares Means for semana 3

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	41.30	4.464
2	40.68	4.176

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	21	90.9	A
2	24	89.5	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 4 versus Tratamiento

Factor Type Levels Values
Tratamiento fixed 2 1; 2

Analysis of Variance for semana 4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	83.4	83.4	83.4	0.12	0.726
Error	41	27461.6	27461.6	669.8		
Total	42	27545.1				

Least Squares Means for semana 4

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	46.03	5.937
2	44.75	5.283

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	19	101.3	A
2	24	98.5	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 5 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 5, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	49.1	49.1	49.1	0.06	0.815
Error	39	34520.5	34520.5	885.1		
Total	40	34569.6				

Least Squares Means for semana 5

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	51.09	6.825
2	50.09	6.343

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	19	112.4	A
2	22	110.2	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 6 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 6, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	251	251	251	0.25	0.620
Error	39	39137	39137	1004		
Total	40	39388				

Least Squares Means for semana 6

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	56.86	7.267
2	54.59	6.754

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	19	125.1	A
2	22	120.1	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 7 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 7, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	1173	1173	1173	1.02	0.319
Error	38	43675	43675	1149		
Total	39	44847				

Least Squares Means for semana 7

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	65.27	7.991
2	60.32	7.228

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	18	143.6	A
2	22	132.7	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 8 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 8, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	1587	1587	1587	1.10	0.302
Error	36	52125	52125	1448		
Total	37	53712				

Least Squares Means for semana 8

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	69.64	9.229
2	63.73	8.304

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	17	153.2	A
2	21	140.2	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 9 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 9, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	150	150	150	0.12	0.732
Error	32	40170	40170	1255		
Total	33	40320				

Least Squares Means for semana 9

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	70.73	9.148
2	68.82	8.128

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	15	155.6	A
2	19	151.4	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 10 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 10, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	70	70	70	0.05	0.829
Error	30	44598	44598	1487		
Total	31	44669				

Least Squares Means for semana 10

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	75.14	9.955
2	73.77	9.351

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	15	165.3	A
2	17	162.3	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 11 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 11, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	63	63	63	0.05	0.830
Error	27	36099	36099	1337		
Total	28	36162				

Least Squares Means for semana 11

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	76.86	10.141
2	80.23	9.141

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
2	16	176.5	A
1	13	173.5	A

Means that do not share a letter are significantly different.

General Linear Model: semana 12 versus Tratamiento

Factor	Type	Levels	Values
Tratamiento	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for semana 12, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tratamiento	1	16	16	16	0.01	0.912
Error	26	34383	34383	1322		
Total	27	34399				

Least Squares Means for semana 12

Tratamiento	Mean	SE Mean
1	85.18	10.498
2	84.50	9.091

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Tratamiento	N	Mean	Grouping
1	12	187.4	A
2	16	185.9	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Analisis de grasa dorsal

Descriptive Statistics: grasa dorsal 1

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
grasa dorsal 1	14	0.631	0.711	0.040	2.130

Descriptive Statistics: Grasa dorsal 2

Variable	Total Count	Mean	StDev	Minimum	Maximum
Grasa dorsal 2	17	0.986	0.161	0.665	2.000

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	14	0.631	0.711	0.051
2	17	0.986	0.665	0.039

Difference = μ (1) - μ (2)

Estimate for difference: -0.3550

95% CI for difference: (-0.4866; -0.2234)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -5.55 **P-Value = 0.000** DF = 25

Ancho Testículo izquierdo

Descriptive Statistics: S12 ATI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S12 ATI	16	6.250	0.512	2.049	3.500	10.000

Descriptive Statistics: S13 ATI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S13 ATI	17	6.176	0.542	2.236	3.000	10.000

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	16	6.25	2.05	0.51
2	17	6.18	2.24	0.54

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.074

95% CI for difference: (-1.450; 1.598)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.10 **P-Value = 0.922** DF = 30

Descriptive Statistics: S12 ATI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S12 ATI	16	6.250	0.512	2.049	3.500	10.000

Descriptive Statistics: MAT ATI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
MAT ATI	14	4.616	0.331	1.238	2.590	6.430

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	16	6.25	2.05	0.51
2	14	4.62	1.24	0.33

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 1.634

95% CI for difference: (0.378; 2.890)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.68 **P-Value = 0.013** DF = 25

Largo Testículo Izquierdo

Descriptive Statistics: S12 LTI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S12 LTI	16	11.750	0.776	3.104	8.000	17.000

Descriptive Statistics: S13 LTI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S13 LTI	17	9.059	0.769	3.172	4.000	15.000

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	16	11.75	3.10	0.78
2	17	9.06	3.17	0.77

Difference = μ (1) - μ (2)

Estimate for difference: 2.69

95% CI for difference: (0.46; 4.92)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.46 **P-Value = 0.020** DF = 30

Descriptive Statistics: S13 LTI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S13 LTI	17	9.059	0.769	3.172	4.000	15.000

Descriptive Statistics: MAT LTI

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
MAT LTI	14	8.858	0.521	1.950	5.670	12.550

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	17	9.06	3.17	0.77
2	14	8.86	1.95	0.52

Difference = μ (1) - μ (2)

Estimate for difference: 0.201

95% CI for difference: (-1.706; 2.108)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.22 **P-Value = 0.830** DF = 27

Ancho Testículo Derecho

Descriptive Statistics: S12 ATD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S12 ATD	14	6.357	0.541	2.023	3.000	11.000

Descriptive Statistics: S13 ATD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S13 ATD	13	5.885	0.435	1.570	3.500	9.000

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	14	6.36	2.02	0.54
2	13	5.88	1.57	0.44

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.472

95% CI for difference: (-0.961; 1.905)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0.68 **P-Value = 0.503** DF = 24

Descriptive Statistics: S12 ATD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S12 ATD	14	6.357	0.541	2.023	3.000	11.000

Descriptive Statistics: MAT ATD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
MAT ATD	10	4.575	0.464	1.469	2.580	6.800

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	14	6.36	2.02	0.54
2	10	4.58	1.47	0.46

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 1.782

95% CI for difference: (0.300; 3.264)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.50 **P-Value = 0.021** DF = 21

Ancho Testiculo Derecho

Descriptive Statistics: S13 ATD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S13 ATD	13	5.885	0.435	1.570	3.500	9.000

Descriptive Statistics: MAT ATD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
MAT ATD	10	4.575	0.464	1.469	2.580	6.800

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	13	5.88	1.57	0.44
2	10	4.58	1.47	0.46

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 1.310

95% CI for difference: (-0.018; 2.638)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.06 **P-Value = 0.053** DF = 20

Largo Testículo Derecho

Descriptive Statistics: S12 LTD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S12 LTD	13	10.846	0.807	2.911	6.500	15.500

Descriptive Statistics: S13 LTD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S13 LTD	14	9.571	0.837	3.131	5.000	16.000

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	13	10.85	2.91	0.81
2	14	9.57	3.13	0.84

Difference = μ (1) - μ (2)

Estimate for difference: 1.28

95% CI for difference: (-1.12; 3.67)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.10 **P-Value = 0.284** DF = 24

Descriptive Statistics: S12 LTD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
S12 LTD	13	10.846	0.807	2.911	6.500	15.500

Descriptive Statistics: MAT LTD

Variable	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
MAT LTD	10	9.028	0.686	2.169	5.640	11.700

Two-Sample T-Test and CI

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	13	10.85	2.91	0.81
2	10	9.03	2.17	0.69

Difference = μ (1) - μ (2)

Estimate for difference: 1.82

95% CI for difference: (-0.39; 4.03)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.72 **P-Value = 0.102** DF = 20

Anexo 2. Formatos de recolección de datos

INMUNOCASTRADOS GRUPO:1

CERDO/ N°CHAPA										
1.CHAPA 1										
2.CHAPA 6										
4.CHAPA 12										
5.CHAPA 5										
6. CHAPA 2										
7.CHAPA 8										
9.CHAPA 7										
11.CHAPA 14										
12.CHAPA 19										
13.CHAPA 4										
14.CHAPA 20										
15.CHAPA 11										
16.CHAPA 16										
17.CHAPA 17										
18.CHAPA VIEJA										
19.CHAPA 9										
20.CHAPA 10										
21.CHAPA 21										
22.CHAPA 13										
23.CHAPA 18										
24.CHAPA 24										

CASTRADOS TRADICIONALMETE GRUPO:2

CERDO/N° CHA PA				
1.CHAPA 10				
2.CHAPA 21				
3.CHAPA 15				
4.CHAPA 24				
5.CHAPA 23				
6. CHAPA 4				
7.CHAPA 19				
8.CHAPA 16				
9.CHAPA 20				
10.CHAPA 2				
11.CHAPA 7				
12.CHAPA 22				
13.CHAPA 1				
14.CHAPA 3				
16.CHAPA 25				
17.CHAPA 9				
18. CHAPA 13				
19.CHAPA 5				
20.CHAPA 6				
21.CHAPA 11				
22.CHAPA 14				
23.CHAPA 18				
24 CHAPA 12				
26.CHAPA 17				