

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



Efecto de la inmunocastración con “Improvac” o “Valora” sobre el crecimiento y mortandad de cerdos en el trópico de México

Por:

LINA ESTRELLA MORGADO CRUZ

Tesis

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL

Efecto de la inmunocastración con "Improvac[®]" o "Valora[®]" sobre el
crecimiento y mortandad de cerdos en el trópico de México

POR:

LINA ESTRELLA MORGADO CRUZ

TESIS

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTENISTA

Aprobada por:



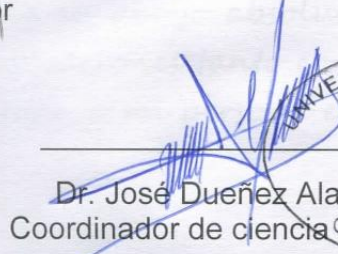
Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Director



Dr. José Eduardo García Martínez
Asesor



Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque
Asesor



Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de ciencia animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Agosto de 2020

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Eusebio Morgado Hernández y Sra. Emma Cruz Pérez por ser modelo de principios y disciplina. Por inculcarme que todo es posible con esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos:

Cristian, por abrirme la puerta de las oportunidades. Susy, por decirme “puedes con esto y más” y estimularme siempre. Noé, admiro el amor y respeto que siempre me brindas, por confiar y creer en mí.

Son el mejor ejemplo, sin su compañía y amor incondicional nada sería posible.

A mi novio:

William, por esta vida y las que vienen, inspirarme, alentarme, sumado su apoyo absoluto aun en la distancia, dar alas a mis aspiraciones tanto como yo y aligerar el paso de los años con amor, a mi persona especial.

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por permitirme vivir.

A mi gloriosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mi casa de estudios, porque me ha dado la oportunidad de crecer profesional y personalmente, fue un hogar, conocí amigos y me abrió la puerta al mundo del saber.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque. Por darme la oportunidad de trabajar a su lado y por su buena disposición para consultarlo, por ser un apasionado del saber y contagiarme su ímpetu, seguiré la huella de sus pasos.

Al Dr. Ricardo Vásquez Aldape. Por ser como un mentor durante este proceso, compartir sus conocimientos y pasión por esta labor. Gran parte de mi formación se debe a sus enseñanzas. Siempre será mi ejemplo.

Al M.C. Luis Pérez Romero. Por animarme, confiar en mí y por sus palabras de aliento, ha sido un motor de motivación durante mi formación. Es un maestro extraordinario.

Al Dr. José Dueñez Alanís. Por ser un maestro ejemplar, brindarme su apoyo incondicional, por su solidaridad y empatía con todos mis compañeros, por sus consejos, por impulsarnos a convivir y alcanzar nuestras metas.

A la M.C. Marco Luna Reyes. Por su apoyo constante y asesorías durante este proceso, por su solidaridad, empatía y colaboración. Coincidimos en búsqueda de la verdad por la ciencia.

Al Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque. Por su participación y colaboración.

Al Dr. Eduardo García. Por compartir sus experiencias e inculcarnos un carácter firme y seguro en esta etapa, sus palabras resonaran en el futuro.

A mis amigas (os). Erika Ávila, Ana Ríos, Perla De la Cruz, Marcos Juan Luna Reyes, Rubén Tacuba, Jesús Landeros, Evalinda Rivera, Cristian Rocha, Rafael Condado de Jesús, Brandon Gamboa, Eric, Juan Bernardo y Carlos Montes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
Abstract	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Descripción del Sitio de Estudio	16
Manejo de los animales	16
Aplicación de vacunas contra GnRH	17
Análisis estadístico	18
RESULTADOS	19
DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIÓN.....	24
LITERATURA CITADA.....	25

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Programa de aplicación de productos comerciales para la inmunocastración de los lechones.....	18
Cuadro 2. Comportamiento productivo de lechones tratados con inmunocastración.....	19

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. La mortalidad fue baja y no existió diferencia entre tratamientos para esta variable.....	20
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

RESUMEN

En México se castran aproximadamente 20 millones de lechones cada año motivo por la cual en este estudio, se realizó la evaluación del efecto de la inmunocastración sobre ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad en cerdos en etapa de crecimiento en climas subhúmedos de México. En febrero de 2018, se aplicaron tratamientos con dos productos comerciales para inmunocastrar cerdos de 71 días de edad, en una granja comercial, ubicada en Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas. La unidad experimental fue el corral de los lechones (n=10 por tratamiento) y cada corral tenía 42 lechones. Se administró la primera dosis correspondiente contra GnRH y 35 días después la segunda dosis de ambos productos comerciales, en los grupos correspondientes. Se realizó un análisis de varianza para comparar los cambios de peso de los cerdos que recibieron las vacunas con 95% de confianza, el grupo de cerdos vacunados con Improvac tuvieron una ganancia de peso de 731 g, mientras que el grupo que se le aplicó la vacuna con Valora resultó con una ganancia de peso diaria de 761 g. Lo que corresponde a conversión alimenticia, los cerdos vacunados con Improvac resultaron con 2.26 kg, mientras que los cerdos vacunados con Valora resultaron con 2.40 kg de alimento consumido. Por lo que se refiere a mortalidad los cerdos vacunados con Improvac alcanzaron 1.2%, mientras que los cerdos vacunados con Valora alcanzaron 1.9%.

Palabras Clave: Inmunocastración, cerdos, Improvac, Valora, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad

Abstract

In Mexico, approximately 20 million piglets are castrated each year, which is why in this study, the effect of immunocastration on weight gain, feed conversion and mortality in growing pigs in subhumid climates of Mexico was carried out. In February 2018, treatments with two commercial products were applied to immunocastrate 71-day-old pigs, in a commercial farm, located in Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas. The experimental unit was the piglet pen (n = 10 per treatment) and each pen had 42 piglets. The first corresponding dose was administered against GnRH and 35 days after the second dose of both commercial products, in the corresponding groups. An analysis of variance was performed to compare the weight changes of the pigs that received the vaccines with 95% confidence, the group of pigs vaccinated with Improvac had a weight gain of 731 g, while the group that received the Vaccine with Valora resulted in a daily weight gain of 761 g. Which corresponds to feed conversion, the pigs vaccinated with Improvac resulted with 2.26 kg, while the pigs vaccinated with Valora resulted with 2.40 kg of consumed feed. Regarding mortality, pigs vaccinated with Improvac reached 1.2%, while pigs vaccinated with Valora reached 1.9%.

Key Words: Immunocastration, pigs, Improvac, Valora, weight gain, feed conversion, mortality

INTRODUCCIÓN

En el sureste de México, lo que corresponde específicamente a la región Valles Zoque, en el municipio de Ocozucuaula de Espinoza, Chiapas, existen antecedentes de que la producción porcina de traspatio prevalecía mayormente en la región.

En algunas comunidades, los cerdos se encuentran en 70% de los hogares (Rodríguez *et al.*, 2007), y el objetivo de la cría de los porcinos locales es la engorda para su comercialización en momentos de urgencia monetaria, lo que amortigua riesgos e incrementa la sustentabilidad de las familias.

En la actualidad, la crianza de lechones en sistemas semi-intensivos es importante para alcanzar la etapa de engorda a determinado tiempo y así poder abastecer la demanda de carne de cerdo regional y nacional. Durante la última década la producción nacional de carne de cerdo ha presentado un continuo crecimiento, especialmente a partir de 2011, y la perspectiva es favorable para continuar con la tendencia de crecimiento en los próximos años. En 2017 la producción alcanzó un nivel de 1.4 millones de toneladas de carne de canal y durante el periodo de 2007 al 2017, este producto obtuvo un crecimiento promedio anual de 2.3%. Se prevé que la producción nacional durante 2018 se ubique por encima de 1.5 millones de toneladas, CEDRSSA (2018).

Se llama castración al hecho de extirpar los testículos a los machos (Scarborough, 1965). Aproximadamente 600 millones de lechones en el mundo son castrados quirúrgicamente y de estos, 4.5 millones mueren por complicaciones derivadas de la castración, esto significa que en México se castran aproximadamente

20 millones de lechones cada año. Normalmente, en la mayoría de las granjas porcinas, los lechones se castran quirúrgicamente sin el uso de analgesia o anestesia (Vela Girón, 2012)

La castración quirúrgica de los lechones machos es la práctica más común para evitar la contaminación de la carne del cerdo. Sin embargo, la castración quirúrgica no solo afecta negativamente la salud y el bienestar de los animales, sino también provoca inconvenientes en la productividad y, por lo tanto, se ha propuesto su prohibición en la Unión Europea (UE) de 2018 en adelante (Zamaratskaia *et al.*, 2008; Briyne *et al.*, 2016). Sin embargo, para poder detener la castración, se requieren métodos alternativos para minimizar el riesgo de contaminación de la carne de cerdo. Idealmente, estos métodos deben ser respetuoso con los animales, económicamente eficiente y conducir a la producción de carne de cerdo de alta calidad y productos nutritivos. Entre las alternativas existentes a la castración quirúrgica está la llamada inmunocastración, una inmunización activa contra la hormona liberadora de gonadotropinas.

En consecuencia, la inmunización activa contra GnRH (también llamada inmunocastración) se ha desarrollado como una alternativa amigable con los animales a la castración quirúrgica (Briyne *et al.*, 2016). Una revisión de literatura de Batorek *et al.* (2012) ha demostrado la efectividad de la inmunocastración en la eliminación de androsterona y eskatole en verracos, y no hay duda que la prevención de la acumulación de androsterona en el tejido adiposo por la inmunocastración se realiza principalmente mediante la detención de la biosíntesis de androstenona testicular (Batorek *et al.*, 2012)

Objetivo

El presente estudio se realizó con el objetivo de comparar dos productos comerciales utilizados en México para la inmunocastración de cerdos sobre la conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y mortalidad en cerdos durante la etapa de crecimiento en una zona tropical de México.

Hipótesis

No existe diferencia en el crecimiento, eficiencia alimenticia ni mortalidad de lechones inmunocastrados con “Improvac” o “Valora”.

REVISIÓN DE LITERATURA

La inmunocastración impide la síntesis de esteroides sexuales, incluida la producción de androstenona, junto con una reducción del tamaño de los órganos reproductivos, el número de espermatozoides y el comportamiento agresivo (Dunshea *et al.*, 2001; Cronin *et al.*, 2003). Los niveles de eskatole también se reducen por inmunocastración (Metz *et al.*, 2002). El principio de inmunocastración se basa en el bloqueo inmunológico de la señal de GnRH, lo que disminuye la secreción de la hormona luteinizante (LH) y la hormona estimuladora del folículo (FSH) y los esteroides testiculares.

Según;(Fonti-Furnols *et al.*, 2012) señala en experimentos a pequeña y gran escala de las razones por las cuales algunos cerdos no responden a la vacuna aún no se han explicado suficientemente, pero pueden atribuirse al mal estado de salud, desnutrición del cerdo o el hecho de que algunos cerdos simplemente se pierden en la vacunación física en sistemas de cría grupal. Esto aboga por el desarrollo de buenas herramientas para evaluar la efectividad de la inmunocastración, por ejemplo en la línea de sacrificio, donde se puede observar el tamaño de los testículos.

Daza *et al.* (2016) observaron que un total de 48 cerdos Duroc x (Landrace x Large White), 24 machos y 24 hembras, con 85 ± 3 días de edad se utilizaron para estudiar el efecto del sexo y de la inmunocastración sobre el rendimiento de crecimiento, calidad de la canal y cualidades de la carne. Hubo 4 tratamientos experimentales; machos castrados quirúrgicamente (SCM), machos inmunocastrados (ICM), hembras enteras (EF) y las hembras inmunocastradas (ICF). La castración quirúrgica se había llevado a cabo en 12 machos cuando tenían 5 ± 3 días de edad. La inmunocastración consistió en dos vacunaciones con IMPROVAC, en 12 verracos y en 12 cerdas jóvenes, al comienzo del ensayo y 28 días posteriores (45.4 y 70.6 kg de peso corporal como promedio, respectivamente). Los cerdos fueron destinados para la elaboración de jamón curado seco; por lo tanto, se requirió de un peso corporal de 126 kg y 167 días de edad como promedio y un mínimo de profundidad de grasa de la canal de 20 mm. Durante el período global (0 – 82 días),

SCM fueron menos eficientes convirtiendo el alimento en ganancia de peso, que el resto de los tratamientos. Al sacrificio, ICM fueron más pesados que el SCM y ICF, con EF siendo intermedio y ICF fueron más gordos, tanto en la décima costilla como a nivel del glúteo medio, que EF con machos (SCM y ICM) en una posición intermedia. Como consecuencia de ello, EF presentaron las canales más magras y 25% de ellas fueron rechazadas por falta de gordura vs 0% en los otros tratamientos. La carne de cerdo de ICF fue más roja (a * superior) que la de ICM y la carne de SCM mostró un color más intenso (mayor C *) y tendieron a tener menor nivel de oximioglobina y metmioglobina que la de EF. El contenido de grasa intramuscular no se vio afectado por los tratamientos. La inmunocastración de machos o hembras tuvo limitado influencia en los principales ácidos grasos de la grasa intramuscular o subcutánea. Estos investigadores concluyeron que la inmunocastración puede ser efectiva en los cerdos destinados a la elaboración de jamón curado seco porque en los machos mejoró la proporción de conversión del alimento sin afectar la calidad de la canal o la carne, en comparación con la castración quirúrgica, y en las cerdas jóvenes aumentó el espesor de la grasa dorsal de la canal reduciendo a 0% los rechazos en el rastro por falta de gordura.

Los objetivos de un estudio de Andronie *et al.* (2016) fueron ver los efectos de inmunocastración sobre el comportamiento productivo en cerdos híbridos PIC. Los animales incluidos en el estudio fueron los cerdos de engorde PIC, en dos grupos: un lote (n: 485) de cerdos castrados quirúrgicamente, y el lote B (n: 604) de cerdos inmunocastrados. El manejo de engorda fue idéntica para todos los cerdos incluidos en este estudio. La inmunización de los cerdos se realizó utilizando IMPROVAC®. Los resultados obtenidos mostraron que el lote A registró una ganancia de peso media diaria de 785 g, mientras que la pérdida debido a la mortalidad fue de 2.82%. En el caso del lote B, el aumento de peso promedio diario fue de 834 g (49 g más alto que en el lote A), mientras que la pérdida debido a la mortalidad fue de 2.59% (0.23% menor que en el lote A). La inmunocastración de cerdos resultó un método aceptable en cuanto a las normas de bienestar animal se refiere, reduciendo el estrés generado por la castración quirúrgica. En este estudio en particular. El

rendimiento productivo en cerdos inmunocastrados fue mejor en comparación con el de cerdos castrados quirúrgicamente.

Panuwat Yamsakul *et al.* (2017) llevaron a cabo un estudio donde investigaron los efectos de la vacuna de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en el crecimiento de cerdos, calidad de la canal y las percepciones sensoriales de la carne de cerdo por los consumidores tailandeses. Cerdos machos cruzados (n =30) fueron separados en tres grupos de 10 cerdos cada uno: verracos, cerdos inmunocastrados y cerdos castrados quirúrgicamente. El grupo de inmunocastrados se inmunizó a los 13 y 19 semanas de edad con la vacuna contra GnRH. Todos los cerdos fueron sacrificados a las 24 semanas de edad. Las muestras de sangre se recogieron y se determinó el tamaño de los testículos. El peso de los testículos y el espesor de la grasa dorsal se registraron al momento del sacrificio, y se recogieron muestras de carne para la evaluación sensorial por los consumidores. Los niveles de testosterona y la concentración de progesterona disminuyeron significativamente dos semanas después de la segunda dosis de GnRH, y el título de anticuerpos contra GnRH de los cerdos inmunocastrados fue significativamente más alta dos semanas después de la segunda dosis de GnRH. La vacuna contra GnRH redujo significativamente el peso y el tamaño de los testículos. Los consumidores no detectaron diferencias en el olor o el sabor de la carne entre las muestras de los tres grupos. Estos autores concluyeron que la inmunocastración mejoró el crecimiento, eliminó la necesidad de una cirugía de castración, y evitó “olor a verraco” en la carne.

Aluwé *et al.* (2014) Indicaron que los lechones machos son castrados para reducir el olor sexual y también para reducir el comportamiento agresivo y sexual. Sin embargo, el procedimiento de castración realizado tradicionalmente es doloroso y afecta negativamente al rendimiento. Estos autores investigaron la aplicación práctica de las siguientes cinco alternativas que se pueden implementar en el corto plazo: la castración quirúrgica (1) sin alivio del dolor (CONT, grupo de control), (2) con analgesia (MET, Metacam, 0,2 ml, 10 a 15 min antes de la castración), (3) con anestesia general (CO₂, inhalación, 100% CO₂, 25 s, 3l/min), (4) la vacunación

contra GnRH (IM, dos inyecciones con IMPROVAC) y (5) la producción de machos con testículos (EM). El estudio consistió en los dos ensayos: (1) un ensayo en una granja experimental con 18 animales/tratamiento y (2) un gran ensayo de campo en 20 granjas con ~ 120 cerdos machos/granja por tratamiento y todos los tratamientos realizados en cada granja. Los resultados de crecimiento, así como los datos sobre características de la canal, el olor sexual y el desarrollo de los testículos y el peso se colectaron en ambos estudios. Ni la castración ni la administración de analgesia o anestesia tuvieron un efecto sobre la ganancia diaria de peso de los lechones en la sala de maternidad. Los registros de los granjeros indicaron la mortalidad en el área de maternidad (1.1%), corrales de crianza (1.8%) y corral de engorda (2.2%) no fue influenciado por analgesia (MET) o anestesia (CO₂) comparado con machos con testículos, inmunocastrados o castración quirúrgica. No se encontraron diferencias significativas para ganancia diaria de peso ni en la edad de sacrificio. Inmunocastrados y machos con testículos tuvieron una mejor conversión alimenticia en comparación con los grupos de machos castrados (CONT, MET y CO₂). El porcentaje de carne magra fue mayor para EM en comparación con los cerdos, e intermedio para IM. El rendimiento de la canal fue más bajo para IM. El olor sexual fue eliminado en cerdos e IM en comparación con EM. La prevalencia media de fuerte olor a verraco fue de 3% para EM, pero varió de 0% a 14% entre las granjas. A medida que el efecto del tratamiento sobre el rendimiento de la canal, así como el nivel de olor sexual de la EM fue dependiente de la granja, lo cual indica que los granjeros deben ser estimulados a una prueba previa de las diferentes alternativas con el fin de tomar una decisión bien pensada para la mejor práctica y una alternativa rentable para su granja.

El objetivo de un estudio Sladek *et al.* (2018) fue investigar los efectos a corto y largo plazo de inmunocastración temprana con la vacuna IMPROVAC[®], administrada en dos dosis, a las ocho y 14 semanas, sobre la histología testicular en los cerdos sacrificados 8 o 15 semanas después de la segunda dosis. Se probó la hipótesis de que la eficacia de la vacunación temprana podría ser disminuida por la aplicación tardía de la dosis de refuerzo y / o el tiempo de retraso de sacrificio. Treinta cerdos machos no castrados se utilizaron en este estudio. Los cerdos ($n= 15$)

en el grupo control (NOCA) permanecieron intactos durante todo el estudio. A los cerdos ($n= 15$) en el grupo experimental (IMCA) se les aplicaron vacunas de IMPROVAC en dos dosis: una a las 8 semanas y una dosis de refuerzo a las 14 semanas. Posteriormente, nueve de los cerdos IMCA fueron sacrificados a las 8 semanas y los seis restantes a las 15 semanas después de la segunda dosis. En los cerdos NOCA, se presentó la espermatogénesis normal en las túbulos seminíferos y células intersticiales (Leydig). En IMCA hubo una disminución notable en el diámetro y el área de los túbulos seminíferos y la espermatogénesis estaba ausente. Las células endocrinas intersticiales parecían atrofiadas con núcleos picnóticos. En IMCA se observó un mayor diámetro de los túbulos, epitelio germinal engrosado y más grande y numerosas células endocrinas intersticiales cuando se comparan con IMCA 8. Estos investigadores concluyeron que la inmunocastración temprana con IMPROVAC interrumpe la espermatogénesis y reduce el número y tamaño de las células endocrinas intersticiales. Esto indica que la vacunación a ocho semanas y de nuevo a las 14 semanas en cerdos provoca la interrupción de la histología testicular y la espermatogénesis.

Quezada et al., (2017) evaluaron el índice de conversión alimenticia y volumen testicular, el contenido adiposo y las características organolépticas de la carne en cerdos con una edad de inicio del tratamiento con IMPROVAC de 79 y 89 días y peso entre 25 a 45 kg. En la investigación se estudiaron 2 tratamientos de cerdos inmunocastrados en dos momentos de aplicación a los 90-120 días (T1) y 80-110 días (T2). La investigación tuvo una duración de 75 días. Los resultados mostraron que la conversión alimenticia, aunque no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, si fue inferior en T1 (2.40) al compararse con T2 (2.63). El volumen testicular mostró diferencias significativa, entre los tratamientos siendo inferior este indicador en T2 (33.46 cm^2) que en T1 (71.74 cm^2). El contenido adiposo no mostró diferencia significativa para los cerdos en ambos tratamientos de inmunocastración, sin embargo al compararse con el contenido adiposo en los cerdos castrados por el método tradicional (CQ), si se mostraron diferencias significativas al tener éstos mayor cantidad de grasa. Las características organolépticas para las variables color, olor, terneza y jugosidad no presentaron diferencias significativas para cerdos

inmunocastrados y castrados por método tradicional, pero la variable sabor si mostró diferencia significativa a favor de la carne de cerdos castrados por el método tradicional (CQ). En este estudio se concluyó que el método de inmunocastración garantiza un adecuado desarrollo corporal de los animales en mejores condiciones de bienestar y produce una carne inocua para el consumo humano.

Han *et al.* (2019) menciona que la acumulación de eskatole en el tejido graso es uno de los factores predominantes que causan la contaminación de la carne de cerdo. Considerando lo anterior, el objetivo de un estudio fue comprender el mecanismo por el cual la inmunización activa contra GnRH (inmunocastración) elimina el eskatole en los verracos. Se asignaron 36 verracos dentro de la camada en tres grupos (n = 12): control, castrado quirúrgicamente o inmunizado contra GnRH a las 10 semanas de edad (con un refuerzo 8 semanas más tarde). Se recogieron muestras de heces y sangre (para perfiles de hormona reguladora de eskatole y eskatole) a intervalos de 4 semanas hasta que los verracos fueron sacrificados (26 semanas). La inmunocastración redujo los niveles séricos de androstenona, 17 β -estradiol e IGF1, especialmente después de la inmunización de refuerzo, y las expresiones de ARNm reguladas por disminución tanto del receptor IGF1 como del receptor IGF1 (IGF1R) en la mucosa del íleon y el colon, en el momento del sacrificio. En comparación con los controles intactos, la inmunocastración disminuyó sustancialmente el contenido de eskatole fecal posterior a la disminución de los niveles séricos de IGF1, que persistieron en verracos después de la castración quirúrgica. En paralelo con la disminución de la formación de eskatole en el intestino, los niveles de eskatole en suero y luego en tejido adiposo también disminuyeron. Por otro lado, la privación de esteroides testiculares, especialmente androstenona y 17 β -estradiol provocó el metabolismo acelerado de la degradación del eskatole en el hígado al aumentar CYP2E1 hepático. Estos investigadores concluyeron que la inmunocastración disminuyó la formación de eskatole en el intestino y aceleró el metabolismo de la degradación de eskatole en el hígado, eliminando así la acumulación de eskatole en cerdos machos. La disminución de la formación de eskatole intestinal por inmunocastración parece estar asociada con las acciones atenuadas de IGF1 en el recambio tanto de íleon como del colon.

Costa E. Silva (2017) investigaron los efectos de la inmunocastración y la inclusión de ractopamina en la dieta sobre la calidad de la carne del abdomen de dos cerdos mestizos en diferentes condiciones de producción, dieta, manejo y sacrificio utilizando dos niveles de adición de ractopamina en la dieta, 0 y 7.5 ppm, y tres géneros (cerdas primerizas, cerdos inmunocastrados y verracos con testículos intactos). La calidad de la carne del vientre se analizó para determinar la composición química, el pH, el color de la carne y la grasa, el grosor de la grasa y el perfil de ácidos grasos de la grasa. La adición de ractopamina no mostró una influencia significativa sobre el pH, el color y la composición química en dos cerdos cruzados. Los cerdos inmunocastrados tenían una capa de grasa abdominal más gruesa en comparación con los vientres de las cerdas primerizas. Los contenidos de ácidos grasos poliinsaturados, linoleico, linoleico, araquidónico, omega 3 total y omega 6 fueron más altos para los cerdos inmunocastrados, además de presentar valores superiores a 0.4 para la relación PUFA: SFA, proporcionando así vientres con mejor calidad nutricional. Los vientres de las cerdas y los cerdos inmunocastrados tenían mayores concentraciones de índice de yodo, indicativo de un mayor contenido de grasas insaturadas. Los resultados de este estudio indicaron que la adición de ractopamina e inmunocastración tuvo poca influencia en la calidad de la carne del vientre, así como en sus perfiles de ácidos grasos.

Jones-Hamlow *et al.* (2015) realizaron dos estudios para evaluar las características de calidad de las salchichas frescas fabricadas a partir de cerdos inmunológicamente castrados (IC). En un primer estudio 1: Empanadas de salchichas frescas de colillas de Boston molidas fabricadas a partir de cerdos PC (castrados físicamente) alimentados con 0.55% de lisina SID (digestible ilegalmente estándar), cerdos IC alimentados con 0.55% de lisina SID y cerdos IC alimentados con 0.65% de lisina SID fueron elaborados y no estandarizados a un contenido similar de grasa. En un segundo estudio el corte de grasa y magro obtenido de los cerdos IC y PC se convirtió en empanadas de salchichas frescas, con un contenido del 25% de lípidos. Las empanadas (1.25 cm) se colocaron en bandejas y se asignaron a 0, 4 o 12 semanas de almacenamiento congelado y luego, después del almacenamiento, se colocaron en condiciones de exhibición minorista simuladas

durante 5 días. Las empanadas se evaluaron para determinar la estabilidad del color, las propiedades sensoriales y de textura y la oxidación de los lípidos. En ambos estudios, la salchicha se decoloró al incrementarse el tiempo de almacenamiento congelado y con un mayor tiempo en exhibición minorista. Sin embargo, dentro de cada semana de almacenamiento congelado, todos los tratamientos estaban igualmente descoloridos en ambos estudios. El tratamiento no afectó las características sensoriales o las propiedades de textura de la salchicha fresca en ninguno de los estudios. La oxidación de lípidos no difirió según el tratamiento en el estudio 1. En el estudio 2, la oxidación de lípidos se redujo en la carne de cerdos IC en comparación con PC en aproximadamente 0.1 mg de malonaldehído/kg de carne, pero no hubo diferencias dentro de cada semana de almacenamiento. El aumento del tiempo de almacenamiento congelado aumentó la oxidación de lípidos y las puntuaciones de mal sabor en ambos estudios. Estos investigadores concluyeron que, en general, la castración inmunológica no tuvo efectos perjudiciales sobre la estabilidad del color, las características sensoriales o las propiedades de textura de la salchicha de cerdo fresca.

En un estudio de Martínez-Macipe *et al.* (2016) se compararon los rasgos de calidad de la canal y la carne entre 16 cerdos ibéricos hembra vacunados (VF), 19 castrados (CF) y 8 enteros (EF), y entre 21 cerdos ibéricos machos vacunados (VM) y 19 castrados (CM) criados en libertad. La vacunación consistió en la aplicación de Improvac® a la edad de 11, 12 y 14 meses en FV y VM. Los cerdos fueron sacrificados a los 16 meses. En las hembras, se encontró que la calidad de la canal y la carne era muy similar, independientemente del tratamiento. En los machos, los machos VM tuvieron una canal con menos grasa, un porcentaje más bajo de grasa intramuscular, mayor fuerza de corte y más rancidez que los verracos CM. Estos investigadores concluyeron que la vacunación o la castración no tuvieron efectos importantes sobre los rasgos de la calidad de la canal en las hembras. Las hembras con ovarios funcionales son adecuadas para condiciones de campo libre en términos de cualidades del producto. La vacunación en las hembras no alteró la calidad de la canal y la carne, y los intereses específicos del productor deberían considerar el comportamiento reproductivo en condiciones de campo libre.

El objetivo de un estudio de Elsbernd *et al.* (2016) fue comparar la calidad de la carne de cerdo y las características sensoriales de la carne de primerizas, castrados físicos, machos enteros y castrados inmunológicos. Los lomos (*Longissimus thoracis y lumborum*) se recogieron en la canal, se maduraron durante 10 días y posteriormente se cortaron en chuletas y asados. Dos chuletas y un asado se congelaron durante un mínimo de 14 días hasta un máximo de 30 días y las chuletas y asados del mismo lomo se evaluaron en forma fresca. Un panel sensorial capacitado evaluó las muestras y los resultados mostraron que el cerdo testigo, el cerdo castrado físico y el cerdo castrado inmunológicamente fueron similares en términos de olor a verraco y sabor a cerdo. Las características de la calidad de la carne de cerdo evaluadas no mostraron diferencias entre sexos, excepto el marmoleo en las muestras congeladas. Los resultados sugieren que la carne de cerdo de machos castrados inmunológicamente es similar a la carne de cerdo de castrados físicos en términos de características sensoriales y de calidad de carne de cerdo y entre productos frescos y congelados.

El objetivo principal de un estudio de Elsbernd *et al.* (2015) fue determinar la retención de nitrógeno y P y la digestibilidad energética de verracos castrados inmunológicamente (IC), verracos enteros (EM), castrados físicamente (PC) y cerdas primerizas (G) durante 3 fases de crecimiento. Un segundo objetivo fue comparar el crecimiento entre los sexos. El objetivo final fue determinar el valor de yodo en canal (IV) entre los sexos. Se evaluaron cerdos con un peso corporal medio inicial de 36 kg y un peso final de 145 kg. Las inyecciones de factor liberador de anti-gonadotropina se administraron a los días 23 y 15 para los grupos 1 y 2, respectivamente. La segunda inyección se administró en el día 56 del experimento de 98 días. El nitrógeno, el P y la digestibilidad de la energía se midieron los últimos 3 días del período de metabolismo de 10 días, comenzando con un peso promedio de 39.5, 73.7 y 105.5 kg para los períodos 1, 2 y 3, respectivamente. La tercera colección comenzó 14 días después de la segunda inyección. Los machos enteros y los cerdos CI tuvieron un aumento de peso superior en comparación con PC y G. Los machos enteros y G tuvieron el consumo de alimento más bajo y los cerdos PC tuvo el mayor, con IC intermedio. Los machos enteros fueron en general los más eficientes,

seguidos de IC, siendo PC y G los menos eficientes. Los cerdos castrados inmunológicamente y EM tuvieron una retención de nitrógeno similar (g/d) durante los primeros 2 períodos de recolección. En el tercer período, la retención de nitrógeno de cerdos IC fue similar a la de EM y PC. El fósforo retenido (g/d) no fue diferente entre sexos en la primera colección; durante la segunda colección, EM retuvo la mayor cantidad de fósforo, G y PC retuvieron la menor, con IC siendo similar para todos los sexos. Para la tercera colección, IC tenía una retención de P similar a la de EM, EM tuvo una retención similar a la de la PC y la PC tuvo una retención similar a la de G. Sin embargo, G retuvo menos P que EM o IC. La digestibilidad aparente del tracto total de materia seca y energía digestible de la dieta no difirieron entre sexos. Estos autores concluyeron, 2 semanas después de la segunda inyección, que la transición de los cerdos IC se vuelve más similar a la PC en términos de utilización de nitrógeno, pero sigue siendo similar a EM en la utilización de P.

Lowe *et al.* (2016) determinaron los efectos del tratamiento de castración de cerdos (castrados físicamente, PC o castrados inmunológicamente, IC) y la dieta (0 o 5 mg/kg de clorhidrato de ractopamina, RAC) sobre las características del jamón y el abdomen de cerdos sacrificados en tres grupos con pesos vivos finales similares. Se seleccionó una canal por corral por grupo de comercialización (n = 8) para evaluar otras características de procesamiento. Los vientres frescos de cerdos IC fueron más delgados y más suaves que los vientres de cerdos PC. Los jamones y vientres IC fueron más delgados que los de los cerdos PC. La alimentación con RAC no afectó las características del jamón fresco o del vientre, pero disminuyó la grasa en vientres de cerdos PC curados. Estos investigadores concluyeron que la castración inmunológica y el RAC produjeron productos terminados más delgados pero no alteraron el rendimiento del procesamiento de jamones o tocino.

Huber *et al.* (2018) indican que para estimar con precisión la composición corporal al sacrificio y cumplir con los objetivos específicos del mercado, la influencia de la edad al momento de la castración (quirúrgica o inmunológica) en la composición corporal y los indicadores del olor del verraco debe determinarse. Estos autores utilizaron 48 cerdos machos los cuales fueron asignados aleatoriamente a

uno de cuatro regímenes de manejo: (1) cerdos machos con testículos (EM), (2) EM castrados quirúrgicamente a ~ 40 kg de peso corporal y 10 semanas de edad (castrados tardíos; LC), (3) castrados quirúrgicamente (dentro de los 4 días posteriores al nacimiento; EC) y (4) EM inmunizados con un análogo de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) (primera dosis a los 30 kg de peso corporal y 8 semanas de edad; dosis de refuerzo a 70 kg y 14 semanas de edad; IM). Los cerdos fueron alimentados con dietas a base de harina de maíz y soya que sin limitaciones en nutrientes esenciales. Se tomaron muestras de la grasa dorsal los días -3, 8, 18 y 42, en relación con la administración de la dosis de refuerzo del análogo de GnRH en el día 0, para determinar las concentraciones de androstenona (n = 8 o 9/grupo). Las concentraciones de androstenona en la grasa en IM fueron más bajas que EM entre los días 8 y 42 después de administrar la dosis de refuerzo (173 v. 863 ng/g, respectivamente), y no fueron diferentes de los cerdos castrados quirúrgicamente (EC y LC) después del día 18. El sacrificio se produjo a ~ 115 kg de peso corporal, 42 días (6 semanas) después de administrar la dosis de refuerzo para IM y 10 y 20 semanas después de la castración quirúrgica para LC y EC, respectivamente (n = 8 o 9/grupo). En el momento del sacrificio, el peso vivo del hígado, el peso del hígado como porcentaje del peso vivo, el hueso disectable como porcentaje del lado de la canal fría, el contenido de proteínas y agua del cuerpo y el depósito de proteínas de todo el cuerpo disminuyeron con el tiempo después de la castración quirúrgica, mientras que el rendimiento de la canal, la grasa disectable, la profundidad de grasa dorsal y el contenido de grasa corporal aumentaron con el tiempo después de la castración quirúrgica. El IM tenía un rendimiento de la canal intermedio y grasa diseccionada a EM y EC, mientras que el peso del hígado como porcentaje de peso vivo y los contenidos de proteínas y lípidos corporales no fueron diferentes de EM. El depósito de lípidos en todo el cuerpo tendió a ser mayor en IM que en EM entre 14 y 20 semanas de edad (373 vs. 286 g/d). Estos investigadores concluyeron que la castración de los cerdos después de las 6 semanas de edad tiene un efecto duradero en la composición física y química del cuerpo.

Los objetivos de un estudio de Herrick *et al.* (2016) fueron determinar el efecto de 1) la castración inmunológica (Improvest, un conjugado de toxoide de

difteria-análogo del factor liberador de gonadotropina) estrategia de manejo (edad al sacrificio y momento del sacrificio después de la segunda dosis) y 2) sexo en la oxidación lipídica y características sensoriales del tocino almacenado en condiciones simuladas de servicio de alimentos. Para el objetivo 1, las estrategias de manejo de la castración inmunológica incluyeron verracos inmunológicamente castrados (IC) de 24 semanas de edad 4, 6, 8 o 10 semanas después de la segunda dosis de Improvest (ASD); cerdos IC de 26 semanas de edad ASD de 6 semanas y cerdos IC de 28 semanas de edad ASD de semanas. El objetivo 2 incluía cerdos IC, físicamente castrados 8 (PC) y cerdos sacrificados a las 24, 26 y 28 semanas de edad. Los vientres de 2 fechas de sacrificio se usaron para hacer tocino en condiciones comerciales. Las rebanadas de tocino se congelaron (-33°C) durante 1, 4, 8 o 12 semanas para simular las condiciones del servicio de alimentos. Al final de cada período de almacenamiento, se evaluó la oxidación lipídica del tocino, el contenido de humedad y lípidos y las características sensoriales. Para ambos objetivos, a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento, aumentaba la oxidación lipídica del tocino, independientemente de la estrategia de manejo o el sexo. Para el objetivo 1, el contenido de lípidos del tocino de los cerdos CI aumentó a medida que aumentó el tiempo de ASD, independientemente de la edad al sacrificio. Además, no hubo diferencias en los atributos sensoriales del tocino entre las estrategias de manejo. Para la evaluación de los efectos sexuales en el Objetivo 2, la oxidación de lípidos fue mayor en los cerdos CI en comparación con los cerdos PC, pero no fue diferente a las cerdas. Después de 12 semanas de almacenamiento congelado, los valores de oxidación de lípidos para los cerdos CI, los cerdos PC y las cerdas primerizas todavía estaban por debajo de 0.5 mg de malondialdehído/kg de carne, el umbral en el que los panelistas capacitados pueden considerar que un alimento está rancio. Estos investigadores concluyeron que las características de vida útil del tocino no fueron alteradas por la estrategia de manejo de la castración inmunológica y el tocino los cerdos IC fue similar al tocino de las primerizas

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Sitio de Estudio

El estudio se realizó en la granja comercial “Porcimarca”, en la comunidad Unión Hidalgo, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. La granja está ubicada en las coordenadas 93°22'18.04" latitud oeste, 16°45'8.35" latitud norte (INEGI, 2019), con una altitud de 856 msnm. La región está en una llanura aluvial con lomerío, presenta clima cálido húmedo, y en las partes de la sierra alta se presenta mayor humedad. La temperatura media anual es de 25°C. La precipitación pluvial es de 800 mm anuales.

Manejo de los animales

Se utilizaron cerdos hijos de una cruce entre un macho Duroc y hembra F1 (Landrace x Yorkshire). La temperatura dentro de la granja en la sala de parto fue de 31°C, después del destete la temperatura ambiente era de 24°C. Todos los nacimientos son atendidos por los encargados o ingenieros que estuvieran en el turno. Al segundo día del nacimiento se suministraron 3 ml de TOMO (Gentamicina) y al tercer día 2 ml de hierro dextrán.

En la granja, el muesqueo, descolmillado y descolado se realiza al tercer día de nacidos, a los 21 días se destetan con un peso de 12 kg, en la etapa de inicio los lechones permanecieron en grupo de 10 a 12 animales con un peso de 19 kg y en etapa de crecimiento permanecieron en 40 corrales en grupos de 42 animales, donde

alcanzaron en promedio de 29.09 a 29.73 kg de peso vivo. El cambio de alimentación por etapa era gradual durante 2 a 3 días.

Se usaba el destete precoz a los 21 días del nacimiento. La mortalidad al destete fue de 5% y en etapa de crecimiento 1%. Se realiza el pesaje de los cerdos (al destete, al inicio y crecimiento) que permitió valorar los índices de conversión y la calidad del concentrado que se debía suministrar.

La castración inmunológica se realiza a los 71 y 72 días de nacido. Todos los lechones estuvieron sujetos al mismo régimen de alimentación y manejo. La ración alimenticia fue a libre acceso proporcionando de 0.6 kg/día de alimento con 22% de proteína cruda por animal en la etapa de pre inicio, además de la leche materna hasta los 21 días. En la etapa de inicio se proporcionaba de 0.8 a 1 kg de alimento con 20% de proteína cruda hasta los 36 días, en la etapa de crecimiento de 1 a 1.5 kg/día con 18%. Con un servicio de alimentación de forma manual; el alimento se servía tres veces al día, contenía alimento de tipo comercial pelletizado y desperdicio de yogurt y agua a libre acceso.

Cada día se revisaban todos los corrales para detectar animales muertos, enfermos y traumatizados. Antes de iniciar cada jornada se realizaba una revisión durante el suministro de los alimentos para detectar lechones inapetentes.

Aplicación de vacunas contra GnRH

El tratamiento de Impovac, se aplicó de la siguiente manera, para el grupo con un peso promedio de 29.09 kg la primera dosis de 2 ml se aplicó en la base del cuello, vía subcutánea, el 10 de enero del 2018, 35 días después se aplicó la segunda dosis.

Para el grupo con peso promedio de 28.33 la primera dosis de 2 ml se aplicó en la base del cuello, vía subcutánea, el 24 de enero 2018 y 35 días después se aplicó la segunda dosis.

Mientras que el tratamiento de Valora para el grupo con peso promedio de 29.4 la primera dosis de 1 ml se aplicó detrás de la oreja, vía subcutánea, el 17 de febrero del 2018, 35 días después se aplicó la segunda dosis.

Para el grupo con peso promedio de 29.73 la primera dosis de 1 ml se aplicó detrás de la oreja, vía subcutánea el 31 de enero del 2018, la segunda dosis 35 días después (Cuadro 1).

Cuadro 1. Programa de aplicación de productos comerciales para la inmunocastración de los lechones.

Tratamiento	Cerdos	Edad (días)	Peso (Kg)	Fecha 1 era dosis	Fecha 2da dosis
Improvac [®]	420	72.42	29.09	10/01/18	14/02/18
Valora [®]	420	72.11	29.40	17/01/18	21/02/18
Improvac [®]	420	71.74	28.33	24/01/18	28/02/18
Valora [®]	420	71.5	29.73	31/01/18	07/03/18

Análisis estadístico

La unidad experimental fue el corral de los lechones (n= 10 por tratamiento) y cada corral tenía 42 lechones. Se llevó a cabo un análisis de varianza para la comparación de los cambios de peso de los cerdos que recibieron las dos vacunas contra GnRH, utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Inc., Cary, North Caroline, USA). La mortalidad de los cerdos fue analizada con el procedimiento GENMOD de SAS. Las diferencias entre grupos se estableció con P<0.05.

RESULTADOS

En el cuadro 2 se presentan las variables de peso de los lechones tratados con Improvac[®] o Valora[®].

Cuadro 2. Comportamiento productivo de lechones tratados con inmunocastración.

Variable	N	Improvac [®]	Valora [®]
Peso inicial, kg	20	28.7 ± 3.1	29.9 ± 3.2
Peso final, kg	20	108.4 ± 4.7 ^a	112.0 ± 7.5 ^b
Ganancia diaria de peso, g	20	731 ± 32 ^a	761 ± 51 ^b
Conversión alimenticia	20	2.26 ± 0.22	2.40 ± 0.19

^{a,b}Medias en la misma hilera con superíndices distintos difieren (P<0.05).

El peso final de los cerdos fue 4 kg más alto (P<0.05) en los cerdos que fueron inmunocastrados con Valora en comparación con los cerdos que recibieron Improvac. Este mayor peso de los cerdos tratados con Valora se debió a un mayor aumento diario de peso de estos cerdos, el cual fue 4% más alto (P<0.05) comparado con los cerdos inmunocastrados con Improvac. La conversión alimenticia (alimento consumido/ganancia) no difirió entre grupos de cerdos.

La mortalidad de los cerdos durante el periodo de prueba se muestra en la figura 1. La mortalidad fue baja y no existió diferencia entre tratamientos para esta variable.

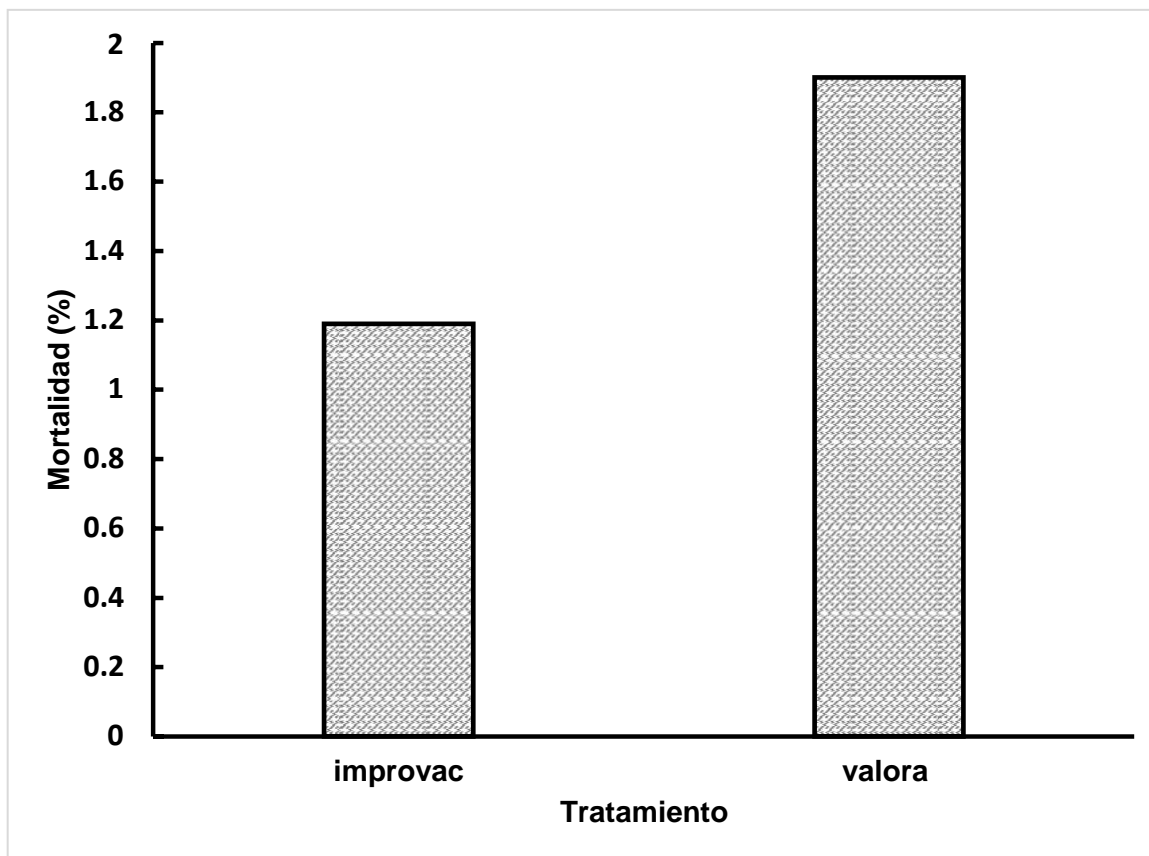


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de lechones tratados con inmunocastración.

DISCUSIÓN

La inmunocastración utiliza el sistema inmunológico natural del cerdo para producir anticuerpos específicos que se unen y neutralizan la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y por eso, bloquea el eje hipotálamo- hipófisis-gonadal. La vacuna inhibe efectivamente el crecimiento testicular y la síntesis de esteroides sexuales (Hilbe *et al.*, 2006; Fang *et al.*, 2010; Einarsson *et al.*, 2011) y puede utilizarse con éxito como una alternativa a la castración física de los cerdos (Dunshea *et al.*, 2001).

La edad y el método de castración de los cerdos dependen principalmente del país donde se realice, siendo que en algunos se realiza en los primeros días de edad o antes del destete y en otros durante la engorda, en ambos casos la técnica quirúrgica es la más utilizada, sin embargo, en diversos estudios se ha observado que la castración quirúrgica da como desventaja la reducción en el crecimiento y en el exceso de deposición de grasa. Otra técnica es la inhibición del desarrollo sexual (inmunización contra GnRH) para lo cual es necesario inyectar diariamente observándose reacción en el sitio de aplicación. Comercialmente ya se usa el antígeno anti GnRH con un adyuvante acuoso el cual solo se requieren dos aplicaciones con un intervalo de 4 a 5 semanas, el cual se aplica en cerdos en crecimiento, reportando la literatura incremento en el peso corporal y disminución en el crecimiento testicular (Dunshea, 2001).

Los resultados del presente estudio indicaron que para conversión alimenticia con el tratamiento Improvac se utilizaron 2.26 kg de alimento para incrementar un kg de peso, mientras que los cerdos que recibieron Valora utilizaron 2.40 kg de alimento para incrementar una unidad de peso. Estos valores de eficiencia alimenticia son mejores que los encontrados por otros autores en cerdos en finalización que son castrados quirúrgicamente a edad temprana. Por ejemplo, Dritz *et al.*, reportaron una eficiencia alimenticia de 2.76 con cerdos en 10 diferentes pruebas de alimentación. Igualmente, Holzback *et al.* (2018) reportó una eficiencia alimenticia de 2.82.

La mejor eficiencia alimenticia en el presente estudio comparada con otros estudios con castración temprana parece ser el resultado del hecho de que la inmunocastración no afecta la secreción de hormona de crecimiento (GH) en comparación con los machos no castrados, mientras que es mucho más bajo en castrados quirúrgicamente (Metz y Claus, 2003). sin embargo, la secreción de IGF1, que es la hormona activa real que media el efecto de la GH en el crecimiento y la eficiencia alimenticia, es reducido en animales inmunocastrados en relación con cerdos sin castrar (Metz y Claus, 2003; Brunius *et al.*, 2011). En comparación con la castración quirúrgica, se han encontrado niveles de IGF1 similar a los inmunocastrados (Metz y Claus, 2003) o superior (Brunius *et al.*, 2011).

Sin embargo, se puede argumentar que debido a que IGF1 circulante tiene una larga vida media (Claus *et al.*, 2007) y debido a la alta ingesta de alimento estimula la secreción de IGF1 (Bauer *et al.*, 2008), disminuye IGF1 solo lentamente después de que la segunda vacuna es completamente efectiva, lo que ocurre solo 1 semana después de la segunda inyección (Claus *et al.*, 2007).

Aluwe *et al.* (2014) indicaron que los machos con testículos inmunocastrados tuvieron una mejor conversión alimenticia en comparación con los machos castrados. Sin embargo, Quezada (2017) indicó en su estudio que la conversión alimenticia no presentó diferencia significativa entre los tratamientos castrados y no castrados. Esto es similar al estudio de Diaz *et al* (2018) que mostraron en los resultados que la conversión alimenticia fue prácticamente similar.

En lo que respecta a la ganancia diaria de peso los resultados encontrados indicaron una mejor respuesta de Valora en comparación con Improvac. Esta respuesta no está clara. Pudiera ser que los antígenos de Valora provoquen una inmunocastración más lenta que Improvac y, por consecuencia, los cerdos tratados con valora presenten mayores niveles sanguíneos de testosterona antes de la total atrofia de los testículos, lo cual provocaría una mayor tasa de crecimiento. La ganancia diaria de peso de los cerdos en el presente estudio es comparable a los aumentos de peso de cerdos inmunocastrados, considerando la misma etapa de engorda en otras pruebas (Aluwé *et al.*, 2015).

La mayoría de los estudios muestran un crecimiento similar para machos sin castrar y cerdos castrados quirúrgicamente (Millet *et al.*, 2011; Weiler *et al.*, 2013). Para cerdos inmunocastrados, resultados para ganancia de peso para el período de engorde general difieren entre estudios (Millet *et al.*, 2011). Algunos estudios no mostraron diferencias significativas en ganancia diaria de peso (D'Souza y Mullan, 2003; Morales *et al.*, 2010), mientras que otros encontraron una mayor ganancia diaria de peso para cerdos inmunocastrados cuando se alimentaron ad libitum en comparación con cerdos sin castrar, debido al aumento de peso después de la segunda vacunación (Gispert *et al.*, 2010; Batorek *et al.*, 2012; Furnols *et al.*, 2012). Si hay o no una diferencia sobre el período de engorda completa observado probablemente depende de la magnitud de la respuesta a la ingesta de alimento después de la segunda vacunación y el tiempo entre la segunda vacunación y el sacrificio.

En lo que se refiere a mortalidad los resultados indicaron mortalidades muy bajas para ambos tratamientos. Estos resultados son muy parecidos a los reportados por Aluwe *et al.* (2014) donde indicaron en su estudio que la mortalidad en corrales de crianza fue de 1.8%. Mortalidades un poco más elevadas fueron reportadas por Ioana *et al.* (2016) quienes observaron pérdida debido a la mortalidad de 2.82% para un lote y 2.59% de para otro lote. Porcentajes de muerte de cerdos aún mayores (4%) han sido reportadas por Dritz *et al.* (2002).

CONCLUSIÓN

Estos resultados muestran que la inmunocastración con Valora[®] produjo aumentos diarios de peso más elevados que Improvac[®], aunque este mayor crecimiento no se vio reflejado en una mejor eficiencia alimenticia. La mortalidad de los lechones fue muy baja y los productos para provocar la inmunocastración no influyeron en esta variable.

LITERATURA CITADA

- A. Daza**, M.A.Latorre, A.Olivares c, C.J.LópezBote. 2016. The effects of male and female immunocastration on growth performances and carcass and meat quality of pigs intended for dry-cured ham production: A preliminary study. *Livestock Science* 190, 20–26.
- Ángel Marcelo Vela Girón**. 2012. “Efecto de la inmunocastración y castración quirúrgica en los parámetros productivos de cerdos” escuela superior politécnica de chimborazo facultad de ciencias pecuarias escuela de ingeniería zootécnica.
- Batorek N**, Skrlep M, Prunier A, Louveau I, Noblet J, Bonneau M and CandekPotokar M. 2012. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science* 90, 4593–4603.
- Batorek, N.**, Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., & Van Milgen, J. 2012. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, 6(8), 1330–1338.
- Bauer A**, Lacorn M, Danowski K and Claus R. 2008. Effects of immunization against GnRH on gonadotropins, the GH-IGF-1-axis and metabolic parameters in barrows. *Animal* 2, 1215–1222.
- Briyne**, N.D., Berg, C., Blaha, T., Temple, D. 2016. Pig castration: will the EU manage to ban pig castration by 2018, *Porcine Health Management* 2, 29.
- Brunius C**, Zamaratskaia G, Andersson K, Chen G, Norrby M, Madej A and Lundström K. 2011. Early immunocastration of male pigs with Improvac – effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine* 29, 9514–9520.
- Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria**. 2018. La Porcicultura en México. Situación y Perspectiva. *Revista Cámara*.
- Claus R**, Lacorn M, Danowski K, Pearce MC and Bauer A. 2007. Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against GnRH in boars. *Vaccine* 25, 4689–4696.

- Costa E Silva**, L. C., Barbosa, R. D., & Silveira, E. T. F. 2017. Effects of ractopamine hydrochloride and immunological castration in pigs. Part 2: Belly quality characteristics and fatty acid composition. *Food Science and Technology* 37, 404-410.
- Costa E Silva**, L. C., Barbosa, R. D., Boler, D. D., & Silveira, E. T. F. 2017. Ractopamine hydrochloride and immunological castration in pigs. Part 1: Fresh belly characteristics for bacon processing and quality. *Food Science and Technology*, 37(3), 397-403.
- Cronin GM**, Dunshea FR, Butler KL, McCauly I, Branett JL, Hemsworth PH. The effects of immuno- and surgical castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science*. 2003;81:111-126.
- D'Souza DN** and Mullan BP 2003. The effect of genotype and castration method on the eating quality characteristics of pork from male pigs. *Animal Science* 77, 67–72.
- Dritz, S. S.**, Tokach, M. D., Goodband, R. D., & Nelssen, J. L. 2002. Effects of administration of antimicrobials in feed on growth rate and feed efficiency of pigs in multisite production systems. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 220, 1990-1996.
- Dunshea FR**, Colantoni C, Howard K, McCauley I, Jackson P, Long KA, Lopaticki S, Nugent EA, Simons JA, Walker J, Hennessy DP. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*. 2001;79:2524-2535.
- Elsbernd**, A. J., Patience, J. F., & Prusa, K. J. 2016. A comparison of the quality of fresh and frozen pork from immunologically castrated males versus gilts, physical castrates, and entire males. *Meat Science* 111, 110-115.
- Elsbernd**, A. J., Stalder, K. J., Karriker, L. A., & Patience, J. F. 2015. Comparison among gilts, physical castrates, entire males, and immunological castrates in terms of growth performance, nitrogen and phosphorus retention, and carcass fat iodine value. *Journal of Animal Science* 93, 5702–5710.

- Fonti-Furnols M**, Gispert M, Soler J, Diaz M, Garcia-Regueiro JA, Diaz I, Pearce MC. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing factor on growth performance, carcass, meat and fat quality of male Duroc pigs for dry-cured ham production. *Meat Science*. 2012; 91:148-154.
- Furnols M**, Gispert M, Soler J, Diaz M, Garcia-Regueiro JA, Diaz I and Pearce MC. 2012. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing factor on growth performance, carcass, meat and fat quality of male Duroc pigs for dry-cured ham production. *Meat Science* 91, 148–154.
- Gispert M**, Oliver MA, Velarde A, Suarez P, Perez J and Furnols MFI. 2010. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science* 85, 664–670.
- Han, X.**, Zhou, M., Cao, X., Du, X., Meng, F., Bu, G., Kong, F., Zeng, X. 2019. Mechanistic insight into the role of immunocastration on eliminating skatole in boars. *Theriogenology*, 131, 32–40.
- Herrick, R. T.**, Tavárez, M. A., Harsh, B. N., Mellencamp, M. A., Boler, D. D., & Dilger, A. C. 2016. Effect of immunological castration management strategy on lipid oxidation and sensory characteristics of bacon stored under simulated food service conditions. *Journal of Animal Science* 94, 3084–3092.
- Holzback, T.L.** , Corassa, A., Kiefer, C. , Teixeira, A.O., Moreira, L.M., Junior C.M.R. 2018. A step-up ractopamine feeding program for finishing pigs. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* doi: 10.17533/udea.rccp.v31n4a04.
- Huber, L.**, Squires, E. J., Mandell, I. B., & De Lange, C. F. M. 2018. Age at castration (surgical or immunological) impacts carcass characteristics and meat quality of male pigs. *Animal* 12, 648-656.
- Ioana Andronie**, Monica Pârvu, Constantin Nițu, Viorel Andronie. 2016. Immunocastration in Fattening Pigs and its Effects on Productive Performance. *Animal Science and Biotechnologies*, 49 (1).
- INEGI.** (2019). Mapa digital de Mexico. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/> (Octubre, 2019)
- Jones-Hamlow, K. A.**, Tavárez, M. A., Boler, D. D., Schroeder, A. L., Prusa, K. J., &

Dilger, A. C. 2015. Color stability and sensory characteristics of fresh and enhanced pork loins from immunologically castrated barrows. *Journal of Animal Science* 93(2):794.

Kubale V, Batorek N, Škrlep M, Prunier A, Bonneau M, Fazarinc G, Čandek-Potokar M. Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter. *Theriogenology*. 2013;79:69-80.

Lowe, B. K., Overholt, M. F., Gerlemann, G. D., Carr, S. N., Rincker, P. J., Schroeder, A. L., Dilger, A. C. 2016. Ham and belly processing characteristics of immunological castrated barrows (Improvest) fed ractopamine hydrochloride (Paylean). *Meat Science* 112, 103-109.

M. Aluwé, F. A. M. Tuytens and S. Millet. 2015. Field experience with surgical castration with anaesthesia, analgesia, immunocastration and production of entire male pigs: performance, carcass traits and boar taint prevalence. *Animal*, 9:3, pp 500–508.

Martinez-Macipe, M., Rodríguez, P., Izquierdo, M., Gispert, M., Manteca, X., Mainau, E., Dalmau, A. 2016. Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotrophin-releasing factor male and female Iberian pigs reared in free-ranging conditions. *Meat Science* 111, 116-121.

Metz C and Claus R. 2003. Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers IGF-1 in plasma. *Livestock Production Science* 81, 129–137.

Metz C, Hohl K, Waidelich S, Drochner W, Claus R. Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention. *Livestock Production Science*. 2002;74:147-157.

Millet S, Gielkens K, De Brabander D and Janssens GPJ. 2011. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. *Animal* 5, 1119–1123.

Morales JI, Serrano MP, Camara L, Berrocoso JD, Lopez JP and Mateos GG. 2013. Growth performance and carcass quality of immunocastrated and surgically

castrated pigs from crossbreds from Duroc and Pietrain sires. *Journal of Animal Science* 91, 3955–3964

Panuwat Yamsakul, Prapas Patchanee, Terdsak Yano, Thanawish Boonma, Chalermchart Somkert, Anucha Sathanawongs. 2017. Gonadotropin-releasing hormone immunization and castration in male pigs: effects on growth, hormonal levels, antibody titer response, testicular function, back fat, and consumers' sensory perceptions. *Korean J Vet Res* 57(1) : 23-29.

Quezada Coronel, Danilo Rau, Alvarez Diaz, Carlos Armando. 2017. Evaluación de indicadores productivos en cerdos machos (*sus scrofa domesticus*) castrados por método inmunológico (Trabajo de titulación). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador.

Raúl Perezgrovas-Garza. 2015. An insight into the diversity of locally adapted domestic animals in Chiapas highlands. Instituto de Estudios Indígenas. Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

Rodríguez, G.G. Zaragoza, M.L. & Sánchez H.G. 2007. Ti basti chitom ta Aguaje, ja'jun paraje tsotsiletik ja'smakoj yu'un Chapas. En: R. Perezgrovas (ed.). Cría de cerdos autóctonos en comunidades indígenas de Chiapas. Serie Monografías N° 9. Instituto de Estudios Indígenas, Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Weiler U, Gotz M, Schmidt A, Otto M and Muller S. 2013. Influence of sex and immunocastration on feed intake behavior, skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. *Animal* 7, 300–308.

Z. Sladek, M. Prudikova¹, A. Knoll¹, P. Kulich², I. Steinhauserova³, G. Borilova. 2018. Effect of early immunocastration on testicular histology in pigs. *Veterinari Medicina*, 63, 18–27.

Zamaratskaia, G., Andersson, H. K., Chen, G., Andersson, K., Madej, A., & Lundström, K. 2008. Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (ImprovacTM) on steroid hormones boar taint compounds and performance in entire male pifs *Reproduction in Domestic Animals* 43(3), 351- 359.