

**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INMUNOCASTRACIÓN EN SISTEMAS
PORCÍCOLAS (MONGRAFÍA)**



**LUZ ÁNGELA AMADO VIVAS
HERAL MATEO FERRAO ZABALA
LICETH JOHANA FLOREZ QUIROGA**

**Universidad Antonio Nariño
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Sede (Bogotá), Colombia
Año 2022**

**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INMUNOCASTRACIÓN EN SISTEMAS
PORCÍCOLAS (MONOGRAFIA)**



LUZ ÁNGELA AMADO VIVAS

HERAL MATEO FERRAO ZABALA

LICETH JOHANA FLOREZ QUIROGA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de;
Médico Veterinario**

Director

JAIME FABIAN CRUZ Co-Director

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede (Bogotá), Colombia

Año 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
3. OBJETIVOS:	5
3.1 Objetivo general:	5
3.2 Objetivos específicos:	5
4. JUSTIFICACIÓN	6
5. MARCO TEÓRICO	8
5.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA	8
5.1.1 Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra	8
5.1.2 Anatomía y fisiología del aparato reproductor del macho	10
5.2 TÉCNICAS EN LA ACTUALIDAD	11
5.3 BIENESTAR ANIMAL (NORMATIVIDAD)	14
5.3.1 DE LAS PRÁCTICAS QUE GENEREN DOLOR	15
6. METODOLOGÍA	17
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
7.1 Análisis de la castración quirúrgica	18
7.2 Análisis de la inmunocastración	20
7.3 Comparación de resultados	23

8. CONCLUSIONES	33
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La castración quirúrgica ha sido el método más antiguo que han usado los productores, sin embargo, este trae muchos efectos que perjudican al animal y que se verán reflejadas en pérdidas para la producción.

El presente trabajo tiene como fin identificar los beneficios y las desventajas que trae la inmunocastración a los cerdos, frente a la castración quirúrgica convencional de los machos, usada como método para solucionar el problema del olor sexual en la carne y gustos anómalos en la mayoría de los países (EFSA, 2004) durante las primeras semanas de vida, regularmente bajo condiciones precarias de aseo y desinfección, sin uso de anestesia o analgesia para los lechones (Prunier *et al.*, 2006). Como consecuencia a esto se registró en el año 2012 que toda castración quirúrgica deberá incluir analgesia prolongada (FVE, 2009; PIGCAS, 2009).

Sin embargo, esta es una práctica controversial en términos de la salud y el bienestar animal, principalmente por indicativos de dolor, aumentos en los niveles de cortisol, hormona adrenocorticotrópica y pruebas fisiológicas del estrés (Kress *et al.*, 2019). La finalidad de incrementar el peso, mejorar las cualidades de la carne por la disminución de los contenidos de aldosterona (esteroide gonadal) y escatol (ganancia por medio de la degradación producida por el intestino del triptófano) en el tejido graso (Čandek-Potokar, Škrlep y Zamaratskaia, 2017) han justificado este procedimiento.

Luego de su implementación el dolor post-quirúrgico se puede prolongar por 5 días y durante este tiempo los lechones muestran signos de dolor en la zona intervenida, disminuyendo la actividad de juego, la conducta de estimular la glándula mamaria y la succión; lo que genera efectos negativos sobre el crecimiento y el sistema inmunitario (EFSA, 2004).

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles han sido las ventajas y desventajas que se han referenciado durante la implementación de la inmunocastración en cerdos frente a la castración quirúrgica convencional?

3. OBJETIVOS:

3.1 Objetivo general:

Evaluar las ventajas y las desventajas referenciadas de la inmunocastración en cerdos frente a la castración quirúrgica convencional.

3.2 Objetivos específicos:

- Describir los beneficios que se han referenciado a lo largo del uso de la inmunocastración en cerdos frente a la castración quirúrgica convencional.
- Relacionar las desventajas que se han referenciado por la inmunocastración en los cerdos frente a la castración quirúrgica convencional.
- Comparar las ventajas y desventajas del uso de los 2 procedimientos en porcinos frente a los principios del bienestar animal.

4. JUSTIFICACIÓN

Se ha descubierto que la inmunocastración permite mejorar los parámetros productivos en sistemas porcícolas, como el rendimiento de cerdos enteros al reducirse su tiempo de engorde, la conversión alimenticia, aumentar la calidad de la carne como el porcentaje de tejido magro y reducir la grasa en la canal, obteniendo un aumento en la comercialización del producto final (Pauly 2009; Verdezoto, 2009; Boler, 2011). Nuevas tendencias y reglamentaciones fomentando cambios importantes en la producción porcina (EFSA, 2004).

La manifestación del periodo de desarrollo y el engorde empieza cuando el sistema digestivo es capaz de utilizar dietas simples y se adecua a las situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este empieza cerca a los 20kg y termina cuando el cerdo es llevado al sacrificio. Sus rendimientos productivos dependen de la genética, la alimentación, el manejo que se tiene con los animales y la bioseguridad de la granja (Easter, L. 2000).

Calderón, D. (2010) señala que los cerdos inmunocastrados alcanzaron pesos de 113.22 kg con una ganancia de peso diario de 987.61g, una conversión alimenticia de 3.69 y un espesor de la grasa dorsal de 12.05mm. Esto es concluyente dando a entender un mejor beneficio que en los cerdos castrados quirúrgicamente, lo que permite registrar un incremento de peso del 34.44%, en relación a la castración quirúrgica.

Ema (2010) menciona que la vacuna de la inmunocastración no contiene productos químicos ni presencia de agentes microbiológicos que representen un riesgo para el medio ambiente y adicionalmente en los animales a los que se realiza este procedimiento no excretan metabolitos de la vacuna. La importancia de esta práctica en la industria porcina es aprovechar las ventajas

productivas de machos enteros (Dunshea *et al.*, 2001). Se considera que la inmunocastración es una técnica que promueve el bienestar animal (Thun *et al.*, 2006).

5. MARCO TEÓRICO

5.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

El sistema reproductor de la hembra porcina está conformado por órganos externos internos que tienen como objetivo la gestación y el parto (INATEC, 2018).

5.1.1 Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra

Según Williams en el 2016 cita lo siguiente:

- **Vulva:** Órgano genital externo, conformado por el vestíbulo, labios mayores y menores.
- **Clítoris:** Ubicado a 1 cm dentro del labio, en la comisura ventral de la vulva, dentro de la fosa clitoriana del vestíbulo vaginal, contiene tejido eréctil y abundantes nervios sensoriales.
- **Vagina:** Órgano de la copula de forma tubular y de musculatura lisa, posee paredes delgadas elásticas, su función es la recepción del pene del macho, se extiende desde el orificio externo del cuello uterino hasta la desembocadura de la uretra con un diámetro de 10 a 15 cm.
- **Vestíbulo vaginal:** Parte de los conductos de la hembra en donde hay una parte común tanto del sistema reproductor como el del sistema urinario para la expulsión de los desechos; las glándulas vestibulares que se localizan en la parte posterior del vestíbulo que se activan durante el ciclo estral periodo en el cual se secreta moco para la lubricación.
- **Cuello uterino o cérvix:** Forma parte del útero, está conformada por una pared rígida y gruesa que se encuentra en la parte inicial del útero, la parte final se empalma con

la vagina, su objetivo es prevenir la contaminación del útero de agentes patógenos externos, además en cuanto a la reproducción es allí donde se almacena el semen después de realizada la monta natural.

- **Oviductos:** Son estructuras que se encuentran cerca a los ovarios hasta la punta de los cuernos uterinos con los que se unen, entre sus funciones se encuentra el transporte de óvulos y espermatozoides, es también el sitio de fecundación y donde se realizan las primeras divisiones celulares del embrión.
- **Útero:** Conformado por el cuerpo del útero, cérvix y los cuernos uterinos. Su función es contener y nutrir el embrión o feto. Se encuentra en la cavidad abdominal y se extiende desde la unión útero-tubárica del cérvix hasta los cuernos uterinos, en el caso de la cerda el útero es bicorne.
- **Ovarios:** Son órganos reproductores, producen los óvulos y las hormonas sexuales de la hembra (estrógenos y progesterona). Están situados de la región lumbar y normalmente son ventrales entre las IV y V vértebras lumbares, están en contacto con la pared lumbar abdominal; el tamaño está en un rango de 35 x 25 x 15 mm.

5.1.2 Anatomía y fisiología del aparato reproductor del macho

Órganos sexuales primarios

- **Testículos:** Su función es producir las células sexuales masculinas (Espermatozoides) y generar la hormona de testosterona que es la encargada de determinar el desarrollo y el mantenimiento de las reacciones sexuales del macho; se encuentran adheridos de forma vertical al tren posterior.
- **Escroto:** Se encuentra de manera suspendida en la región inguinal, tiene un forma ovoide, alargada y pendular. La piel está cubierta de cerdas, conteniendo glándulas

sudoríparas y sebáceas, para protección de los testículos y mantener la temperatura adecuada, pues la producción de espermatozoides en los testículos ocurre entre 4°C a 7°C por debajo de la temperatura corporal del cerdo. CIAP. (2018).

Órganos sexuales primarios

- **Epidídimo:** Es una estructura adyacente al testículo que cumple la función de transporte, maduración y almacenamiento de los espermatozoides, anatómicamente se reconocen tres partes: cabeza, cuerpo y cola. Esta última parte continua en los conductos deferentes que almacenan y transportan el semen hacia la uretra durante el proceso de eyaculación. La parte final de los conductos deferentes se le conoce como ampollas eferentes o ámpulas.
- **Conductos eferentes:** Se originan en los testículos y se encargan de transportar los espermatozoides desde los túbulos seminíferos del testículo hasta el epidídimo.
- **Próstata:** El cuerpo es una pequeña protuberancia transversal en forma de anillo que rodea la uretra por la parte superior.
- **Pene:** Este órgano tiene dos funciones: una es la expulsión de la orina y el segundo es el depósito de semen en el cérvix, en el pene se encuentran cuerpos cavernosos y esponjosos que rodean la uretra, estos se llenan de sangre para producir la erección.
- **Prepucio:** Es la capa que cubre el pene cuando se encuentra flácido, es un saco donde almacenan fluidos con una gran cantidad de feromonas y bacterias denominadas secreciones prepuciales o esmegma.

5.2 TÉCNICAS EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad existen 3 métodos: La castración quirúrgica sin anestesia, castración quirúrgica con anestesia y la inmunocastración (Gasca, A. Arrebola, M. *et al.*, 2014; Prunier *et al.*, 2006 como se citó en Velarde & Manteca, 2009, 1).

La castración es la anulación funcional de las glándulas genitales. En los cerdos machos se realiza esta práctica con el fin de poder aprovechar más el animal, busca mejorar la calidad de la carne al evitar ese olor desagradable sexual que produce el verraco (Kolb, 1975 como se citó en Castillo, J, 2010, p.1) y se evitan las peleas que ocurren en machos jóvenes.

- **Castración quirúrgica sin anestesia**

Este método se realiza, sin la ayuda de anestesia y usualmente en la primera semana de vida del lechón. Este procedimiento requiere la sujeción e inmovilización del lechón, la incisión del escroto con un bisturí, la exposición del testículo y la sección o desgarro del cordón espermático. A pesar de que es un procedimiento rápido (aproximadamente unos 35 segundos), produce en el lechón una serie de cambios fisiológicos y comportamentales evidentemente indicativos de dolor y estrés (Prunier *et al.*, 2006).

- **Castración quirúrgica con anestesia**

Se realiza el mismo método que en la castración quirúrgica con anestesia agregando que se administra una combinación de fármacos que hace que pierda la sensibilidad de la parte del cuerpo donde se va a intervenir esto provoca que el animal no sienta dolor mientras se realiza el procedimiento disminuyendo a su vez el estrés.

- **Inmunocastración**

Según Agudelo B. & Gomez, (2021) es una técnica la cual se ha generado para sustituir una actividad cruenta tradicional física, para la eliminación del olor sexual, obtener beneficios en

eficiencia alimenticia y reducir costos de producción pues el cerdo se desarrolla con sus testículos activos donde se aprovecha el beneficio de la testosterona endógena como un anabólico de crecimiento natural, a las hembras también se les realiza este procedimiento con el fin de reducir las peleas en corrales que se generan al finalizar la etapa de producción, sin embargo uno de los mayores beneficio que se encuentran son la mejora significativa en los consumos de alimento y ganancias de peso tanto que es comparable con la de los machos.

El mecanismo de acción de la vacuna genera en las gónadas de los cerdos (Testículos y ovarios) un control por el sistema endocrino al producir anticuerpos que neutralizan la GnRH que es liberada naturalmente, la vacuna es un producto inmunológico innovador y altamente eficaz que intervienen en el olor sexual, conducta sexual y comportamiento agresivo.

La GnRH se libera en el hipotálamo y posteriormente se une a los receptores específicos, en la glándula pituitaria, donde se estimula la liberación de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) que a su vez se estimula la función testicular y ovárica. Al neutralizar el GnRH endógena se bloquea el comportamiento agresivo y la conducta sexual que genera una memoria hormonal que arroja resultados como la mejora del control de la conducta y conduce a unos beneficios de rendimiento, costos, salud, seguridad y bienestar animal que favorece las características de la carne pues al neutralizar el GnRH también se elimina los responsables del olor sexual que corresponden al escatol y la aldosterona, el control de este resultado se realiza cuando se procede a la muerte del animal y se da a conocer al consumidor; ya que esta sustancia no presenta los niveles máximos de residuos, no presenta un periodo de retiro después de la administración.

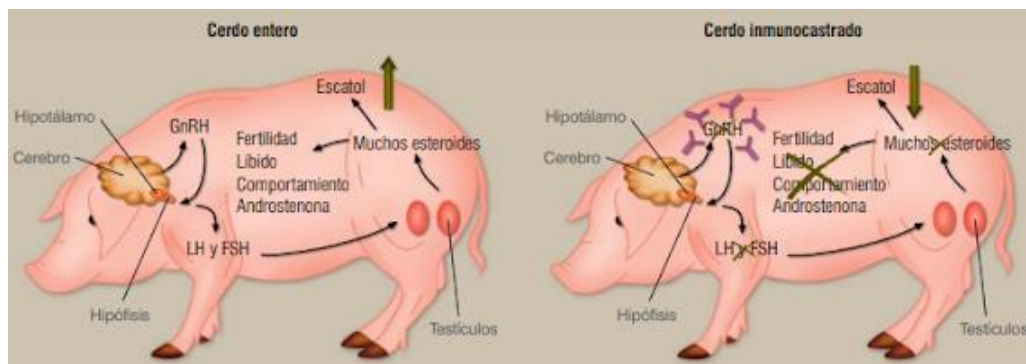
Es una vacuna que se encargará de realizar la estimulación del sistema inmune, por medio de la producción de anticuerpos específicos de GnRH, la cual se encargará de reducir o eliminar la producción de testosterona y androsterona, generando un aumento en la eliminación de escatol y una hipoplasia testicular, así mismo es una alternativa más humana en comparación a la castración quirúrgica.

Uno de los aspectos necesarios para garantizar la calidad de la carne de cerdo es la castración, ya que con este procedimiento se evita el olor sexual de los machos que resulta perjudicial para el buen sabor del producto

En la actualidad la alternativa a la castración quirúrgica es la inmunocastración, que consiste en una vacunación segura y eficaz para evitar olores desagradables en el macho y mejoramiento de la calidad de su canal, González (2017) afirma que la inmunocastración, “consiste en la producción de anticuerpos frente a la hormona liberadora de gonadotropinas que el cerdo va a producir en su etapa de madurez sexual”, además mejora la conversión alimenticia y por ende en la calidad de la carne.

La inmunocastración ofrece ventajas adicionales en la optimización de los parámetros productivos como: producción de cerdos enteros más precoces, mejoramiento en el alimento y el consumo del mismo, alivio en la conversión alimenticia, mayor calidad de la carne aumentando el porcentaje de tejido magro y reduciendo grasa en la canal, lo que los hace económicamente más eficientes en su comercialización (Pauly 2009; Verdezoto, 2009; Boler 2011 como se citaron en Martínez O.& Castañeda, L., 2016, p. 94).

Se ha comprobado que la vacuna disminuye la grasa dorsal en machos inmunocastrados frente a castrados; al mismo tiempo, aumenta la grasa dorsal frente a los enteros (Dunshea, 2010). También afecta del mismo modo a la grasa de cobertura del jamón (Gispert y López-Bote, 2011).



Fábrega, Soler, Cros, Gispert, Tibau, Velarde (2009). Mecanismo de inhibición del olor sexual mediante la inmunización frente a GnRF [Figura] recuperado de <https://cutt.ly/8lo8czG>

5.3 BIENESTAR ANIMAL (NORMATIVIDAD)

Según el Manual impartido por el ministerio de agricultura y desarrollo (IPD, 2020) en el cual tiene como objetivo reglamentar las condiciones básicas que mejoren el bienestar animal en los cerdos. En este se estipulan la prevención de procedimientos que generen crueldad y dolor en los animales, de no ser posible se deberá disminuir su dolor con diferentes métodos, debido a que el manejo de los animales debe generar estímulos positivos con los humanos y esto se logrará no causando heridas, pánico, dolor, miedo y estrés. Es por esto que la inmunocastración es un método que se aplicará a la mejora del bienestar en los cerdos.

5.3.1 DE LAS PRÁCTICAS QUE GENEREN DOLOR

Toda práctica que genere dolor debe realizarse de tal manera que se cause el mínimo estrés y dolor al animal y se cumpla con las buenas prácticas de uso de medicamentos:

1. La castración debe realizarse a la edad más temprana posible por personal capacitado en el tema y bajo recomendación o supervisión de un Médico Veterinario (MV) o un Médico Veterinario Zootecnista (MVZ). Cuando se necesite realizar castración en porcinos mayores de siete (7) días se deberá usar anestesia y analgesia bajo prescripción y supervisión de un Médico Veterinario (MV) o un Médico Veterinario Zootecnista (MVZ) utilizando el mejor método y momento para su realización. En caso de castración química, ésta deberá realizarse con productos que tengan registro ICA y efectuarse de acuerdo con las recomendaciones del rotulado del producto.

2. En la medida de lo posible no realizar descole, despunte o limado de los colmillos; sin embargo, en los casos donde se evidencie la necesidad de su realización (por ejemplo, lesiones producidas por los colmillos en pezones de las cerdas y orejas o colas de otros cerdos) y después de haber tomado todas las medidas correctivas necesarias para corregir estos problemas, se debe realizar a la edad más temprana (menor a 7 días de edad) por personal capacitado en el tema y bajo recomendación o supervisión de un Médico Veterinario (MV) o un Médico Veterinario Zootecnista (MVZ).

3. Identificación: Las chapetas auriculares, tatuajes, marcado en frío y utilización de dispositivos de radiofrecuencia son los métodos recomendados para identificar de manera permanente a los porcinos. Los porcinos no deberían ser identificados por métodos que causen lesiones o la pérdida de una parte sensible del cuerpo, por lo que no se aceptan muescas en orejas, ni el marcaje con hierro en caliente.

4. Las intervenciones quirúrgicas mayores deben ser efectuadas por un Médico Veterinario (MV) o un Médico Veterinario Zootecnista (MVZ)

5. Cuando se necesite realizar una intervención quirúrgica menor (castraciones en machos adultos, prolapsos uterinos y rectales o resolución de criptorquidos) en porcinos se podrán realizar por un Médico Veterinario (MV) o un Médico Veterinario Zootecnista (MVZ). También podrá ser realizado por los operarios siempre y cuando haya sido entrenado o capacitado. (Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2021)).

6. METODOLOGÍA

La metodología que se llevó a cabo para darle desarrollo a este trabajo fue una revisión narrativa de artículos científicos publicados en un periodo de tiempo del año 2000 al 2021. Se realizó la búsqueda de información en bases de datos como: Scielo, BVS, Pubmed, Science Direct, entre otras; teniendo en cuenta las palabras claves como: inmunocastración en cerdos, immunocastration in pigs, castración quirúrgica, producción porcícola, sistemas de producción en cerdos y descargando aquellos artículos que estén en el idioma español e inglés.

Como criterios de inclusión se tuvieron que los temas a desarrollar fueran la inmunocastración, la especie de referencia y que la literatura se encuentre en idiomas español o inglés. Como criterios de exclusión que se tomaron en cuenta consistieron en una especie diferente o al período diferente al propuesto.

Dentro de las variables a evaluar estuvieron: porcentajes de mortalidad y supervivencia, la ganancia de peso y la conversión alimenticia; se tuvo en cuenta también las variables de bienestar como comportamiento animal y el estrés que se pueda generar al animal.

Posterior a esto se organizó la información en bases de datos para hacer el análisis de la misma y así generar la construcción de tablas con los datos encontrados para obtener resultados y proceder a organizar una discusión para elaborar así el trabajo final.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Análisis de la castración quirúrgica.

Los lechones son castrados quirúrgicamente antes de los 7 días de edad para incrementar su peso, mejorar las cualidades de su carne, facilitar su manejo y eliminar la cría promiscua (Kress, Millet, Labussière, Weiler y Stefanski, 2019).

La castración quirúrgica sin anestesia genera en los lechones un aumento en los gritos y el ritmo cardíaco, reducción de amamantamientos, mayor agitación de la cola, más aislamiento y menos juegos y se presenta mayor concentración de los marcadores de estrés (cortisol, glucosa, etc). (Quiles, 2009). Los lechones responden con vocalizaciones específicas (Von Borell *et al.*, 2009) y comportamientos indicativos de dolor (Kress *et al.*, 2019). Así mismo en la castración, aumentan los niveles de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH, por sus siglas en inglés) y lactato, indicadores fisiológicos del estrés (Prunier, Mournier y Hay, 2005). En dicho procedimiento se les causan heridas (Kress *et al.*, 2019), es irreversible y somete a los animales a riesgos por infecciones, inflamaciones crónicas y complicaciones postoperatorias (Giersing, Ladewig y Forkman, 2006) que derivan en retraso en la producción y pérdidas económicas (Čandek-Potokar, Škrlep y Zamaratskaia, 2017). Además, en la primera semana de vida, la mortalidad es mayor en los cerdos castrados por vía quirúrgica que en los cerdos sin castrar o enteros (6,3 % vs. 3,6 %) (Morales *et al.*, 2017).

La tabla 1 presenta algunas ventajas y desventajas reportadas por diferentes autores en la castración quirúrgica.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la castración quirúrgica

VENTAJAS	DESVENTAJAS	
Disminuye el comportamiento agresivo, facilita el manejo. (Castillo 2010)	Genera estrés y dolor en los animales. Generando gritos, taquicardia, aislamiento y menor consumo de leche en los lechones (Salazar, 2016)	Los lechones consumen 10% y 15% más de alimento (Lundström, Matthews y Haugen, 2009).
Se evitan las crías promiscuas (Čandek-Potokar, Škrlep y Zamaratskaia, 2017).	Pérdida de tiempos y riesgos para salud animal (Quiles, 2012)	Eficiencia alimenticia reducida con un menor rendimiento magro en canal (Vera Angel , 2012)
Hay una mayor conversión alimenticia en comparación a los inmunocastrados (Calderón) 2012	Es inviable económicamente la sedación en lechones (Quiles, 2012)	Mayor concentración de los marcadores de estrés (cortisol, ACTH, glucosa, lactato, etc). (Quiles, 2009)
No se genera un aumento en gastos económicos dentro de la producción (Quiles, 2012)	En una producción anual de 600 millones de verracos muere un 0.75% (4.5 millones Aprox) por efectos adversos de la castración quirúrgica (Vera Angel, 2012)	Dolor de los cerdos posterior a la castración dura hasta 7 horas. (Viscardi & Turner,2017)

Fuente: Creación propia.

7.2 Análisis de la inmunocastración

Morales Alejandro (2014) reporta un espesor de grasa dorsal inferior para cerdos inmunocastrados comparados con la castración quirúrgica.

La castración inmunológica se usa en una aplicación de dos inyecciones de esa vacuna específica en un intervalo de 4 semanas que lleva a niveles bajos de androsterona en el tejido. Se observó que

la ingesta de alimento aumenta después de la castración inmunológica (Cronin *et al.*, 2003; Pauly *et al.*, 2009). Este hallazgo está en buen acuerdo con estudios anteriores sobre el efecto de los esteroides gonadales y las diferencias de sexo en la ingesta de alimentos (Bonavera *et al.*, 1994; Claus and Weiler, 1994) y son consecuencias del patrón de ingesta de alimentos específicos del sexo (de Haer y de Vries, 1993; Cronin *et al.*, 2003).

La inmunocastración se realiza en el período de finalización para aprovechar todo el potencial de crecimiento de los cerdos enteros hasta la segunda vacunación (Zamarat Kaia y Rasmussen, 2015).

Los cerdos inmunocastrados con Improvac® se comportan como cerdos enteros (Dunshea *et al.*, 2013) hasta después de la administración de la segunda vacuna y, por lo tanto, muestran una conducta agresiva incrementada. El comportamiento agresivo y sexual son indicadores importantes del bienestar animal, ya que los altos niveles de agresión y monta ocasionan estrés, miedo y lesiones a los cerdos (Ryder *et al.*, 2006). Entre cuatro y seis semanas después de la segunda vacunación, el comportamiento sexual y agresivo (la monta, la lucha, el empuje y la manipulación de la cabeza y cola) se reducen significativamente al nivel de los cerdos castrados quirúrgicamente (Škrlep, Batorek-Lukač, Prevolnik-Povše y Čandek-Potokar, 2014; Karaconji, Lloyd, Campbell, Meaney y Ahern, 2015).

También disminuye el riesgo de sabor a verraco en su carne, con la reducción de los contenidos de androstenona (esteroide gonadal) y escatol (producto de la degradación intestinal del triptófano) en el tejido grašo (Čandek-Potokar, Škrlep y Zamaratskaia, 2017).

La inmunocastración también reduce la frecuencia y severidad de las lesiones del pene en comparación con los cerdos enteros de la misma edad y peso (Reiter, Zöls, Ritzmann, Stefanski y Weiler, 2017; Zoels *et al.*, 2020). Todos estos efectos incrementan el bienestar animal al evitar la

castración quirúrgica dolorosa, el riesgo de infecciones, además, de disminuir el estrés, miedo y las lesiones (Kress *et al.*, 2019; Weiler y Bonneau, 2019; Zoels *et al.*, 2020).

Después de la segunda inmunización, los cerdos inmunocastrados cambian su metabolismo de similar a machos enteros a similar a la castración y comienzan a depositar grasa rápidamente (Batorek-Lukač *et al.*, 2016) debido a la alteración del metabolismo de la glucosa (Le Floc'h *et al.*, 2019), mientras que los niveles de deposición de proteínas siguen siendo similares (Batorek-Lukač *et al.*, 2016).

La rápida deposición de grasa después de la inmunocastración efectiva puede asociarse con una producción disminuida de testosterona (Brunius *et al.*, 2011), lo que permite una proliferación y diferenciación de adipocitos más rápida y una distribución de la masa grasa (O'Reilly *et al.*, 2014).

Tuytens *et al.* (2012) también encontraron que los granjeros parecían inseguros acerca de la inmunocastración, especialmente en relación con la eliminación efectiva del olor a verraco.

La tabla 2 presenta ventajas y desventajas con relación a la inmunocastración.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la inmunocastración

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Cumple con estándares de bienestar animal y a su vez mejora el manejo con los cerdos destinados para el sacrificio (Salazar, 2016)	Baja aceptación por parte de los consumidores y el mercado porcino (Kallas <i>et al.</i> , 2013; Škrlep, et al., 2014; Aluwé <i>et al.</i> , 2015b).
Alternativa humanitaria y efectiva para cerdos reproductores de descarte. Así mismo se presenta una disminución en la producción de heces, esto ayuda con el medio ambiente (Vela Angel, 2012) (Trujillo y Estrada, 2011).	Hay preocupación por parte de la auto inyección (EMA, 2010), ocasionando los mismos efectos en los humanos. Esto hace que se necesite una inversión en equipos. Aumentando los costos. (Roest <i>et al.</i> 2009)

Disminuye el comportamiento agonístico y sexual (Cronin, 2003), (Rydhmer, 2006)	La disminución de los comportamientos agonísticos y sexuales se da después de la segunda dosis para inmunocastración (Baumgartner, 2010)
Disminución en la etapa de lactación en el porcentaje de mortalidad en inmunocastrado de 1.6%. (Allison <i>et al.</i> , 2010)	Los productores muestran desconfianza del procedimiento (Čandek-Potokar, Škrlep y Zamaratskaia, 2017).
Mejor calidad de la canal de los machos no castrados (Quiles, 2012) Menor consumo de alimento (Salazar, 2016)	Se puede incumplir el protocolo, presentando un olor desagradable (Quiles, 2012)
Reducción de los órganos reproductivos (Skrelep. <i>Et al.</i> , 2012) Inhibe la producción de espermatozoides y la producción de androsterona disminuyendo el olor sexual de la carne (Laguna, 2011)	Reporta un porcentaje de grasa intramuscular del 2,10%, que no resulta ser muy diferente. (Gispert, <i>et al.</i> , 2010)
Al realizar la inmunocastración hay unas mejoras económicas superiores, las cuales se reportan un espesor dorsal de grasa inferior para cerdos inmunocastrados (Morales alejandre, 2014) (Vera Angel, 2012)	Si no se cuenta con el personal capacitado para realizar la vacunación, se puede incurrir en un mal manejo del protocolo. (Laguna, 2011)

Fuente: Creación propia.

7.3 Comparación de resultados.

En la actualidad, Improvac® y sus marcas globales relacionadas: Improvest® (EE.UU. y Canadá), Vivax® e Innosure®, están disponibles para la inmunocastración de los cerdos (Kress et al., 2019). Esta vacuna se desarrolló en Australia (CSL Limited, Parkville, Victoria, Australia) y es actualmente producida por Zoetis Inc. (antes por Pfizer Ltd.). El ingrediente farmacéutico activo es un péptido análogo incompleto de la GnRH I que se conjuga al toxoide de la difteria y coadyuvar con el dietil amino etilo (DEAE)Dextrano (McNamara, 2014).

Un reciente estudio de Kress *et al.* (2020) concluye que una cuidadosa aplicación de esta vacuna garantiza resultados confiables, aún bajo diferentes condiciones de alojamiento de los cerdos.

Los cerdos que se ceban por un período de tiempo mayor (que se sacrifican a los 14 meses de edad), podrían requerir un régimen de vacunación de tres dosis para asegurar la inactivación eficiente de la GnRH endógena y la eliminación del olor a verraco. Esta tercera dosis se aplica a partir de las 10 semanas posteriores a la segunda dosis y entre 4 y 6 semanas antes de la fecha planificada para el sacrificio (EC, 2019).

Lautrup *et al.* (2018) concluyen que el crecimiento óptimo de los cerdos inmunocastrados sólo puede ser obtenido al suministrarles una dieta formulada específicamente para ellos. Además, estos resultados productivos dependen del tiempo entre la segunda vacunación y el sacrificio.

El uso de este producto para realizar el procedimiento de la inmunocastración no contiene productos químicos ni agentes microbiológicos que representen un riesgo para el medio ambiente. (EMA, 2010). La mejora de la conversión alimenticia implica que los cerdos vacunados con Improvac® producen menos heces al año que los castrados quirúrgicamente (De Moraes *et al.*, 2013).

La inmunocastración del cerdo contribuye a desarrollar una producción porcina sostenible (Kress *et al.*, 2019; Morgan *et al.*, 2019).

En Europa, una dosis de la vacuna cuesta entre 1,4 y 1,5 euros (EC, 2019). Los costos adicionales de vacunación, mano de obra y alimentación se compensan con más ingresos al incrementar la producción de cerdos por lugar y año (Kress *et al.*, 2019). Entre 2015 y 2018 se duplicó la cifra de cerdos inmunocastrados en el mundo (Kress *et al.*, 2019) lo que demuestra que la aplicación de esta tecnología está en crecimiento.

Se observó que la ingesta de alimento aumenta después de la castración inmunológica (Cronin *et al.*, 2003; Pauly *et al.*, 2009). Este hallazgo está en buen acuerdo con estudios anteriores sobre el efecto de los esteroides gonadales y las diferencias de sexo en la ingesta de alimentos (Bonavera *et al.*, 1994; Claus and Weiler, 1994) y son consecuencias del patrón de ingesta de alimentos específicos del sexo (de Haer y de Vries, 1993; Cronin *et al.*, 2003).

El procedimiento de administrar la vacuna, desde una perspectiva de bienestar, es obviamente menos dañino para el cerdo, en comparación con la castración quirúrgica sin anestesia o analgésicos (Lautrup, Vlaenderen, Aldaz y Mah, 2018).

Además, los procesos metabólicos involucrados en la producción y depósito de lípidos también son importantes para la calidad de la carne de cerdo (Wood *et al.*, 2008).

A medida que aumenta el tiempo transcurrido entre la aplicación de la segunda dosis y el sacrificio, las diferencias en el grosor de la grasa dorsal entre cerdos inmunocastrados y castrados quirúrgicamente disminuyen (Poulsen Nautrup *et al.*, 2018).

Además, existen dudas sobre la eficacia de la anestesia, ya que podría estresar aún más al cerdo debido a una manipulación adicional (Leidig *et al.*, 2009), dolor u otros efectos secundarios (Von Borell *et al.*, 2009).

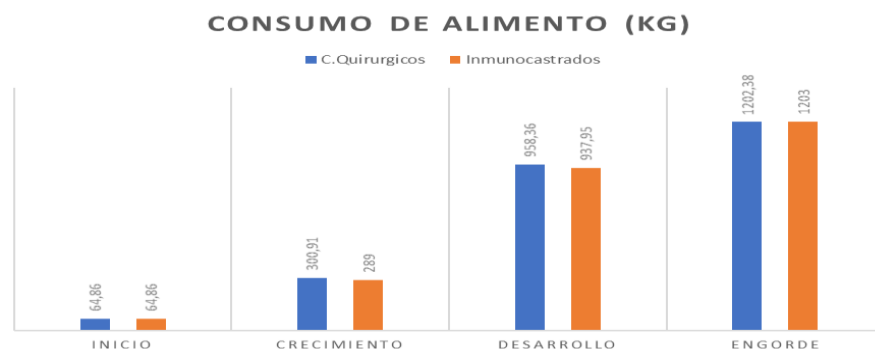
Una segunda alternativa a la castración quirúrgica es la selección genética, y se ha estimado que la selección contra androstenona y escatol eliminaría el olor a verraco en solo cuatro generaciones (Merks *et al.*, 2009). Con este fin, se han identificado varios genes candidatos (Squires y Schenkel, 2010), y dado que se considera poco probable que la selección genética afecte la calidad de la

carne (Merks *et al.*, 2009 , Squires y Schenkel, 2010), este enfoque probablemente representa una solución a más largo plazo al problema (Squires y Schenkel, 2010).

La crianza de pjaras solo de hembras es otra alternativa a la castración quirúrgica, pero esto requeriría semen clasificado, que no está disponible en volúmenes suficientes para la producción comercial de carne de cerdo, Además de esto generará problemas en la fertilidad y generará mayores costos (Von Borell *et al.*, 2009).

Según un estudio realizado por la universidad San Carlos de Guatemala, con 18 cerdos destetados a los 18 días de nacidos, de los cuales 9 fueron castrados quirúrgicamente a los 10 días de edad y 9 inmunocastrados con una vacuna 2 ml a los 70 días y 2 ml a los 120 días IM con manejo de cadena fría, se reportó que los cerdos castrados quirúrgicamente consumen mayor alimento 1.87 kg/cerdo/día en comparación a los inmunocastrados.

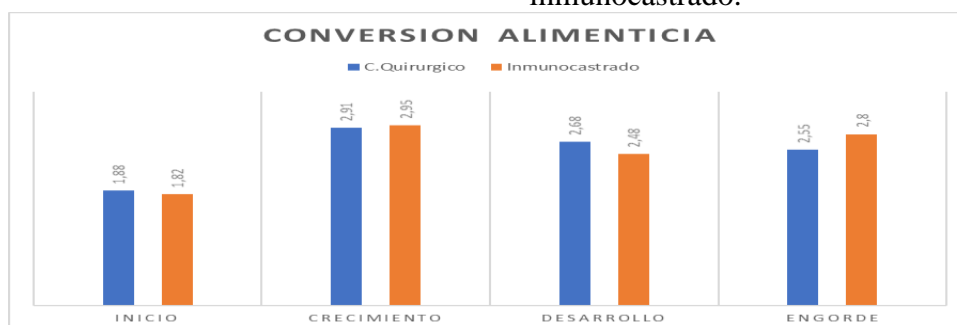
Gráfica 1. Comparación de consumo de alimento entre cerdos castrados e inmunocastrado en todas sus fases de crecimiento.



Fuente: Angel Marcelo Vela Giron. (2012).

En la gráfica 1 el consumo de alimento da como resultado que los cerdos castrados quirúrgicamente van a consumir un poco más que los inmunocastrados en el ciclo productivo. Este alimento que se ahorra si fuera una producción extensiva va a dejar más ganancias.

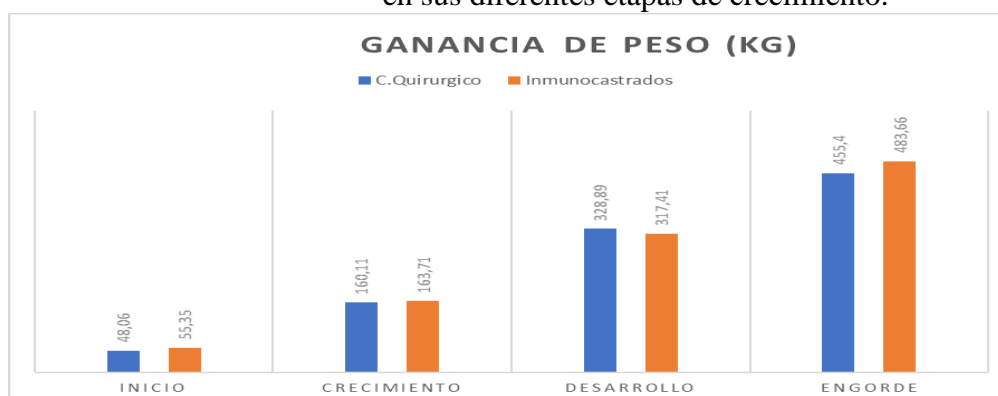
Gráfica 2. Comparación de conversión alimenticia entre castrado quirúrgicamente e inmunocastrado.



Fuente: Fuente: Angel Marcelo Vela Giron. (2012).

En la gráfica 2 se muestra que los cerdos castrados quirúrgicamente en la etapa de inicio y desarrollo tienen una mayor conversión alimenticia y los inmunocastrados en las etapas de crecimiento y engorde.

Gráfica 3. Comparación de la ganancia de peso entre castración quirúrgica e inmunocastración, en sus diferentes etapas de crecimiento.



Fuente: Angel Marcelo Vela Giron. (2012).

En la gráfica anterior se puede observar que en la etapa de inicio, crecimiento y engorde los cerdos inmunocastrado tienen una mayor ganancia de peso. En la etapa de desarrollo los castrados quirúrgicamente presentan una mejor ganancia de peso.

El Instituto Thuenen de Alemania reportó que un estudio realizado con 109 verracos sometidos a 2 tratamientos durante 3 ciclos de prueba consecutivos, con inmunocastración precoz (EARLY) y

a la estándar (CONTROL), con 2 inyecciones consecutivas de la inmuno vacuna. El grupo control recibió la primera dosis al inicio del precebo con un peso de 36,7 kg (12 semanas) y la segunda dosis entre las 4 a 6 semanas siguiente con un peso promedio de 75,3 kg. terminaron con la fase de engorde con un peso de 115 kg peso vivo. Todos los animales del grupo early recibieron la primera vacuna a las 3 semanas de edad (\emptyset 6,3 kg) en combinación con inmunizaciones contra micoplasma y bacterias coli. La fase de engorde en este ensayo comprendió un rango de peso vivo de 25,3 a 51,1 kg (CONTROL) y de 23,4 a 50,7 kg (TEMPRANA) en la fase de preengorde y pesos vivos medios finales de 115,2 (CONTROL) y 114,1 (PRIMERA), respectivamente. No se encontraron diferencias significativas para el desarrollo de peso vivo entre los grupos de prueba. La conversión alimenticia no difirió significativamente entre los grupos de prueba durante las dos fases de engorde, pero sí difirió entre las corridas de prueba en la fase de engorde. La ganancia de peso diaria de los cerdos EARLY en la fase de preceba fue significativamente superior en el 41 gr a la de los cerdos CONTROL. La ganancia diaria de peso desde el inicio hasta el sacrificio no difirió significativamente entre los grupos de prueba (903 y 916 g para los cerdos CONTROL y EARLY, respectivamente).(Bonneau, M, 2019).

La inmunocastración, a través de un proceso de inmunización activa, genera la supresión de la función testicular, siendo un método eficaz para prevenir la presencia del olor a verraco, evitando así el dolor y el estrés asociados a la castración quirúrgica. Varios estudios han evaluado su impacto en los rasgos productivos y las características de la canal en la producción porcina. (Poulsen Nautrup. 2018)

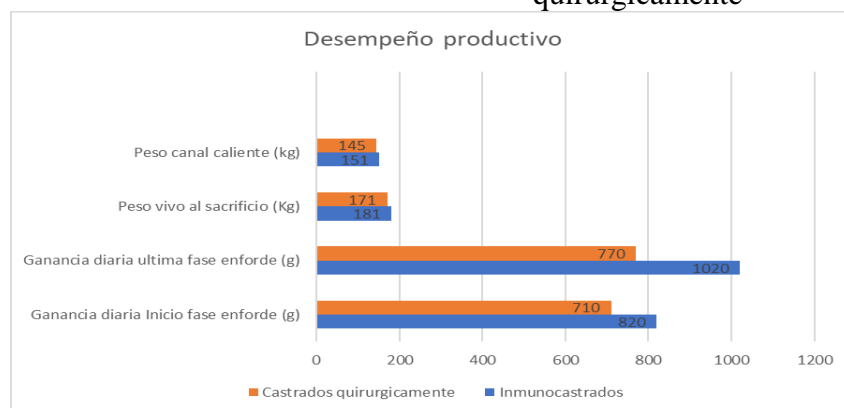
Se asignaron aleatoriamente 166 cerdos machos híbridos comerciales a dos grupos de tratamiento:

- Inmunocastración (IC; n=83), cerdos que recibieron la vacuna a la semana No. 15, 22-24, 32 y

36

- Castración quirúrgica (CS; n=83), cerdos quirúrgicamente castrados a los 4 días de edad, los animales se mantuvieron en las mismas condiciones de alimentación y alojamiento.

Gráfica 4. Comparación del desempeño productivo en cerdos inmunocastrados vs castrados quirúrgicamente



Fuente: Rossi, G.P. (2018)

La inmunocastración es una alternativa interesante a la castración quirúrgica en cerdos, ya que no influye negativamente en el rendimiento ni en la calidad productiva. (Čandek-Potokar, M,2017)

Añadimos además la necesidad de hacer tratamientos a los animales, como vacunas que son en algunos casos obligatorias y otros procesos que puedan causar dolor a los animales, tales como el raboteo, una castración o un corte de colmillos. Y acabamos recordando que para un cerdo tiene mucho más impacto un estímulo negativo que uno positivo. Es decir, es más fácil inducir el miedo al animal mediante un estímulo negativo que recobrar la confianza de estos mediante estímulos positivos (Tallet et al., 2017). Todo ello combinado, lo que nos indica es que, aunque hemos realizado avances importantes en materia de bienestar animal y salud para la especie porcina. Por lo tanto, una buena formación de las personas que están a cargo de los cerdos durante todas las fases de producción de esta especie, es siempre fundamental. Esta formación, además, será mucho

más útil si no solo se dan las herramientas para mejorar la relación humano-animal, sino también si se explican las consecuencias que tiene sobre la productividad y la calidad final del producto, pues el miedo al humano es una ineficiencia poco compatible con sistemas productivos sostenibles y respetuosos con el bienestar animal. (Dalmau & Velarde, 2016).

La tabla 3 presenta los principales resultados encontrados de la comparación entre la castración quirúrgica y la inmunocastración.

Tabla 3. Comparación entre castración quirúrgica e inmunocastración.

	Castración quirúrgica	Inmunocastración
Bienestar animal	La castración quirúrgica es un procedimiento que en su tiempo ayudó mucho a los productores, pero con el paso del tiempo se comprobó que es un método que no contribuye al buen bienestar animal de los animales (Tallet et al., 2017).	Este es un método que promete muchas mejoras en las producciones, pero aún queda el gran desafío de inculcar y promover a los productores a que empiecen a aplicar esta práctica. (Dalmau & Velarde, 2016).
Facilidad de implementación	En comparación con el nuevo método puede tener un poco más de dificultad al emplear ya que si no se sabe hacer puede complicar su implementación	es un método que solo necesita un excelente conocimiento para no tener margen de error y es muy fácil y efectivo
Ganancia diaria de peso	Si contribuye a una ganancia de peso mejor en comparación con los enteros.	Este tiene una ganancia de peso mayor a la que se genera con los castrados quirúrgicamente. (Bonneau, M, 2019).
Conversión alimenticia	Genera una buena conversión alimenticia.(Von Borell <i>et al.</i> , 2009).	A comparación de la castración quirúrgica la está genera una mayor conversión alimenticia y es en la etapa de

		engorde está se destaca más. (Squires y Schenkel, 2010).
Costos	\$<1 dólar	\$1.4 a \$1.5 dólares
Calidad carne	Contribuye a la calidad de la carne ya que quita el olor a verraco en la carne.	Contribuye a la calidad de la carne ya que quita el olor a verraco en la carne. (Čandek-Potokar, M,2017)
Mortalidad esperada	6.3%	1.6%

Fuente: Creación propia

La producción de cerdos enteros para el consumo de carne es relativamente reciente para la mayoría de los países de Europa, excepto Reino Unido, Irlanda, España y Portugal que producen entre 80 y 100 % del consumo mundial. En los últimos años también se incrementó la producción de estos animales en Alemania, Bélgica, Francia y Países Bajos; Se obtienen en las encuestas a los expertos europeos que el 63 % de los cerdos son castrados, la mayoría de ellos sin anestesia ni analgesia, el 34 % no se castran y sólo el 2,8 % son inmunocastrados.

Estos resultados son similares a los de De Briyne et al. (2016). En el estudio de Backus et al. (2018) se evidencia que aún existen grandes diferencias entre los países de Europa relativo a la producción del cerdo. La mayoría de estos todavía no ponen fin a la castración quirúrgica e incumplen con la Declaración Europea sobre alternativas a la castración quirúrgica de los cerdos. En la actualidad esta situación se mantiene similar (Kress et al., 2019).

La inmunocastración es una alternativa segura, comercialmente factible, amigable con el bienestar animal y viable para la producción sostenible de cerdos, ya que favorece la calidad de la carne, la rentabilidad económica y la protección del medio ambiente. No obstante, su aplicación es escasa y aún predomina la castración quirúrgica en la mayoría de los países.(Kress et al., 2019)

Tabla 4. Porcentaje de cerdos comercializados enteros, inmunocastrados y castrados por cirugía en 24 países de Europa (Backus et al., 2018).

País	Cerdos enteros, %	Inmuno-castrados, %	Castrados por cirugía, %	Población porcina x 1000, cabezas
Austria	5	0	95	2846
Alemania	20	<1	80	27 600
Bélgica	8	15	80	6351
Checa, R.	5	5	90	1548
Dinamarca	<2	0	>97	12 402
Eslovaquia	0	10	90	637
Eslovenia	1	0	99	288
España	80	5	15	28 500
Estonia	0	0	100	359
Finlandia	4	0	96	1258
Francia	22	<0,1	78	11 835
Hungría	1	0	99	2935
Irlanda	100	0	0	1468
Islandia	0	0	99	36
Italia	2	5	93	8561
Letonia	0	0	100	368
Luxemburgo	1	0	99	90
Noruega	<1	6	94	1644
Países Bajos	65	0	35	12 013
Portugal	85	2,5	12,5	2014
Reino Unido	98	<1	2	4383
Rumania	0	5	95	5180
Suecia	1	9	90	1354
Suiza	5	2,5	92,5	1573
Total	34,0 %	2,8 %	63,0 %	

Fuente: Backus, G., Higuera, M., Juul, N., Nalon, E., & de Briyne, N. (2018).

Es una tecnología relativamente reciente, su aceptación, introducción y extensión pueden generar incertidumbres y resistencia por parte de los actores de la cadena de producción porcina. Esta nueva práctica impone cambios en la cultura de los productores con relación a la crianza y exige de ellos mayor disciplina tecnológica para obtener los beneficios esperados. La generalización de su uso requiere de su aprobación por las partes interesadas que integran la cadena de producción, la compensación a los productores de los costos adicionales por la compra y administración de la

vacuna, de mercados que demanden la carne de estos cerdos y actores dispuestos a comercializar.
(Baker, R.B. (2020)).

8. CONCLUSIONES

- La implementación de la inmunocastración en las producciones porcinas ha sido una gran ayuda para los porcicultores, generando varios beneficios tanto para la misma producción y generando un aporte a la mejora del bienestar animal que por tanto tiempo ha estado arraigado en que solo existía un método (quirúrgico) sin importar el dolor y las posibles malas praxis que se generaban. Entre las ventajas que más se destaca están: el que cumple estándares de bienestar animal, mejora la calidad de carne, mejora la conversión alimenticia, disminuye la mortalidad.
- La inmunocastración al ser un nuevo método que está llegando a las producciones porcinas genera desconfianza. El reto de esta generación es empezar a capacitar y generar más información sobre este método para que así se descubran los beneficios y las mejoras que generará la implementación con este nuevo método para los porcinos a nivel mundial. Como desventajas de la inmunocastración se encuentra principalmente: Su baja aceptación por los productores, requiere de un aumento de costos iniciales para manejar equipos adecuados y realizar buenas capacitaciones para el personal, requiere las dos dosis para tener su efecto en comportamientos sexuales, requiere de un esquema estricto de sus dos dosis.
- De acuerdo a la revisión bibliográfica recopilada, se realizó un esquema de organización de la misma con el fin de establecer parámetros los cuales contaban con una importancia no solo económica si no también acompañada de una producción animal rentable; se resalta el alcance y la acogida que ha obtenido este procedimiento, tomando en cuenta que es un tema el cual requiere de capacitación y divulgación entre los porcicultores para obtener seguridad de llevar a cabo dicho proceso.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agergaard N, Laue A. (1993) Absorción del tracto gastrointestinal y recambio hepático del escatol. En: Actas de una reunión del Grupo de Trabajo de la EAAP. Producción y utilización de carne de cerdos machos enteros. Ed. M. Bonneau, INRA, París, Les Colloques; 60:107
- Agudelo B., C., & Gomez, J. F. (2021). Castración inmunológica en porcinos y bovinos. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 74(1), 88-93. Recuperado el 2022
- Aluwé, M., Vanhonacker, F., Millet, S., & Tuytens, A.M. (2015b). Influence of hands-on experience on pig farmers' attitude towards alternatives for surgical castration of male piglets. *Research in Veterinary Science*, 103, 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2015.09.019>
- Angel Marcelo Vela Giron. (2012). Efecto de la inmunocastración y castración quirúrgica en los parámetros productivos de cerdos.
- Allison J, Pearce M, Brock F, Crane J. 2010. A comparison of mortality (animal withdrawal) rates in male fattening pigs reared using either physical castration or vaccination with Improvac as the method to reduce boar taint. Proceedings 21st IPVS Congress, Vancouver, Canada, 2010
- Backus, G., Higuera, M., Juul, N., Nalon, E., & de Briyne, N. (2018). Second Progress Report 2015-2017 on the European Declaration on Alternatives to Surgical Castration of Pigs. <https://www.boarsontheway.com/wp-content/uploads/2018/08/Second-progress-report-2015-2017-final-1.pdf>
- Baker, R.B. (2020) La castración inmunológica de los cerdos machos: estado actual, Revista de Producción Animal versión On-line ISSN 2224-7920. Scielo. Available at: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300040#B3 (Accessed: October 31, 2022).
- Boler, D.D. et al (2014). *J. Anim. Sci.* 91, 359–368 Tomado el 25 de marzo del 2021.
- Boler, D.D. et al. (2011) Effects of increasing lysine on carcass composition and cutting yields of immunologically castrated male pigs. *Journal of Animal Science*. 89:2189-2199. doi:10.2527/jas.2010-3640
- Bonneau M. (1998) Utilización de machos enteros para carne de cerdo en la Unión Europea. *Meat Sci* ; Vol 49, Pag 257.
- Calderon, D. (2010). Evaluación de improvisación inmunocastración en relación a cerdos castrados quirúrgicamente en la raza camborough 22. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba – Ecuador. 57 p.
- Calderón Montañez, DA. 2012. Evaluación del desempeño productivo, económico y calidad de la canal en cerdos castrados quirúrgicamente vs inmunocastrados (en línea). Tesis MVZ. México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. p 1-27. Consultado 13 abril. 2022. Disponible en http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2012/Junio/diego_alfredo_calderon_montanez.pdf
- Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., & Zamaratskaia, G. (2017). Immunocastration as an alternative to surgical castration in pigs. *Theriogenology*, vol 6, pag 109-126
- Castillo, J. 2010. Castración en cerdos (en línea). España, Engormix. Consultado 04 mar 2022. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/sanidad/articulos/castracion-en-cerdos-t3210/165-p0.htm>
- Claus R, Weiler U, Herzog A. (1994) Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar-A review with experimental data. *Meat Science* vol 38 pag 289-305.

- Craig HB, Pearson AM, Web NB. (1962) Fraccionamiento de los 9 componentes responsables del olor sexual en el cerdo. *J Anim Sci* ; 27:29.
- CIAP. (2018). Manual para protagonistas manejo productivo y reproductivo en porcinos y aves. Recuperado 17 de agosto de 2022, de https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Porcino_y_Aves.pdf
- Dalmou A and Velarde A. 2016. Chapter 4: Lairage and handling. In. *Animal Welfare at Slaughter*. A. Velarde & M. Raj (eds). 5M Publishing. Sheffield, UK
- Dunshea F, 2010. Castration in the swine industry and the impact on growth performance-physical versus vaccination. *Proceedings of the London swine conference*, p 85-98.
- Dunshea FR, Colantoni C, Howard K, Mccauley I, Jackson P, Long KA, Lopaticki S, Nugent EA, Simons JA, Walker J, Hennessy DP (2001) Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* 79: 2524-2535.
- Easter, L. y Ellis, F. (2000). <http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/html>. tomado el 22 de marzo de 2021.
- EFSA (2004). *The EFSA Journal* 91, 1-18. tomado el 5 de marzo del 2021: tomado de <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2004.91>
- EMA (European Medicines Agency). (2010). EPAR-Scientific Discussion. https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-discussion/Improvac-epar-scientific-discussion_en.pdf
- Federation of Veterinarians of Europe. Pig Castration, FVE Position Paper. (Fecha de acceso: 18 febrero 2021) URL: http://www.fve.org/news/position_papers/animal_welfare/fve_09_040_castration_pigs_2009.pdf.
- Gispert M, López-Bote C, 2011. La inmunocastración como una alternativa a la castración quirúrgica de cerdos machos para la producción de jamón curado. VI Congreso Mundial del Jamón, Lugo, 21-23 de septiembre. 396p
- Gispert, M. *et al.*, (2010). *Meat Sci.* 85, 664–670. tomado el 12 de marzo del 2021
- Kress, K., Millet, S., Labussière, É., Weiler, U., & Stefanski, V. (2019). Sustainability of pork production with immunocastration in Europe. *Sustainability*, 11(12), 3335.
- Laguna Ortega FB. 2011. Programas de alimentación en porcino en función del sexo: efectos de la castración quirúrgica y la inmunocastración (en línea). Curso de especialización FEDNA (27, 2011, Madrid, España). España, FEDNA. p. 113-137. Consultado 04 marzo de 2022. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/202-alimentacion.pdf
- Lundström, K., Matthews, K.R., & Haugen, J.E. (2009). Pig meat quality from entire males. *Animal*, 3(11), 1497-1507. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990693>
- INATEC. (2018) Manual para protagonistas manejo productivo y reproductivo en porcinos y aves. CIAP. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Porcino_y_Aves.pdf
- Martínez, O. & Castañeda, L. (2016). Evaluación de inmunocastración sobre parámetros productivos y factibilidad económica en cerdos enteros comparado con cerdos castrados. *Memorias primer Congreso Internacional en Ciencias Veterinarias y Zootecnia*. Editores: MVZ. Herminio I. Jiménez Cortez, Ph. D. Rubén Ramírez Aquino, MMVZ. Natalia del Pilar Villafuerte Ramírez, Dra. en Microb. Nelys Herrera Fúnez. México. 94. Recuperado de http://emas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/fmvz/resources/LocalContent/204/2/Memorias%20presentaciones%20cortas.pdf#page=93

- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2021). Capítulo II Bienestar animal para la especie porcina. Un manual de bienestar animal (1st ed., pp. 20-28). retrieved from <https://www.minagricultura.gov.co/normatividad/proyectos%20normativos/manual%20de%20condiciones%20de%20bienestar%20animal.pdf>
- Morales alejandre, j. (2014) Influencia de la castración y la línea genética paterna sobre el rendimiento productivo y la calidad de la canal y de la carne en cerdos sacrificados a pesos elevados. Tesis doctoral, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid Olivares A, Cordero G, López-Bote C, 2007. Estrategias productivas para la obtención de jamones de calidad. IV Congreso Mundial del Jamón. 481 p.
- Patterson RLS (1968). 5 α -hidroxi-5 α -androst-16-eno como componente de olor a almizcle de la glándula salival submaxilar de jabalí y su relación con el olor sexual en la carne de cerdo. J Sci Food Agric; 19: 434.
- Pauly, C. *et al.* (2009). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immuno castrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire pigs. The Animal Consortium. 3(7); 1052-1066; doi: 10.1017/S1751731109004418.
- Prunier A, Bonneau M, von Borell EH, Cinotti S, Gunn M, Fredriksen B, Giersing M, Morton DB, Tuytens FAM, Velarde A. (2006) A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. Anim Welf ; 15:277-289.
- Quiles, A. 2012. Castración de lechones: ventajas e inconvenientes (en línea). Revista Cría y Salud (24): 54-63. Disponible en https://asonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/24/cys_24_54-63.pdf
- Poulsen Nautrup, B.; van Vlaenderen, I.; Aldaz, A.; Mah, C.K. The Effect of Immunization against Gonadotropin Releasing Factor on Growth Performance, Carcass Characteristics and Boar Taint Relevant to Pig Producers and the Pork Packing Industry: A Meta-Analysis. Research in Veterinary Science 2018, 119, 182–195
- Rita de Kássia Silva dos Santos , Fabiana Ribeiro Caldara , Marta Moi , Luan Sousa dos Santos , Irenilza Alencar Nääs , Luciana Foppa , Rodrigo Garófallo Garcia , Rusbel Raul Aspilcueta Borquis. (2016). *Behavior of immunocastrated pigs*. Revista Brasileira de Zootecnia.
- Rossi, G.P. (2018) *Immunocastration in heavy pig production: growth performance and carcass characteristics*, Università degli Studi di Milano. Available at: https://www.fondazionecrpa.it/wp-content/uploads/2022/09/EAAP22_72_Pesenti-Rossi_poster.pdf (Accessed: October 31, 2022).
- Salazar, R. J. (2016). Evaluación de parámetros productivos y organolépticos de cerdos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados en la granja experimental Cunori, Zapotillo, Chiquimula. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala Centro Universitario de Oriente Zootecnia
- Skrepl, M., Batorek, N., Bonneau, M., Prevolnik, M., Kubale, V., & Candek-Potokar, M. (2012) Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. Czech J. Anim. Sci., 57 (6), 290-299, Recuperado de <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/65809.pdf>
- Tallet C, Brajon S, Devillers N and Lensink J. 2018. Chapter 13. Pig-human interactions: creating a positive perception of humans to ensure pig welfare. In: Spinka M, Camerlink I. (eds). Advances in Pig Welfare. Woodhead Publishing, Cambridge, UK.
- Thun R, Gajew Z, Janett F (2006) Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. J. Physiol. Pharmacol. 57(8): 189-194

- Trujillo JH, Estrada JF. y Guzmán PA. 2011. Inmunocastración: alternativa humanitaria y efectiva a la castración quirúrgica de cerdos reproductores de descarte. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 24: 254-262
- Verdezoto, M.A. (2009). Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados e inmunocastrados. Tesis Pregrado Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. Honduras.
- Viscardi AV, Hunniford M, Lawlis P, Leach M, Turner PV. 2017. Development of a piglet Grimace scale to evaluate piglet pain using facial expressions following castration and tail docklink: A pilot study. *Frontiers in Veterinary Science*, 4(51): 1-9.
- Williams, S. 2016. Atlas de reproducción porcina. Intermedica. Vol1. 39-47