UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA TÉCNICA DE INMUNO-CASTRACIÓN EN LA PRODUCCIÓN PORCINA: UNA ALTERNATIVA PARA GARANTIZAR EL BIENESTAR ANIMAL"

AUTOR

Carolina Geovanna Vicente Vicente

Jessica Liseth Catagña Caiza

DIRECTOR

Ing. Pablo Ernesto Arias, MSc

PASTAZA – ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien/es suscribe/n Jessica Liseth Catagña Caiza con C.I. 1500974330 y Carolina Geovanna Vicente Vicente con C.I. 1725498784, hace constar que es autor/a del Trabajo de Integración Curricular titulado: **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA TÉCNICA DE INMUNO-CASTRACIÓN EN LA PRODUCCIÓN PORCINA: UNA ALTERNATIVA PARA GARANTIZAR EL BIENESTAR ANIMAL,** el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, ING/Msc. Pablo Ernesto Arias. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 22 días del mes de enero del 2021.

Jessica Liseth Catagña Caiza	Carolina Geovanna Vicente Vicente
Nombre del Estudiante	Nombre del Estudiante
CI: 1500974330	CI: 1725498784

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: “Revisión bibliográfica sobre la técnica de inmuno-castración en la producción porcina: una alternativa para garantizar el bienestar animal”



Firmado electrónicamente por:

RICARDO ERNESTO BURGOS MORAN

MSc. Ricardo Ernesto Burgos Morán

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:

VERONICA ISOLINA MASSON FIALLOS

MSc. Cecilia Rodríguez Haro

Miembro del Tribunal



Firmado electrónicamente por:

MARIA AUGUSTA GUADALUPE ALCOSER

MSc. Verónica Masson Fiallos

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 04-SAU-UEA-2021

Puyo, 26 de enero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo De Integración Curricular correspondiente a las egresadas: VICENTE VICENTE CAROLINA GEOVANNA con C.I. 1725498784 y; CATAGÑA CAIZA JESSICA LISETH con C.I. 1500974330, con el Tema: **"Revisión bibliográfica sobre la técnica de inmunocastración en la producción porcina: una alternativa para garantizar el bienestar animal"**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Director del proyecto Ing. Arias Pablo Ernesto, MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 22 de enero de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría, salud y fortaleza para seguir adelante y nos desfallecer frentes a los problemas, que se presentaron durante el ciclo de la carrera.

Le agradezco a mis padres (Maritza Caiza & Geovanny Catagña) que fueron de gran apoyo en todo momento, de igual forma a mis hermanos (Nataly, Tamara y Jonathan) por haberme apoyado y estar siempre a mi lado en las alegrías, tristezas y logros como es el que ahora estoy pasando.

A mis amigos Anahí Pabón, Diego Ramos, Alex Cambizaca, Luis Mayorga y Aaron Sánchez, por acompañarme en la trayectoria de la carrera, brindándome su apoyo, compresión y cariño.

A mi compañera de estudio, amiga, confidente Carolina Vicente por estar en momentos buenos y malos, tanto en mi vida académica como personal.

A mi asesor de trabajo de titulación el Ing. Pablo Arias que con su confianza y sabiduría me supo dirigir durante la elaboración y culminación del presente trabajo, así mismo al Doctor William Caicedo quiero expresar mis más sinceros agradecimientos por su guía, dedicación, amistad y comprensión en la realización satisfactoria de este trabajo de graduación.

Jessica Catagña

AGRADECIMIENTOS

Al empezar a redactar en las siguientes líneas mencionare la siguiente frase "No sé qué será de mi futuro, pero lo que si se es que Dios lo tiene en sus manos".

Agradezco a Dios por ser mi fortaleza, guía y ayuda; desde el inicio de este gran sueño que hace 5 años atrás empezó y hoy se cristaliza en una realidad.

A mis padres Nelson Vicente y Florinda Masache que han sido mi apoyo incondicional en todos los aspectos y que siempre me han demostrado que aquel que persevera, alcanza todo conforme a la voluntad de Dios, a mis hermanos (Jessica, Estefanía y Alexander) que siempre me han brindado su amor y su apoyo con sus oraciones así mismo a mi cuñado Maykol Rueda que ha sido un gran apoyo y a mis pequeños sobrinos que han sido mi motivo de superación.

A mi amiga y compañera de trabajo (Jessica Catagña) por estar en tiempos malos y buenos por siempre demostrarte su sincera amistad y sobre todo por sus consejos.

A mis asesores espirituales de la Pastoral Universitaria el sacerdote Ángel Servilio y la Hermana Maribel Capelo por todo su apoyo de igual forma a mis amigos (Estefanía Campoverde, Erick Salambay y Robinson Feijoo) por su apoyo espiritual y cada una de sus palabras de positivismo.

A mi amiga Grace Benítez porque a pesar de la distancia con su apoyo también me ha ayudado enormemente, de igual manera a mi amigo Bryan Pérez por su apoyo incondicional y por último a mi amiga Salome Ortiz por apoyarme y ayudarme en todo lo que necesitaba.

A mis amigos y futuros colegas (Dalia Ortiz, Carolina Bustamante, Bryan Delgado, Deysi Chinque, Vanessa Grefa, Rubén Viera, Alejandra Martínez) que a lo largo de esta carrera se ha forjado una amistad incondicional y que siempre estuvieron prestos para cualquier ayuda que requería.

A mi tutor de este trabajo el Ing. Pablo Arias por su paciencia y dedicación durante todo el proceso de elaboración de este trabajo así mismo quiero expresar mis sinceros agradecimientos al Doctor. William Caicedo por su compresión y sobre todo por compartir su experiencia y conocimiento conmigo.

Carolina Vicente

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios por concederme la vida y por haberme guiado en cada paso en este arduo caminar, cuidándome y dándome fuerzas para continuar.

A mis padres, a mis abuelitos y mis hermanos que con su ejemplo han hecho de mí una persona de muchos valores, sobre todo la responsabilidad. Sin ellos jamás hubiese podido alcanzar este logro, ya que siempre han sido un pilar fundamental para mi superación personal como académica. Su tenacidad y lucha constante me han servido de motivación para seguir adelante.

A los docentes que han sido una guía, transmitiéndome conocimientos en base a sus experiencias. Para ustedes es dedicado este trabajo de investigación.

Jessica Catagña.

DEDICATORIA

Con mucho afecto dedico a una persona que me acompañado siempre y que me demuestra su amor todos los días, a mi dador de vida el Espíritu Santo y a la Virgen María por demostrarme su amor.

A mis padres que son un pilar fundamental en mi vida., a mis hermanos y abuelitos en especial en la memoria de mi abuelito Francisco Vicente Camacho.

A todos aquellos que atrás de todo esto siempre me dieron consejos que con el tiempo han ido forjando mi carácter y especial a las personas que conforman el Hogar con María.

A todos los docentes que con mucha paciencia supieron compartirme sus conocimientos durante toda la carrera, Dios los bendiga siempre.

Carolina Vicente

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Este trabajo tiene la finalidad de analizar resultados de investigaciones acerca de la técnica de inmunocastración en cerdos, la cual consiste en la aplicación de la vacuna Improvac ® en dos dosis de 2 ml, por vía subcutánea, la primera dosis después de las 8 semanas de vida y la segunda 4-6 semanas antes del sacrificio. La misma que actúa como un mecanismo efectivo para evitar el desarrollo sexual y el olor característico de la carne en el macho. Por lo tanto, se realizó una revisión bibliográfica en base a la importancia y los beneficios que proporciona la técnica de inmuno-castración en cerdos macho y hembras. En esta investigación presenta datos relevantes en cuanto a la ganancia de peso e incremento de la canal, reducción de peso testicular, ovarios y útero. Se concluye que la técnica de inmunocastración aumenta los índices productivos, las características de la canal, reducción el costo de producción en la ceba porcina y garantiza el bienestar animal.

Palabras claves: Improvac, inmunocastración, GnRH, Innosure, inmunización.

Abstract

This work aims to analyze research results on the technique of immunoscastration in pigs, which consists of the application of the Improvac ® vaccine in two doses of 2 ml, subcutaneously, the first dose after 8 weeks of life and the second 4-6 weeks before slaughter. It acts as an effective mechanism to prevent sexual development and the characteristic odor of meat in the male. Therefore, a bibliographic review was conducted based on the importance and benefits provided by the immuno-castration technique in male and female pigs. This research presents relevant data on weight gain and channel increase, testicular weight reduction, ovaries and uterus. It is concluded that the immunoscastration technique increases production rates, channel characteristics, reduces the cost of production in swine barley and ensures animal welfare.

Keywords: Improvac, Immunoscastration, GnRH, Innosure, Immunization

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO I 1
1. Introducción 1
1.1 Planteamiento del problema 2
1.2 Objetivos 3
1.3 Justificación 3
2.1 El cerdo, origen y domesticación 5
2.2 Principales razas en el Ecuador 5
2.3. Producción de carne de cerdo en el mundo y en Ecuador 6
2.4 Morfo fisiología del aparato reproductor del porcino (hembras y machos) 7
2.5. Madurez sexual de cerdos macho y hembras 7
2.6 Castración de cerdos 9
2.7. Técnicas de castración 10
2.8. Bienestar animal 13
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 15
3.1 Localización 15
3.2 Tipo de Investigación 15
3.3. Métodos de la investigación 15
CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS 16
RESULTADOS 16
Parámetros productivos en cerdos enteros, castrados e inmunocastrados 16
Indicadores de órganos reproductivos y glándulas accesorias 17
Indicadores productivos en cerdas castradas, enteras e inmunocastradas 18
Indicadores productivos de la calidad de carne en hembras 19
Indicadores de los órganos reproductivos de la cerda 20
Bienestar Porcino 21
Análisis económico de las técnicas de castración 21
Conclusiones y Recomendaciones 23
Referencias 24

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales razas de cerdos presentes en Ecuador 5
Tabla 2 Parámetros productivos en cerdos enteros, castrados e inmunocastrados 16
Tabla 3 Indicadores de órganos reproductivos y glándulas accesorias..... 17
Tabla 4 Indicadores productivos en cerdas castradas, enteras e inmunocastradas 18
Tabla 5 Indicadores productivos de la calidad de carne 19
Tabla 6 Indicadores de los órganos reproductivos de la cerda 20
Tabla **7** Indicadores del bienestar animal en cerdos 21
Tabla 8 Análisis económico de las técnicas de castración para 15 cerdas..... 22

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inhibición del olor sexual mediante la inmunocastración 12

CAPITULO I

1. Introducción

En los últimos años, debido al interés de aumentar la productividad se han desarrollado varias tecnologías en la producción, muchas de las veces no respetan el bienestar del cerdo, ya que los animales son sometidos a un extremo confinamiento ocasionando un deterioro en cuanto a la calidad de la carne (Morgan;Itin-Shwart;Koren;Meyer;Matas;Younis;Novak;Weizmann;Rapaic; Ahmad, 2019). Cabe recalcar que la carne de cerdo es la más apetecida, por lo tanto, se sacrifican mil millones de cerdos anualmente y la mayoría de estos son sometidos a procedimientos quirúrgico-dolorosos (Morgan et al., 2019).

En el Ecuador la normativa para el sector agropecuario señala en el Art.1 regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoosanitario (LOSA, 2017).

El Reino Unido, Dinamarca, Irlanda, Australia y Nueva Zelanda, entre otros, han abandonado en un 50% la castración quirúrgica, ya que muchos estudios han demostrado ventajas comparativas en la producción de cerdos castrados vs sin castrar, obteniendo un mayor crecimiento, mejor índice de conversión alimenticia y menor impacto ambiental ya que las heces de los cerdos sin castrar contienen menos nitrógeno que los cerdos castrados (Verdezoto, 2009)

La castración quirúrgica es utilizada de forma tradicional durante muchos años y todavía es común en la mayoría de los países (Prunier et al., 2006).La castración se suele aplicar en los primeros días de vida de los lechones, con el objetivo de evitar el desagradable olor sexual de la carne del cerdo macho, también se lo realiza con el fin de mejorar el rendimiento y calidad de carne, sin embargo, la técnica causa mucho dolor y estrés a los animales, además produce aumento de la tasa de mortalidad y complicaciones de la post-castración como infecciones y hernias, en consecuencia, se considera necesario realizar constantemente innovaciones tecnológicas que contribuyan en el confort y en el bienestar de animal (Ramírez, 2017).

En este sentido, se han realizado varias investigaciones que reduzca el dolor y el sufrimiento a los lechones (Barrera, 2013).Una de estas alternativas es la inmuno-castración, la cual consiste

en la aplicación de la vacuna, que actúa como un mecanismo efectivo para evitar el desarrollo sexual y el olor característico de la carne en el macho (Agudelo et al., 2011).

La técnica de inmuno-castración consiste en aplicar la vacuna Improvac® en dos dosis de 2 ml, por vía subcutánea, la primera dosis después de las 8 semanas de vida y la segunda 4-6 semanas antes del sacrificio. Dicha técnica es una alternativa viable para el sistema de producción porcina, ya que se puede aplicar en machos y hembras, permitiendo aumentar la ganancia de peso, mejoras en la conversión alimentaria, mayores ingresos económicos y reducción del estrés y la mortalidad de los animales (Brunori et al., 2012).

En la actualidad existe la vacuna Improvac® y se la conoce con diferentes marcas a nivel mundial como; Improvest® (EE.UU. y Canadá), Vivax ®, e Innosure ® (Ecuador); disponible para la inmunocastración en cerdos (Kress et al., 2020).

Esta vacuna se desarrollado en Australia (CSL Limited, Parkville, Victoria, Australia), y actualmente es elaborada por Zoetis Inc. (anteriormente por Pfizer Ltd.) (Basulto, 2020).Bajo este contexto se plantea la necesidad de analizar documentalmente la técnica de inmuno-castración de cerdos con el fin de garantizar el bienestar animal en las granjas. Por tanto, el presente trabajo pretende dar a conocer la importancia y los beneficios que proporciona la técnica de inmuno-castración, tanto para los cerdos como para los productores.

1.1 Planteamiento del problema

La castración quirúrgica en cerdos macho es un procedimiento tradicional que se ha generalizado durante mucho tiempo en las granjas de todo el mundo, bajo los criterios de la prevención de la reproducción no deseada, reducción de peleas, facilidad del manejo de los animales y mejora de la calidad de la carne. Sin embargo, es un tema controversial debido a que hay serias implicaciones en el bienestar de los animales como consecuencia del dolor, estrés y mortalidad (Pérez, 2018). Por otra parte, en la ceba comercial las hembras enteras entran en calor a partir de los 5 meses de edad, aun sin alcanzar el peso para el sacrifico, y durante los días de celo las cerdas no incrementan su peso ocasionando una gran pérdida económica para la granja por concepto de gastos en mano de obra, instalaciones y alimento.

En base a las últimas investigaciones, varios autores concuerdan que la técnica inmuno-castración en cerdos macho y hembras destinadas a la ceba se considera como una alternativa viable para garantizar el bienestar animal y mejorar la ganancia de peso, conversión alimentaria, generar mayores ingresos económicos, reducción del estrés y la mortalidad de los animales (Aluwé et al., 2016). Bajo este contexto se plantea la necesidad de analizar documentalmente la técnica de inmuno-castración en porcinos con el fin de garantizar el bienestar animal en las granjas a través de la recopilación de información de libros, revistas, artículos, tesis de posgrado y pregrado.

1.2 Objetivos

1.2.1. General

- Analizar resultados de investigaciones sobre la técnica de inmuno-castración en la producción porcina como una alternativa para garantizar el bienestar animal en el Ecuador

1.2.2 Específicos

- Realizar una selección metodológica de libros, artículos y revistas científicas, tesis de pregrado y postgrado relacionadas con la técnica de inmuno-castración en la producción porcina como una alternativa para garantizar el bienestar animal.
- Analizar resultados de parámetros productivos sobre las técnicas de castración quirúrgica e inmuno-castración en porcinos machos y hembras.

1.3 Justificación

En los últimos años, debido al interés de aumentar la productividad se han desarrollado varias tecnologías en la producción, muchas de las veces no respetan el bienestar del cerdo, ya que los animales son sometidos a un extremo confinamiento ocasionando un deterioro en cuanto a la calidad de la carne (Bravo, 2017).

La castración quirúrgica es utilizada de forma tradicional en el manejo de porcinos machos con el fin de mejorar el rendimiento y calidad de carne. Sin embargo, la castración es realiza por productores, la cual no utilizan anestesia ni analgésicos postoperatoria (Prunier et al., 2006). Causando así mucho dolor y estrés en los animales (Higuera, 2012),asimismo provocando un retraso en la producción y pérdidas económicas (Čandek et al., 2017).

Se estima que alrededor de 600 millones de lechones son castrados anualmente, de los cuales 4,5 millones mueren por efectos de post-castración, la misma que representa una tasa de mortalidad 0,75% a nivel mundial, esto se debe al mal manejo del proceso quirúrgico (Girón, 2012).

Una de las alternativas es inmuno-castración, la cual consiste en la aplicación de la vacuna Improvac® (Improvest ® Vivax ®, e Innosure), que actúa como un mecanismo efectivo para evitar el desarrollo sexual y el olor característico de la carne en el macho (Romat, 2015).El beneficio de la inmuno-castración es una reducción notable en el comportamiento sexual y agresivo de los cerdos macho viviendo en grupos (Pérez, 2018).

Esta técnica también se viene empleando con éxito en cerdas para evitar que entren en celo antes de salir al mercado, de hecho, es considerada como una alternativa efectiva y sencilla frente a la gonadectomía, practicada en hembras para evitar la aparición del estro o gestaciones no deseadas (Castellanos & Reinaldo, 2019).

La aplicación de la vacuna se realiza por vía subcutánea, en dos dosis, la primera dosis debe administrar después de las ocho semanas de edad y la segunda dosis, de cuatro a seis semanas antes del sacrificio (Delbem, 2018).Según las recomendaciones del fabricante, la primera dosis de vacuna estimula el sistema inmunitario del animal, pero no altera el tamaño ni la función de los testículos y ovarios. La segunda dosis provoca una respuesta inmunitaria protectora que inhibe la función testicular y ovárica, además, disminuye los comportamientos agresivo y sexual (Ayres et al., 2011). También, ofrece ventajas con respecto al bienestar permitiendo que los animales vivan en mejores condiciones posibles, sin padecer sufrimientos físicos o psicológicos innecesarios, además garantiza la sostenibilidad (Hernández, 2018).

CAPITULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 El cerdo, origen y domesticación

El cerdo es un animal doméstico usado particularmente en la alimentación humana por algunas culturas (Mendieta , 2013). Los cerdos ibéricos fueron introducidos en el continente Americano por Cristóbal Colón en su segundo viaje, por lo tanto surge el aparecimiento y domesticación del cerdo americano; Rodrigo Bastidas lidero una expedición años más tarde partiendo desde España y fundando a la vez a Santa Martha en 1525 trajo 300 cerdos, todo esto surgió en el reinado de Carlos V, se cree que estos animales fueron los primeros en establecerse en Colombia donde recibían una alimentación rudimentaria, al aire libre y eran muy apetecido por la carne, grasa y su fertilidad (Quezada, 2017).

América Latina cuenta con una población significativa de cerdos, los cuales fueron introducidos por Cristóbal Colon, en el segundo viaje por el Nuevo continente en 1493 por la Isla Española es donde por primera vez ingresan los cerdos domésticos y posterior a eso se logra expandir hacia Colombia, Venezuela, Perú y Ecuador (Revidatti, 2009).

2.2 Principales razas en el Ecuador

Debido a la alta demanda del consumo de carne porcina, lo productores se han enfocado en realizar cruzamientos con cerdos que presenten mejores características como un rápido crecimiento, produzcan mayor proporción de carne magra y menor índice de conversión alimenticia (Procel, 2019). En la tabla 1 se presentan las principales razas de porcinos presentes en Ecuador.

Tabla 1 Principales razas de cerdos presentes en Ecuador

Razas	**Características**	**Edad (meses)**	**Peso aproximado (kg)**	
			Hembras	Machos
Duroc	Rápido crecimiento, carne muy magra con grasa intramuscular.	6 12	70 130	90 160
Hampshire	Buena habilidad materna, rendimiento de canal aceptable, alta calidad de la carne y facilidad de adaptación al medio.	6 12	60 135	75 135

Pietrain	Es de crecimiento lento, gran rendimiento de corte magros y proporción de grasa mínima	6 8 - 12	40 90	50 120
Landrace	Alta fertilidad y fecundidad, buena productora de leche, buenos rendimientos en ceba. Tiene 2 o 3 pares más de costillas que otras razas.	6	100	115

Fuentes: (Martínez, 2016); (Espinosa & Cataño, 2005); (Tapia, 2020); (Padilla, 2007)

2.3. Producción de carne de cerdo en el mundo y en Ecuador

La FAO estima, que la producción y consumo de carne en el 2020-2021, disminuirá el 1,7% debido a la propagación de la Peste Porcina Africana y a las perturbaciones del mercado ocasionado por la pandemia. Por segundo año consecutivo la producción mundial de carne de cerdo registra 101 millones de toneladas en 2020, es decir, un 8% menos que el año anterior. China, UE y EE. UU., concentran cerca del 80% de la producción mundial, siendo los mayores productores y consumidores de carne porcina. Sin embrago, datos estadísticos revelan que disminuirán considerablemente (FAO, 2020). En Ecuador en los últimos años se ha visto un crecimiento característico del consumo de carne de cerdo mostrando así el consumo per cápita de entre 10 a 11 kilos por año (Núñez, 2018).

En Ecuador la producción de carne de cerdo en los años 2009 y 2018 duplico, pasando de 90 mil toneladas métricas, para el año 2019 hubo un incremento de 173 mil 194 toneladas. Estos resultados son tomados directamente por la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE) guiando como base información del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Según la información, sobre el consumo de carne de cerdo en el país se calcula que aproximadamente aumento de 100 mil a 203 toneladas (Cabrera, 2018). Actualmente el consumo per cápita de carne de cerdo ha incrementado en un promedio aproximadamente de 12,11% desde el año 2006 ubicándose en 10,68kg anuales por persona en el año 2010 (Espinoza , 2012).

En el año de 1992 la conversión alimenticia daba como indicadores en un orden de entre 3,10 a 3,15 en la cual era considerado aceptable, pero en los últimos años debido al mejoramiento genético, nutrición, manejo de instalaciones y el confinamiento han llegado a obtener índices de

conversión alimenticia de 2.17, lo cual significa una eficiencia de 31% generando rentabilidad (Castellanos, 2017).

Actualmente para producir un kg de carne de porcino se requiere 2,5 kg de alimento comercial, pero hace 10 años se utilizaba casi 3 kg de alimento por cada kg de carne de igual forma la producción de canales con alto contenido de carne magra son altamente valoradas por el consumidor actual (Babot, 2017).

2.4 Morfo fisiología del aparato reproductor del porcino (hembras y machos)

2.4.1 Aparato reproductor de la hembra

El tracto genital de la hembra porcina se compone de una porción está conformado por órganos internos como (ovarios, oviducto, útero y vagina), externos (vestíbulo, vulva, clítoris y uretra) (Cheté, 2005).

2.4.2 Aparato reproductor del macho

El aparato reproductor del macho está conformado por: uretra, cordón espermático, epidídimo, testículos, vejiga, próstata, vesículas seminales, glándulas bulbouretrales y pene (Gasca, 2006).

2.5. Madurez sexual de cerdos macho y hembras

El inicio de la pubertad ocurre con la maduración del eje hipotalámico-adenohipofisario, señalado por el aumento de la secreción de hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) por la pituitaria anterior. La frecuencia de los pulsos de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), los andrógenos y los estrógenos son los controladores de este proceso, mientras que la LH y la FSH regulan la función testicular. La GnRH se une a los receptores presentes en la pituitaria anterior e induce la secreción de LH y FSH. Así, hay un aumento en la secreción de gonadotropinas que actúan sobre las gónadas y estimular el crecimiento testicular, la espermatogénesis y la esteroidogénesis (Delbem, 2018).

La pubertad es un período de desarrollo reproductivo acelerado que culmina en la fertilidad funcional aproximadamente, los machos son precoces y a los 3-4 meses presentan actividad sexual; en cambio las hembras lo hacen a los 5 meses de edad (Calvo, 2005). Este proceso no solo implica el crecimiento de los órganos reproductores y el aumento de la espermatogénesis,

sino también el desarrollo del comportamiento sexual. La conducta de apareamiento de los verracos consiste en husmear el órgano genital, montar y copular; En el caso de las hembras da aparición con los primeros signos en la etapa del estro, posteriormente con crecimiento de folículos ováricos (Zamaratskaia et al., 2008).

2.5.1 Ambiental

La temperatura y la humedad relativa afectan a las hembras reproductoras provocando la reducción y la cesación del crecimiento corporal, por ello el efecto de la temperatura es considerado importante en las fases de fecundación e implantación, las temperaturas ambientales muy elevadas reducen la tasa de ovulación así mismo en verracos ejercen un efecto negativo en el proceso espermiogénico provocando baja fertilidad, por lo tanto, distintos autores mencionan que en la hembra ocasiona trastornos en el proceso procreativo (Espinosa, 2012).

2.5.2 Genética

En la actualidad debido a las demandas y a los cambios del mercado se ha visto en la necesidad de criar cerdos que se adapten al nuevo entorno; como resultado de esta tendencia la producción se ha orientado a desarrollar animales que produzcan más carne que grasa y cuyo crecimiento sea precoz; las principales razas que se manejan el Ecuador son: duroc, landrace, pietrain, hampshire, yorkshire y las líneas hibridas (Procel, 2019).

Para obtener buenos resultados, es de gran importancia contar con reproductores de alta calidad genética, para lograr esto se requieren determinados conocimientos relacionados con la selección y cruzamiento, así como de consanguinidad y cruzamientos por vía inseminación artificial (IA), con la única finalidad de mejorar las razas y aumentar su productividad (Alarcón et al., 2005).

Las explotaciones porcinas con fines comerciales realizan cruzamientos entre 2 o mas razas puras, las mismas que consideran características como buena rusticidad, mayor proporción de carne, buena capacidad reproductiva y buenos instintos maternales, así obteniendo cerdos híbridos con cualidades productivas superiores a los progenitores: Los cruzamientos más utilizados en los programas de mejoramiento genético son: (Duroc x Yorkshire; Landrace x Yorkshire; Landrace x Yorkshire x Pietrain; Pietrain x Landrace), (Santillan, 2014). Las características reproductivas de heredabilidad en los cerdos suelen ser bajas 5-15%, y la

variabilidad que existe atribuyen principalmente a factores genéticos no genéticos y no aditivos (Torres et al., 2005).

2.6 Castración de cerdos

2.6.1 Beneficios de la castración

La castración es un paso importante para obtener una carne de alta calidad que satisfaga las preferencias del consumidor (Simplício et al., 2011).

1. Mejora los atributos sensoriales de la carne de cerdo.
2. Aumenta el contenido de grasa intramuscular.
3. Evita el mal olor y el sabor desagradable a verraco.
4. Reduce comportamientos agresivos y sexuales.
5. Ayuda a minimizar las lesiones y el estrés.
6. Mayor porcentaje de carne magra (2,5 - 3,0%).
7. Mejora conversión alimenticia (0,2 – 0,4).
8. Disminuye el (10%), de la producción de estiércol.
9. Menor incidencia de enfermedades.
10. Reduce el trabajo veterinario.
11. Mejora bienestar animal(Kallas et al., 2013).

El uso de técnicas de castración permite ganar peso rápidamente y aumentar el consumo de alimento de las cerdas primerizas, además es de suma importancia para homogeneizar lotes formados por machos y hembras, así logrando obtener una mayor rentabilidad económica (Rodrigues, 2016) .

2.6.2 Hormonas que intervienen en el olor y sabor sexual de la carne

La androsterona es una feromona sexual, que se encuentra asociada al olor a orina, heces y transpiración, la cual, puede percibirse en la carne de cerdo. Este olor proviene de la combinación de dos compuestos principales, en primer lugar, el escatol se sintetiza en las células de Leydig de los testículos, esta absorbe en el intestino grueso por microorganismos intestinales como el metabolito del triptófano y circula en la sangre, donde puede ser catabolizado por el hígado o almacenado de forma reversible en el tejido adiposo (Dalla et al., 2020).El escatol no sólo se produce en machos (enteros y castrados) sino también en hembras, su concentración en

grasa es mayor en los enteros, resultado de una tasa más lenta de eliminación hepática (Agudelo et al., 2011).

En segundo lugar, la androsterona, se produce en cerdos con tejido testicular activo. Su producción en las células de Leydig localizada en los testículos está regulada por el eje hipotalámico-pituitario-gonadal, de la misma forma que la síntesis de las hormonas gonadales andrógenos y estrógenos. Después de ser liberada en la sangre, la androsterona puede ser catabolizada por el hígado o eliminada por la saliva y la orina (Bonneau & Weiler, 2019).

2.7. Técnicas de castración

2.7.1. Castración quirúrgica

La castración en lechones machos ha sido una práctica tradicional durante años y todavía es común en la mayoría de los países. La castración se suele aplicar en los primeros días de vida de los lechones, con el objetivo de evitar el desagradable olor sexual de la carne del cerdo macho entero cuando llegue al sacrificio en la etapa final de engorde (Quezada, 2017) , además este procedimiento se realiza para controlar el comportamiento agresivo y facilitar el manejo (Thun et al., 2006).

La castración en machos es una práctica habitual en los sistemas de producción nacional, mediante las investigaciones y la utilización de la tecnología, hoy en día se realizan las castraciones en cerdas por que evita la presencia de celos y ayuda aumentar la proporción de carne magra. (Rodrigues, 2016).

Desventaja

La castración quirúrgica promueve pérdidas productivas en el período de lactancia, en la cual los lechones presentan pesos bajos, provocando un aumento en la tasa de mortalidad, además afecta negativamente la tasa de crecimiento y en el exceso de deposición de grasa. Las principales causas de mortalidad son los cerdos enanos, la meningitis y las complicaciones quirúrgicas y posquirúrgicas del procedimiento de castración (Morales et al., 2017).

2.7.2 Inmunocastración

En 1986 Patterson, demostró que una vacuna contra la GnRH era eficaz para prevenir el olor a verraco, lo que abrió el camino al desarrollo de una vacuna comercial(Claus et al., 1994) La inmunocastración es considerada como una alternativa sostenible a la castración de lechones,

porque, necesitan menos alimento para alcanzar un peso determinado, además contribuye en el bienestar animal, y es viable para la producción sostenible de cerdo. Sin embargo, tiene una aceptación limitada en el mercado (Kress et al., 2020).

La primera dosis de improvac®, se aplica vía subcutánea después de las ocho semanas de edad, la misma que estimula el sistema inmunitario del cerdo, pero no altera el tamaño ni la función de los testículos. La segunda dosis de cuatro a seis semanas antes del sacrificio, provocando una respuesta inmunitaria protectora que inhibe la función testicular, además, disminuye los comportamientos agresivo y sexual (Ayres et al., 2011).

2.7.3. Inmunocastración en porcinos macho

En los cerdos el propio sistema inmunológico suprime la hormona liberadora de gonadotropina GnRH, tiene como función apagar el estímulo de los testículos, dando como resultado una inhibición temporal de la función testicular. La GnRH, liberada por el hipotálamo, estimula la secreción de la LH y la FSH, de igual forma controla la producción de esteroides testiculares produciendo un bloqueo inmunológico en la GnRH disminuyendo la producción de LH y esteroides testiculares. Se ha demostrado que la vacunación contra GnRH reduce la concentración de esteroides testiculares, incluida la androsterona, junto con el tamaño de los órganos reproductores y el número de espermatozoides (Rydhmer et al., 2010).

Después de la primera dosis, las células con el antígeno del sistema inmunológico del animal se activan y capturan estos péptidos, que a través del torrente sanguíneo llegan a los ganglios linfáticos, donde se comunican con los linfocitos T. Estos, a su vez, estimulan Linfocitos B (células de memoria), que se multiplican y producen anticuerpos específicos contra la GnRH. En la primera dosis no tiene efectos fisiológicos en los testículos, promoviendo solo la sensibilización del organismo. Después la segunda dosis habrá gran producción de anticuerpos, que promueve la neutralización de la GnRH endógena durante un tiempo prolongado, obteniendo así el efecto similar a la castración quirúrgica (Delbem, 2018). En la figura 1 se muestra el mecanismo de inhibición del olor sexual mediante la inmunocastración.

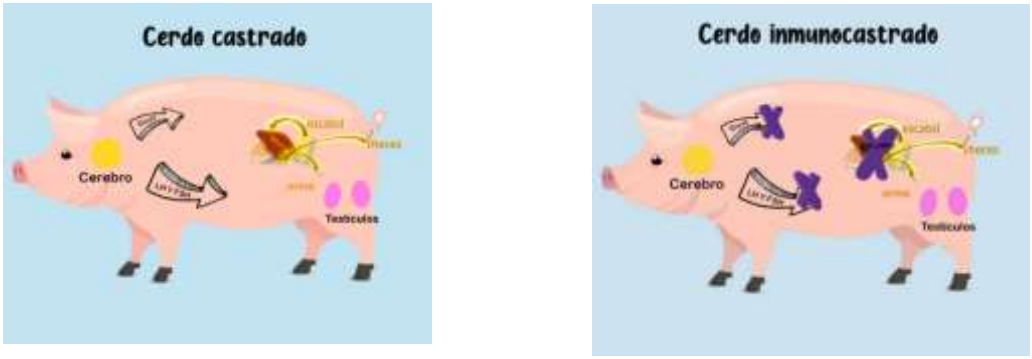


Figura 1 Inhibición del olor sexual mediante la inmunocastración

2.7.4. Inmunocastración en porcinos hembras

La inmunización en hembras se da por la inducción de anticuerpos frente a la hormona ya mencionada anteriormente, provocando una supresión inmunológica temporal en la función ovárica mediante el bloqueo de las hormonas gonadotropinas LH y FSH, lo cual conlleva a la reducción de la producción y la concentración de progesterona. Por lo tanto, la inhibición de la GnRH también puede ser utilizada para prevenir el estro y ovulaciones en el caso de las hembras. En cerdas inmunocastradas se puede observar una evidente regresión tanto del tamaño de los ovarios y úteros. En el caso de cerdas enteras se puede notar una reducción en la síntesis de las hormonas esteroideas, los niveles séricos de progesterona y estradiol los cuales van a hacer mínimos en cerdas inmunocastradas (Negrón, 2016).

Las cerdas primerizas sacrificadas comúnmente muestran celo durante la fase de finalización, la cual infiere directamente en el rendimiento, debido a la reducción del consumo de alimento durante la etapa de celo, lo que provoca que los animales alcancen un peso elevado al sacrificio. En este sentido, existen estudios recientes utilizando la inmunización anti-GnRH en cerdas jóvenes, en las que se reportan cambios de comportamiento en relación con las hembras enteras, como supresión del estro, aumento el peso al sacrificio y la reducción significativa del tamaño y peso de los ovarios y útero (Cardoso et al., 2017).

Las cerdas inmunocastradas se comportan como enteras hasta la segunda dosis de vacuna. El consumo medio diario incrementa de forma significativa, después de la segunda aplicación (medias superiores al 20 %), siendo muy similar al de los machos castrados, lo que permite optimizar fórmulas de piensos y curvas de alimentación (Yagüe, 2012).

Las cerdas inmunocastradas se comportan como enteras hasta la segunda dosis de vacuna. El consumo medio diario incrementa de forma significativa, después de la segunda aplicación (medias superiores al 20 %), siendo muy similar al de los machos castrados, lo que permite optimizar fórmulas de piensos y curvas de alimentación (Yagüe, 2012).

2.7.5. Características de la canal de cerdos inmunocastrados

Las características de la canal de los cerdos inmunocastrados están influenciadas por dos factores clave. Estos son el potencial de crecimiento de machos enteros antes de la segunda vacunación y el intervalo de tiempo entre la segunda vacunación y el sacrificio (Pauly et al., 2009).

Los machos inmunocastrados tienen menor grosor de grasa y mayor cantidad de carne magra con respecto a los castrados quirúrgicamente, además el rendimiento de carne magra de los cerdos inmunizados representa 1.2% más que el de los castrados; El aumento de la carne magra se debe a la eficiencia del metabolismo y a la deposición de proteínas (Delbem, 2018).

Una mayor retención de nitrógeno significa un aprovechamiento óptimo de los nutrientes y una menor excreción en heces y orina, aspecto de importancia ambiental en el posterior tratamiento de los residuos (Oliveira et al., 2019).

2.8. Bienestar animal

En los últimos años, debido al interés de aumentar la productividad se han desarrollado varias tecnologías en la producción, muchas de las veces los productores no respetan el bienestar del cerdo, debido a que los animales son sometidos a un confinamiento extremo ocasionando un deterioro en cuanto a la calidad de la carne (Garzón, 2017).

Para valorar el bienestar animal es necesario tener en cuenta algunas variables. Para ello, el Comité Brambell desarrolló el concepto de las cinco libertades, que han sido mejoradas por Consejo de Bienestar de Animales de Granja – Fawc (Consejo de Bienestar en la Producción Reino Unido) y han sido adoptado en todo el mundo (Caires et al., 2013).

Las cinco libertades son:

- Libres de hambre y sed, promocionarles agua fresca y a una dieta que les permita conservar/mantener plena salud y vigor (libre de malnutrición).
- Libre de incomodidad, brindarles un entorno adecuado y una zona de descanso apropiado.
- Libres de sufrimiento, dolor y enfermedades; aplicar medidas de prevención, un rápido diagnóstico y tratamiento.
- Libres para expresar el comportamiento normal de la especie, provisión de suficiente espacio y compañía de animales de su categoría y especie. Respeto por la integridad de los individuos.
- Libres de temor, castigos, frustración y estrés, proporcionándoles condiciones que eviten sufrimiento mental (Brunori et al., 2012).

A nivel mundial existen varios países que no utilizan con frecuencia la anestesia para la realización de la castración, sin embargo, Noruega desde el 2002 obliga al uso de anestesia. En Hungría, Polonia y Eslovaquia la anestesia se utiliza rutinariamente en algunas explotaciones, pero en otras no, ya que, los mismos porcinocultores realizan las castraciones; Pero anestesiar antes de castrar sólo es una solución intermedia, por tal, motivo en el 2015, Holanda dejó de castrar (Villar, 2010).

Para garantizar el bienestar animal se debe realizar constantemente innovaciones tecnológicas que contribuyan en el confort del animal; la técnica de inmunocastración se caracteriza por ser menos invasiva en comparación con la tradicional (Toledo et al., 2018).

La Constitución de la República del Ecuador en el año 2008, indica varios principios constitucionales; Uno de ellos se enfocó en defender los derechos de los animales con el fin de garantizar bienestar, ya que, el primer censo que se realizó en el 2010, arrojo que existían 1.737 granjas porcinas con 20 o más animales o con al menos 5 madres (ASPE, 2010) .El mayor porcentaje de granjas se encuentran en las regiones Sierra y Costa, con el 79% de las granjas registradas y el 95% de la población porcícola. La Amazonía y Galápagos concentran el 21% de las granjas y solamente el 5% de los porcinos (Hernández, 2018).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

Debido a las condiciones de restricción impuestas por el Gobierno Nacional frente a la pandemia, el estudio se ejecutó en modalidad virtual revisando información científica desde la casa bajo el asesoramiento del tutor por la plataforma TEAMS.

3.2 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo no experimental ya que no se manipulo variables y se basó en una recopilación de información detallada acerca de la alternativa para garantizar el bienestar de los cerdos con modalidad exploratoria, informativa y documental.

3.3. Métodos de la investigación

El trabajo se enfocó en la búsqueda de información acerca de la técnica de inmunocastración a partir de fuentes primarias como libros, revistas y artículos científicos, donde se utilizó plataformas de búsquedas como; Elsevier, Cab directo, Scientific Reports, Scielo, Dialnet, Pubmed , Redalyc, Academic, Science direct, Intech, ResearchGate, Scielo, Latindex y Google académico. Además, se complementará con tesis de pregrado, maestría y doctorados, con información a partir de los últimos 10.

Se realizo una búsqueda sistemática y exhaustiva de todos los artículos relevantes, selección, mediante criterios de elegibilidad, descripción de estudios originales, la síntesis e interpretación de los resultados mediante palabras claves como técnicas de castración, inmunocastración, bienestar animal.

La información recopilada fue 54 artículos y 28 tesis las mismas que se encontró en las siguientes plataformas: 10 Elsevier, 1 Cab directo, 1 Scientific Reports, 7 Scielo, 2 Dialnet, 4 Pubmed, 1 Redalyc, 2 Academic, 8 Science direct, 1 Intech ,6 ResearchGate ,11 Google académico, 1 Latindex 22 tesis de pregrado, 2 Maestrías, 3 Doctorados.

CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

RESULTADOS

Parámetros productivos en cerdos enteros, castrados e inmunocastrados

La castración quirúrgica en lechones ofrece varios beneficios tanto para los animales y para el productor evitando peleas en la piara, manejo del sistema de producción y el mejoramiento de la calidad de la carne (Ramírez, 2017). La castración inmunológica se realiza actualmente en diversos países en cerdos de engorde para garantizar un buen trato y bienestar animal, así mismos cerdos inmunocastrados contienen su carne más magra, tienen una mayor ganancia de peso y mejor índice de conversión alimenticia(Agudelo et al., 2011).En la tabla 2 se presentan resultados de parámetros productivos y la calidad de carne en cerdos enteros, castrados e inmunocastrados.

Tabla 2 Parámetros productivos en cerdos enteros, castrados e inmunocastrados

Variables	**Cerdos enteros**		**Cerdos castrados**		**Cerdos inmunocastrados**	
Casos	**A[1]**	**B[2]**	**C[3]**	**D[4]**	**E[5]**	**F[6]**
N° de animales	18	12	22	8	50	13
Peso inicial (kg)	33,75	27,9	23,18	14,66	26,85	28,0
Peso final (kg)	106,20	123,4	64,77	82,53	85,18	107,2
Ganancia de peso diaria ($g.dia^{-1}$)	101,7	971	693,17	-	694,4	774
Conversión alimenticia ($kg.kg^{-1}$)	2,23	2,90	2,53	2,49	2,4	2,41
Consumo de alimento diario (kg/día)	_	_	1,75	_	3,87	_

Fuentes: [1] (Stupka et al., 2017);[2](G Zamaratskaia et al., 2008); [3] (Girón, 2012); [4] (Zhicay, 2018); [5] (Fonseca & Gómez, 2019); [6] (Pauly et al., 2009)**.**

Casos investigados: A, B, C, D, E,

Indicadores de órganos reproductivos y glándulas accesorias

La tabla 3 muestra los promedios del peso testicular y de la glándula bulbouretral, se evidencia una notable reducción en cerdos inmunocastrados en comparación con los enteros.

Tabla 3 Indicadores de órganos reproductivos y glándulas accesorias

Variables	**Cerdos macho enteros**			**Cerdos macho inmunocastrados**		
Casos	**A[1]**	**B[2]**	**C[3]**	**D[4]**	**E[5]**	**F[6]**
N.º de animales	35	7	7	28	7	39
Edad inicial (días)	146	120	115	140	115	21
Edad sacrificio (días)	180	165	185	191	185	180
Peso inicial (kg)	29,3	85,5	68,8	73,7	68,8	-
Peso Final (kg)	105,1	133,7	133,7	105,2	136,1	117,6
Peso testicular (g)	737,65	707	702	271	276	273
Longitud Testicular (cm)	18,83	11,6	11,6	8,8	8,7	8,3
Peso Epidídimo (g)	-	253	252	154	151	27,9
Peso Glándula Bulbouretral (g)	183,38	213	202	73	7,5	33,6

Fuentes: [1](Gispert et al., 2010)**;** [2] (Gutiérrez, 2018)**;** [3] (Santana et al., 2018)**;** [4] (Gutiérrez, 2018)**;** [5] (Santana et al., 2018) **;** [6] (Gallegos et al., 2015).

Casos investigados: A, B, C, D, E, F

Indicadores productivos en cerdas castradas, enteras e inmunocastradas

En cerdas la inmunocastración es un procedimiento, considerado como un método ético, práctico, económico y efectivo ya que, la castración de las cerdas se ha propuesto para mejorar la calidad de la canal y de la carne (Fernández et al., 2013).Varios estudios demuestran que el 3% de las cerdas jóvenes y machos castrados quirúrgicamente pueden presentar niveles de olor detectables mediante análisis químico u organoléptico. Mencionado lo anterior, se debe a que los animales se alojen en un suelo muy sucio, puede aumentar la concentración de escatol en cualquier cerdo, ya sea una cerda joven, un cerdo joven o un cerdo castrado (Castillo & Pérez, 2014). Los indicadores productivos de cerdas enteras, castradas e inmunocastradas se muestran en la tabla 4

Tabla 4 Indicadores productivos en cerdas castradas, enteras e inmunocastradas

Variables	**Castradas**		**Enteras**		**Inmunocastradas**	
Casos	**A[1]**	**B[2]**	**C[3]**	**D[4]**	**E[5]**	**F[6]**
N.º de animales	31	20	29	40	31	16
Edad inicial (días)	110	90	110	-	110	70
Edad de sacrificio (días)	255	-	255	167	255	170
Peso inicial (kg)	43,70	24,83	45,66	99,1	45,45	26,48
Peso medio (kg)	97,39	_	92,83	-	93,98	-
Peso final (kg)	162,88	97,89	164,52	117,31	170,76	122
Consumo medio diario (kg/día^{-1})	3,254	-	2,841	2,70	2,955	2,2
Ganancia media diaria (g)	878	480	811	680	873	966
Índice de conversión (kg/kg^{-1})	3,71	3,74	3,51	3,97	3,39	-

Fuentes:[1] (Fernández et al., 2013);[2] (Xue et al., 2018); [3] (Fernández et al., 2013);[4] (Moraes et al., 2010);[5] (Fernández et al., 2013);[6] (Bona & Valle, 2018).
Casos investigados: A, B, C, D, E, F.

Indicadores productivos de la calidad de carne en hembras

Las cerdas inmunocastradas crecen rápidamente y pueden tener mejor calidad de carne en comparación con las cerdas sin castrar, y a su vez tienen un rendimiento superior y menor coste de producción. Los indicadores productivos de la calidad de carne en hembras porcinas se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Indicadores productivos de la calidad de carne

Variables	**Castradas**		**Enteras**		**Inmunocastradas**	
Casos	**A[1]**	**B[2]**	**C[3]**	**D[4]**	**E[5]**	**F[6]**
Nº de animales	31	16	21	87	31	12
Peso sacrificio (kg)	161,3	_	165,21	120,73	169,96	-
Peso canal (kg).	127,6	101,9	129,05	95,39	133,89	97,2
Rendimiento de la canal (%)	79,14	_	78,02	79,02	78,79	75,9
Jamones perfilados(kg)	12,57	12,87	13,50	-	13,27	-
Paletas perfiladas (kg)	7,59	7,47	8,28	-	8,02	-
Lomos(kg)	2,71	3,56	3,05	-	2,82	-
Jamones perfilados (%)	9,86	12,6	10,56	13,51	9,91	14,3
Paletas perfiladas (%)	5,96	7,36	6,44	7,92	6,0	-
Lomos (%)	2,13	3,52	2,36	3,55	2,11	-

Fuentes: [1] (Fernández et al., 2013); [2] (Pedraza, 2016); [3] (Fernández et al., 2013); [4] (Daza et al., 2017); [5] (Fernández et al., 2013); [6] (Daza et al., 2016).

Casos investigados: A, B, C, D, E, F.

Indicadores de los órganos reproductivos de la cerda

Los efectos que provoca la vacuna en las cerdas, es suprimir el comportamiento estral, ciclicidad ovárica, también, reduce el peso de los ovarios y el útero en comparación con las cerdas enteras que mientras van creciendo el desarrollo de los órganos reproductivos incrementan, además infiere en el retraso del crecimiento en la cerda por la presencia del estro (Xue et al., 2018).

Las cerdas enteras muestran mayores valores en cuento al peso de los ovarios, útero y longitud del cuerno. En tabla 6 se muestra los indicadores de los órganos reproductivos en cerdas enteras e inmunocastradas.

Tabla 6 Indicadores de los órganos reproductivos de la cerda

Variables	**Cerdas enteras**		**Cerdas inmunocastradas**	
Casos	**A[1]**	**B[2]**	**A[1]**	**B[2]**
Nº de animales	15	95	15	95
Edad inicial(días)	120	70	120	70
Edad final (días)	420	141	420	141
Peso de ovarios (g)	20,8	8,59	1,5	6,58
Peso del útero(g)	821,0	129,57	46,9	52,75
Longitud del cuerno (mm)	2844	-	797	-

Fuentes: [1] (Dalmau et al., 2015); [2] (Castellanos & Reinaldo, 2019).

Casos investigados: A, B

Bienestar Porcino

La inmunocastración se considera como una alternativa relativamente favorable para los animales en base al bienestar y la sostenibilidad, en comparación con la castración quirúrgica (Brunius et al., 2011). La aplicación de la primera vacuna no genera ninguna reacción, de hecho, los animales se comportan como machos y/o hembras entero/as, sin embargo, después de la segunda administración de la vacuna, se reduce el comportamiento agresivo, lesiones cutáneas y de monta (Čandek et al., 2017). En la tabla 7 se muestran los resultados de bienestar animal en cerdos inmunocastrados y castrados quirúrgicamente.

Tabla *7* Indicadores del bienestar animal en cerdos

Indicadores	**CSA**	**CCA**	**IC**	**EM**
Trabajo general	1,67	3,14	3,28	4,24
Labor	2,59	4,13	2,95	3,36
Bienestar animal (%)	3,51	3,29	2,81	3,40
Eficaz contra el olor al verraco (%)	1,84	2,59	3,82	4,71
Rentabilidad (%)	1,62	3,22	3,38	3,96
Actuaciones (%)	2,42	3,21	3,22	3,47
Aceptación esperada por el consumidor (%)	3,94	2,67	3,24	2,99

Fuente: (Tuyttens et al., 2012)

Notas: Una puntuación más baja se corresponde con una clasificación más alta. CSA= castración sin anestesia; CCA= castración con anestesia; IC = inmunocastración; EM = producción de machos enteros.

Análisis económico de las técnicas de castración

Zoetis produce actualmente la vacuna Improvac® la cual fue desarrollada en Australia. Hoy en día, Australia y Nueva Zelanda son los países con mayor experiencia en el uso de la vacuna, debido que se viene aplicando con éxito desde 1998; El precio de la vacuna comercial es de $

2,24 por cada dosis (Mendieta, 2013). Zoetis en junio del 2018, dio a conocer que se han vendido más de 2,5 millones de dosis de la vacuna Improvac® en todo el mundo (Kress et al., 2020).

En el Ecuador la sede de distribución de la vacuna improvac se encuentra en la provincia de Pichincha, actualmente la vacuna por dosis tiene un costo de $ 2,24 (Zoetis, 2021). Según (Mendieta, 2013) realizó un estudio sobre a la efectividad de la vacuna Improvac®, resultando efectivo para evitar el mal olor y sabor desagradable en los machos. Mientras que (Castillo & Pérez, 2014) investigan la efectividad en las cerdas hembras, concluyendo que la vacuna ayuda a prevenir la presencia del estro, además se demuestra que por 4,48 dólares que inviertan por animal el beneficio neto es de 20,80$ (Barrera, 2013).

En la tabla 8 se aprecia que la técnica de inmunocastración refleja un bajo costo de inversión en los cerdos de engorde ya que consumen menos alimento y por ende se mejora la conversión alimentaria, así también, al aplicar esta técnica hay menor costo de inversión por la cirugía que se requiere en la técnica de castración quirúrgica.

Tabla 8 Análisis económico de las técnicas de castración para 15 cerdas

Castración quirúrgica			**Inmunocastración**		
Descripción de inversión	**No de: Días/Veces / Kg**	**Valor**	**Descripción de inversión**	**No de: Días/Veces/ Kg**	**Valor**
Materiales	1	$ 18.25	Improvac	2 veces	$ 150
Alimento	1.24kg/ día	$2.968	Alimento	1.09 kg/día	$ 2.601,2
Mano de obra	6 meses	$1.512,5	Mano de obra	6 meses	$1.512,5
Veterinario	6 meses	$3.600	Veterinario	6 meses	$3.600
TOTAL		**$8.098,75**			**$ 7.863,7**

Fuente: (Martínez & Soza, 2011).

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- La revisión bibliográfica de la técnica de inmunocastración en porcinos machos y hembras resulta ser una alternativa segura, garantiza el bienestar animal, es comercialmente factible y es viable para la producción sostenible de cerdos, ya que favorece la calidad de la carne, la rentabilidad económica y la protección del medio ambiente.
- Los cerdos machos y hembras inmunocastrados mejoran los índices productivos, las características de la canal, elimina el olor característico y el sabor desagradable en la carne y reduce el costo de producción en la ceba porcina.

Recomendaciones

- Implementar la técnica de inmunocastración en cerdos ya que con este método se obtienen mejores resultados con respecto a la ganancia de peso, mejorando los índices de conversión alimenticia y mayor proporción de carne magra.
- Se recomienda realizar este trabajo de tipo experimental en la Amazonía, donde se evalué la efectividad de la vacuna improvac en cerdos de ceba y en reproductores (machos y hembras) de descarte.

Referencias

Agudelo, Estrada, & Guzmán. (2011). Immunocastration. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, *24*(3), 254-262.

Alarcón, C. G. G., Ronquillo, J. C. C., & Sánchez, J. G. (2005). *Producción de cerdos*. 83.

Aluwé, M., Degezelle, I., Depuydt, L., Fremaut, D., Van den Broeke, A., & Millet, S. (2016). Immunocastrated male pigs: Effect of 4 v. 6 weeks time post second injection on performance, carcass quality and meat quality. *animal*, *10*(9), 1466-1473.

ASPE. (2010). *Censo Porcícola / 2010*. https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/censo

Ayres, P., Nazário, A., & Deboni, N. (2011). *Imunocastração em suínos*. 4.

Babot. (2017, octubre 10). *Producción de carne porcina para la sociedad actual y del futuro*. Interporc. https://interporc.com/2017/10/10/produccion-de-carne-porcina-para-la-sociedad-actual-y-futura/?cat=actualidad/entrevistas-articulos

Barrera, L. M. (2013). *Evaluación de la ganancia de peso en lechones destetados utilizando inmuno-castración frente a la castración quirúrgica*.

Basulto, R. (2020). La castración inmunológica de los cerdos machos: Estado actual. *Revista de Producción Animal*, *32*(3), 40-56.

Bona, G., & Valle, G. (2018). Influência da imunização anti-gnrh sobre o desempenho zootécnico de fêmeas suínas. *Sinapse Múltipla*, *7*(2), 117-120.

Bonneau, M., & Weiler, U. (2019). Pros and cons of alternatives to piglet castration: Welfare, boar taint, and other meat quality traits. *Animals*, *9*(11), 884.

Bravo, E. M. (2017). *Mejora de procesos y optimización de la producción porcícola en la granja de la Universidad de las Américas*. Quito: Universidad de las Américas, 2017.

Brunius, C., Zamaratskaia, G., Andersson, K., Chen, G., Norrby, M., Madej, A., & Lundström, K. (2011). Early immunocastration of male pigs with Improvac® – Effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine*, *29*(51), 9514-9520. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2011.10.014

Brunori, J., Fazzone, M. R., & Figueroa, M. E. (2012). *Buenas Prácticas Pecuarias(BPP)para la producción y comercialización porcina familiar*. 277.

Cabrera, M. (2018). *ProducciÃ³n y consumo de cerdo en franco crecimiento*. http://maizysoya.com/lector.php?id=20180606

Caires, C. M., Carlos, R., Pinto, A., & Magalhães, R. (2013). *BEM ESTAR NA SUINOCULTURA*. *11*, 15.

Calvo, J. D. M. (2005). *Producción Porcina*. EUNED.

Čandek, M., Škrlep, M., & Zamaratskaia, G. (2017). Immunocastration as alternative to surgical castration in pigs. *Theriogenology*, *6*, 109-126.

Cardoso[1], L., Alves Rodrigues, L., Fontes, D., & Almeida, F. (2017). *Efeito do uso de imunização anti-GnRH sobre o desenvolvimento folicular ovariano em marrãs destinadas ao abate*.

Castellanos. (2017, octubre 23). *Conversión Alimenticia | MasPorcicultura*. https://masporcicultura.com/conversion-alimenticia/

Castellanos, B., & Reinaldo, L. (2019). *Evaluación de la práctica de inmunocastración en cerdos en dos granjas de Honduras*. 23.

Castillo, K. A., & Pérez, J. G. (2014). *Evaluación de los parámetros productivos mediante la inoculación de la vacuna innosure en cerdas para el sacrificio a los 166 días de edad*.

Cheté, C. A. (2005). *Determinación de la duración del celo en cerdas de la granja experimental de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia*.

Claus, R., Weiler, U., & Herzog, A. (1994). Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar—A review with experimental data. *Meat Science*, *38*(2), 289-305. https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90118-X

Dalla, O. A., Tavernari, F. de C., Lopes, L. dos S., Dalla Costa, F. A., Feddern, V., & de Lima, G. J. (2020). Performance, carcass and meat quality of pigs submitted to immunocastration and different feeding programs. *Research in Veterinary Science*.

Dalmau, A., Velarde, A., Rodríguez, P., Pedernera, C., Llonch, P., Fàbrega, E., Casal, N., Mainau, E., Gispert, M., King, V., Slootmans, N., Thomas, A., & Mombarg, M. (2015). Use of an anti-GnRF vaccine to suppress estrus in crossbred Iberian female pigs. *Theriogenology*, *84*(3), 342-347. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.025

Daza, A., Latorre, M., Olivares, A., & Bote, C. L. (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.

Daza, A., Latorre, M., Olivares, A., Callejo, A., Rey, A., & López Bote, C. (2017). *Efecto del sexo sobre la calidad de la canal, de la carne y de la grasa de cerdos pesados*.

Delbem, N. L. C. (2018). *Validação de protocolo de imunocastração em suínos: Desempenho animal e qualidade de carne*.

Espinosa. (2012, marzo 20). *Ciclo sexual de la cerda y factores que influyen en el indicador reproductivo parto/cubriciones de esta especie*.

https://www.porcicultura.com/destacado/Ciclo-sexual-de-la-cerda-y-factores-que-influyen-en-el-indicador-reproductivo-parto%C2%B0cubriciones-de-esta-especie

Espinosa, C., & Cataño, G. (2005). *Manual de produccion porcicola* (SENA). http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Manual%20de%20produccion%20porcicola.pdf

Espinoza, D. I. (2012). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la crianza, engorde y faenamiento de cerdos en la Parroquia de Pifo*.

FAO. (2020). *Perspectivas alimentarias - Informe semestral sobre los mercados mundiales de alimentos: Junio de 2020*. FAO. https://doi.org/10.4060/ca9509es

Fernández, G., Horcajada, S., Tomas-Almenar, C., Gómez Izquierdo, E., & Mercado, E. (2013). The effect of immunocastration and surgically castration on growth performance and carcass quality in fattening period of Iberian female pigs. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, *109*, 33-48.

Fonseca, M. J., & Gómez, R. A. (2019). *Evaluación comparativa de la castración quirúrgica e inmunocastración en cerdos de la granja Corpus Cristy, Mateare, Managua, Septiembre-Diciembre 2018* [Bachelor, Universidad Nacional Agraria]. https://repositorio.una.edu.ni/3878/

Gallegos, R., Alarcón, A. D., García, I. A., Gamboa, J. G., & Santellano, E. (2015). Comportamiento productivo, y características de los órganos reproductivos y de la canal de cerdos inmunocastrados. *Interciencia*, *40*(11), 773-778.

Garzón, E. M. B. (2017). *M.Sc. Pablo Santiago Moncayo Moncayo*. 158.

Gasca, A. (2006). *Bienestar animal en explotaciones porcinas*. Junta de andalucia (españa).

Girón, Á. M. V. (2012). *INGENIERO ZOOTECNISTA*. 45.

Gispert, M., Àngels Oliver, M., Velarde, A., Suarez, P., Pérez, J., & Font i Furnols, M. (2010). Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*, *85*(4), 664-670. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.021

Gutiérrez, M. E. (2018). *Efecto de inmunocastración y sexo sobre eficiencia de crecimiento y calidad de la carne de cerdos*.

Hernández, M. B. (2018). *La ley orgánica de bienestar animal (loba): análisis jurídico del bienestar animal en ecuador*.

Higuera, M. (2012, 09). *Situación actual de la castración de lechones en Europa*. https://www.3tres3.com/articulos/situacion-actual-de-la-castracion-de-lechones-en-europa_31457/

Kallas, Z., Gil, J. M., Panella-Riera, N., Blanch, M., Font-i-Furnols, M., Chevillon, P., De Roest, K., Tacken, G., & Oliver, M. A. (2013). Effect of tasting and information on consumer opinion about pig castration. *Meat science*, *95*(2), 242-249.

Kress, K., Weiler, U., Schmucker, S., Čandek-Potokar, M., Vrecl, M., Fazarinc, G., Škrlep, M., Batorek-Lukač, N., & Stefanski, V. (2020). Influence of Housing Conditions on Reliability of Immunocastration and Consequences for Growth Performance of Male Pigs. *Animals*, *10*(1), 27. https://doi.org/10.3390/ani10010027

LOSA. (2017). *Ley organica de sanidad agropecuaria*.

Martínez, J. C. (2016). *Razas de cerdo blanco: «Duroc Jersey»—TODOCARNE*. https://todocarne.es/razas-de-cerdo-blanco-duroc-jersey/

Martinez, N., & Soza, J. (2011). *Evaluación de la eficacia de inmunocastración (improvac) en machos porcinos y su impacto en la calidad de la carne.* [Universidad Nacional Agraria].

https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl01m385i.pdf?fbclid=IwAR1UPjB3RarJXgOUes1W9HdwVmvzoPXVjyLpHgVJJOFzN-9NLA9mKFmto1A

Mendieta, J. C. (2013). *Crianza y engorda de cerdos (sus scrofa domestica) bajo dos técnicas de castración.*

Mendieta Matute, J. C. (2013). *Crianza y engorda de cerdos (sus scrofa domestica) bajo dos técnicas de castración.*

Moraes, E., Kiefer, C., & Silva, I. S. (2010). Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. *Ciência Rural*, *40*(2), 379-384. https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000200024

Morales, J., Dereu, A., Manso, A., de Frutos, L., Piñeiro, C., Manzanilla, E. G., & Wuyts, N. (2017). Surgical castration with pain relief affects the health and productive performance of pigs in the suckling period. *Porcine Health Management*, *3*(1), 18. https://doi.org/10.1186/s40813-017-0066-1

Morgan, L., Itin-Shwartz, B., Koren, L., Meyer, J. S., Matas, D., Younis, A., Novak, S., Weizmann, N., Rapaic, O., & Ahmad, W. A. (2019). Physiological and economic benefits of abandoning invasive surgical procedures and enhancing animal welfare in swine production. *Scientific reports*, *9*.

Negrón, R. G. (2016). *Estudio de la calidad de carnes y productos cárnicos procedentes de hembras porcinas ibéricas enteras, inmunocastradas y castradas quirúgicamente* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Extremadura]. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=55633

Nuñez, M. (2018). *MaÃ-z y soya contribuyen al aumento de la producciÃ³n porcina*. http://maizysoya.com/lector.php?id=20180620

Oliveira, A., Williani, M., Antonia, L., Myiaki, S., Toledo, M., & Bonin, M. de N. (2019). *Efeitos da imunocastração na qualidade da carne suína*. 4.

Padilla, M. (2007). *Manual de porcicultura*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J. V., Ampuero Kragten, S., & Bee, G. (2009). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, *3*(7), 1057-1066. https://doi.org/10.1017/S1751731109004418

Pedraza, S. A. (2016). *Calidad de la canal y la carne de cerdo destinados a Jamón DOP Teruel: Diferenciación entre machos y hembras*. 34.

Pérez, M. (2018). *Beneficios de la Inmunocastración sobre la Castración Quirurgica, en la Calidad de la Canal en Cerdos de Engorde Beneficiados en FrigoColanta.*

Procel, C. A. (2019). *Estudio del Cerdo local ecuatoriano, importancia gastronómica y cultural.*

Prunier, A., Bonneau, M., Borell, E., Cinotti, S., Gunn, M., Fredriksen, B., Giersing, M., Morton, D., Tuyttens, F., & Velarde, A. (2006). A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare*, *15*.

Quezada, D. R. (2017). *Evaluaciòn de indicadores productivos en cerdos machos (sus scrofa domesticus) castrados por método inmunológico*. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10536

Ramírez, R. (2017, enero 12). *Mitos y realidades de la castración quirúrgica en el cerdo*. https://infopork.com/2017/01/mitos-realidades-la-castracion-quirurgica-cerdo/

Revidatti, M. (2009). *Caracterización de cerdos criollos del nordeste argentino*. Universidad de Cordova.

Rodrigues, L. A. (2016). *Efeito da imunização anti-GnRH e da suplementação de ractopamina no desempenho e atividade reprodutiva de fêmeas suínas em terminação*.

Romat, D. (2015). *Comparación de índices productivos y económicos de la inmunocastración frente a la castración quirúrgica tradicional y cerdas hembra*. Buenos Aires.

Rydhmer, L., Lundström, K., & Andersson, K. (2010). Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal : an international journal of animal bioscience*, *4*, 965-972. https://doi.org/10.1017/S175173111000011X

Santana, G., Barragán, B., Trejo, M., Cervantes Ramírez, M., Dávila, S., & Zamora, M. (2018). Evaluación de crecimiento y composición de la canal de hembras, cerdos castrados, inmunocastrados y machos enteros. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*, 971.

Santillan, J. (2014). *"Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos en cerdas mestizas utilizando el método de la inseminación artificial en la zona de Vinces durante el año 2014"* [Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29799

Simplício, R., Caldara, F., Moi, M., Santos, L., Santana, M., & Panhosatto, G. (2011). Alternativas de castração em suínos. *VIII Simpósio de Ciências da UNESP: VIII Encontro de Zootecnia, Dracena*.

Stupka, R., Čítek, J., Vehovský, K., Zadinová, K., Okrouhlá, M., Urbanová, D., & Stádník, L. (2017). Effects of immunocastration on growth performance, body composition, meat quality, and boar taint. *Czech Journal of Animal Science, 62*(No. 6), 249-258. https://doi.org/10.17221/99/2016-CJAS

Tapia, S. (2020). *Guía de compra sostenible del cerdo en la cocina*. Quito: Universidad de las Américas, 2020.

Thun, R., Gajewski, Z., & Janett, F. (2006). Castration in male pigs: Techniques and animal welfare issues. *Journal of physiology and pharmacology: an official journal of the Polish Physiological Society*, *57*, 189-194.

Toledo, L., Benjamin, L. D. A., Faria, B. D., Rodrigues, G. de A., & Ferreira, C. R. de C. (2018). Revisão: Utilização da imunocastração em suínos. *ANAIS SIMPAC*, *8*(1), Article 1. https://academico.univicosa.com.br/revista/index.php/RevistaSimpac/article/view/750

Torres, R. A., Torres, R. A., Lopes, P. S., Pereira, C. S., Euclydes, R. F., Araújo, C. V., Silva, M. A., & Breda, F. C. (2005). Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas de suínos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *57*(5), 684-689.

Tuyttens, F. A., Vanhonacker, F., Verhille, B., De Brabander, D., & Verbeke, W. (2012). Pig producer attitude towards surgical castration of piglets without anaesthesia versus alternative strategies. *Research in Veterinary Science*, *92*(3), 524-530.

Verdezoto, V. C. M. (2009). *Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados*. 27.

Villar, J. C. (2010). *Importancia del Bienestar Animal en la decisión de compra de carne fresca de cerdo*. 69.

Xue, Y., Zheng, W., Zhang, F., Rao, S., Peng, Z., & Yao, W. (2018). Effect of immunocastration on growth performance, gonadal development and carcass and meat quality of SuHuai female pigs. *Animal Production Science*, *59*. https://doi.org/10.1071/AN16733

Yagüe. (2012, julio 25). *Inmunocastración en hembras: Resultados en cerdos ibéricos—Artículos—3tres3, la página del Cerdo*. https://www.3tres3.com/articulos/inmunocastracion-en-hembras-resultados-en-cerdos-ibericos_43198/

Zamaratskaia, G, Andersson, H., Chen, G., Andersson, K., Madej, A., & Lundström, K. (2008). Effect of a Gonadotropin-releasing Hormone Vaccine (Improvac ™) on Steroid Hormones, Boar Taint Compounds and Performance in Entire Male Pigs: Immunization Against GnRH in Male pigs. *Reproduction in Domestic Animals*, *43*(3), 351-359. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00914.x

Zamaratskaia, Galia, Rydhmer, L., Andersson, H. K., Chen, G., Lowagie, S., Andersson, K., & Lundström, K. (2008). Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Animal Reproduction Science*, *108*(1-2), 37-48.

Zhicay, T. J. U. (2018). *Trabajo de titulación tipo: trabajo experimental Previo a la obtención del título de: ingeniero zootecnista*. 69.

Zoetis. (2021). *Zoetis Ecuador | LinkedIn*. https://ec.linkedin.com/company/zoetis-ecuador