

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EFFECTO EN DESARROLLO DE FOLÍCULOS OVÁRICOS EN  
CERDAS MINIATURA MEDIANTE EL EMPLEO DE UN  
BLOQUEADOR DE GnRh (IMPROVAC®)**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA  
ZOOTECNISTA

PRESENTA

MARÍA LUCÍA QUINTO AVIÑA

ASESORAS

DRA. MARÍA ELENA TRUJILLO ORTEGA

DRA. ELEIN HERNÁNDEZ TRUJILLO

Ciudad universitaria; CDMX

2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy ahora, por darme las herramientas necesarias en mi crecimiento. Toda mi vida agradeceré, honraré y reconoceré sus sacrificios.

A mi hijo, por ser la historia más bonita que el destino escribió en mi vida.

A mi familia y amigos, que cuento con la palma de mi mano, que gracias a su apoyo incondicional, este trabajo pudo ver la luz del día.

## **AGRADECIMIENTOS**

Dra. María Elena Trujillo Ortega, por permitirme la oportunidad de trabajar en este proyecto. Así como su disposición a resolver los problemas que iban surgiendo.

Dra. Elein Hernández Trujillo, por apoyarme en el proceso histopatológico de las muestras y estar siempre con la mejor actitud para mis revisiones.

Dra. Ada Nelly Martínez Villalobos por su apoyo y colaboración en el cuidado, estancia de los animales y toma de muestras. Así como sus múltiples consejos académicos y personales.

M en C. Rolando Beltrán y M en C. Verónica Rojas, por su asesoría en el tratamiento y manejo de enfermedades respiratorias de los ejemplares.

M en C. Humberto Silva Santos, por la capacitación en el manejo de los animales y toma de muestras.

A mi equipo de guardias, por brindar el apoyo correspondiente en el manejo de los animales. Cynthia Rico, Viridiana Vázquez y Humberto Silva.

José Alfredo Sánchez, encargado del aula de necropsias de la FMVZ- CU quien colaboró en el proceso de muerte y obtención de las muestras para histopatología.

# CONTENIDO

página

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
▪ Antecedentes.....	3
▪ La cerda minipig.....	6
▪ Revisión reproductiva de la cerda miniatura.....	9
▪ El ovario de la cerda .....	12
▪ Inmunocastración y aplicaciones en medicina y zootecnia porcina .....	16
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	19
<b>OBJETIVO</b> .....	20
<b>HIPÓTESIS</b> .....	20
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	20
▪ Procedimiento experimental.....	21
▪ Descripción de las evaluaciones semanales .....	24
▪ Análisis estadístico .....	25
<b>RESULTADOS</b> .....	27
▪ Evidencias de citologías vaginales .....	27
▪ Evidencias morfológicas de los ovarios .....	32
▪ Evidencias histológicas de ovarios .....	37
▪ Resultados estadísticos .....	44
<b>DISCUSIÓN</b> .....	47
▪ Evaluación a la necropsia .....	47
▪ Evaluación histológica .....	48
▪ Discusión estadística.....	52

<b>CONCLUSIONES</b> .....	53
<b>REFERENCIAS</b> .....	54
<b>CUADROS</b> .....	59
<b>ANEXOS</b> .....	61
▪ Anatomía del aparato reproductor de la cerda.....	61
▪ Inervación nerviosa e irrigación del aparato reproductor de la cerda.....	62

## RESUMEN

QUINTO AVIÑA MARÍA LUCÍA. Efecto en desarrollo de folículos ováricos en cerdas miniatura mediante el empleo de un bloqueador de GnRh (Improvac®) (Bajo la dirección de la Dra. María Elena Trujillo Ortega y la Dra. Elein Hernández Trujillo).

Para evaluar el efecto que tiene el uso exógeno de un bloqueador de GnRH en el desarrollo de los folículos ováricos, se seleccionaron 15 cerdas minipig al destete y se distribuyeron de forma aleatoria en tres grupos, a los cuales se les aplicaron distintos tratamientos; G0: hembras enteras o grupo control; G2: hembras inmunocastradas con el protocolo convencional (12° y 16°), G3: hembras inmunocastradas a corta edad (3°, 7° y 12°). A todos los grupos se les realizaron citologías vaginales semanales. Al cumplir las 22 semanas de edad, se procedió al sacrificio acorde a la NOM-033-ZOO-1995.

Los resultados obtenidos de las mediciones fueron procesados mediante contraste de hipótesis para la diferencia de respuestas promedio en dos poblaciones cuando de ellas se obtienen muestras aleatorias e independientes. Con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ ; mediante la obtención de medidas de tendencia central y de dispersión estadística se comprobó que existe diferencia estadística significativa ( $p<0.05$ ) entre el grupo control y los grupos experimentales.

Al comparar los resultados citológico-anatómico e histopatológico se puede observar que las cerdas no alcanzaron la pubertad a diferencia del grupo control, al no observarse estructuras foliculares y no foliculares.

Palabras clave: cerdas miniatura, inmunocastración, desarrollo, GnRh, efecto.

## INTRODUCCIÓN

Durante décadas, el cerdo doméstico ha sido utilizado para el beneficio del ser humano en el área de investigación en medicina veterinaria y humana. Éste permite observar vasos internos y órganos utilizando tecnología estándar, así como coleccionar muestras de tejido detalladas (Lunney, 2007).

Algunas de las contribuciones a la rama de medicina humana son: tratamiento de quemaduras grandes y en heridas de piel (SADER, 2015); modelos en enfermedades como retinitis pigmentosa, degeneración de la mácula, enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares, fibrosis quística y diabetes mellitus (Luzardo, 2010).

Sin embargo, tan antigua como el uso de cerdos en investigaciones científicas, es la dificultad para manipular al animal de granja, que alcanza al año de edad un peso de 250 kilogramos. De este modo, algunos de los experimentos se tornan inviables (Pesquisa Fapesp, 2006).

La utilización del cerdo miniatura para la experimentación no es nueva. La similitud con el humano en fisiología, desarrollo de órganos y progresión de enfermedades, lo hacen un excelente modelo biomédico para humanos (Lunney, 2007). Es así, que ha sido utilizado como un prototipo de investigación en sustitución a la línea genética comercial principalmente por el tamaño, el manejo e insumos menores.

Actualmente existen más de 34 razas puras de cerdo miniatura, entre las más comunes se encuentran: Hanford mini swine, Juliana, Yucatán, Gottingen mini, Potbellied, Kunekune y Mini pig americano. No obstante, también existe una clasificación alterna de acuerdo al peso - edad del animal, clasificándolas como minipig y micropig (AMPA American Mini Pig Association, 2019).

Su utilización en proyectos de docencia e investigación se ha incrementado en los últimos años, se han realizado estudios que muestren si la cerda de líneas comerciales se comporta fisiológica y metabólicamente de manera similar a la cerda



miniatura; estos estudios de investigación se realizan en animales específicamente diseñados para este fin, siempre proporcionando un trato digno, así como respetando las cinco libertades animales (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2014).

Los temas en esta investigación son: el desarrollo folicular e inmunocastración. A continuación se presentan los antecedentes bibliográficos.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **ANTECEDENTES**

Desde su domesticación hace más de 10,000 años, los cerdos han jugado un papel preponderante en la vida de la humanidad. No solo han sido importantes en la industria alimenticia, sino también en las industrias marroquinera, cosmética y farmacéutica. En el presente siglo, han tomado una importancia fundamental como modelo para el desarrollo de la biomedicina (Luzardo, 2010).

Cuando fue traído a América, su conformación y complexión se había diferenciado de sus antecesores silvestres: el jabalí europeo, asiático y mediterráneo. El cuerpo largo y esbelto desapareció, dando lugar a extremidades más cortas y mayor curvatura en el lomo.

A partir del siglo XV hasta la primera mitad del siglo XIX, la cerda era rolliza, con papada amplia, cuartos traseros y tronco anchos, perímetro torácico reducido, ya que su nuevo tipo de vida no le exigía mayores esfuerzos, su alimentación no tenía el balanceo y tecnificación que tiene ahora, por ende, acumulaba una gran cantidad de tejido adiposo, sin embargo esto representaba una ventaja comercial. La manteca, era aprovechada de manera rutinaria en la cocina mundial (Del río, 1996).

El inicio de la revolución industrial, no sólo fue pauta para la modernización socioeconómica, también representó el auge de la ganadería -incluyendo la porcicultura-. Se elevaron los parámetros productivos y reproductivos. La nutrición y el ambiente fueron pilares fundamentales en el proceso de selección y mejora genética de la especie (Arroyo, 1989).

En la década de los sesenta, se dividió al cerdo en dos líneas zootécnicas, al introducirse los aceites vegetales, la modernización médica y farmacéutica.

Durante este cambio, la primera línea -fuente de proteína – tuvo que adaptarse, ya que con el auge de los aceites vegetales se aisló al cerdo como fuente de grasa, e incluso disminuyó el consumo de carne; por considerarse como un alimento de mala calidad y con exceso de grasas saturadas. La genética y la nutrición fue modificada para obtener carne magra, descartando al cerdo doble propósito (manteca y carne) para producir nuevas razas mejoradas en la producción de carne magra. En México, la época de oro de la porcicultura, fue la década de los ochentas. (Silva, 2020). Como resultado, la cerda reproductora se inclinó al mejoramiento de parámetros reproductivos, entre los más importantes: porcentaje de fertilidad a parto, días de destete a servicio efectivo y promedio de lechones al destete (Concellón, 1980).

Actualmente, la principal actividad zootécnica del cerdo es la producción de carne. Su carne es de las más consumidas en todo el mundo, de esta se obtienen muchos subproductos: jamón, chorizo, tocino, paté, entre otros (SADER, 2015).

En el 2019, México alcanzó un hato de 18.6 millones de cabezas, 4.5 por ciento arriba de la cifra del 2018. En la balanza agroalimentaria de 2019, la carne de porcino tuvo una destacada participación en el valor comercial, pues fue al alza en 31.61%, al pasar de 536 millones de dólares a 706 millones de dólares (SADER, 2020).

En la producción de cárnicos del país, la de porcino es la tercera con mayor aporte, más de un millón 500 mil toneladas, producidas principalmente en Jalisco, Sonora

y Puebla. La porcicultura jalisciense se ha consolidado como la más productiva del país, su inventario de 3 millones 539 mil porcinos produce 321 mil 736 toneladas de carne en canal (SADER, 2020).

Además, la carne de cerdo es un alimento imprescindible en todas las etapas de la vida ya que es rica en proteínas de alto valor biológico y aporta diversos minerales como potasio, fósforo, zinc y hierro, además es buena fuente de vitaminas del grupo B -B1, B3, B6 y B12- (SADER, 2020).

La segunda línea zotécnica se desvió hacia la rama biomédica. A finales de la década de los cincuenta se comenzaron a seleccionar cerdos de un peso no mayor a noventa kilos, y se introdujo el “cerdo SPF” (Sin patógenos específicos por sus siglas en inglés) (Colleton & all, 2016).

A partir de la década de los setentas, en la búsqueda de ejemplares cada vez más pequeños, se empezaron a utilizar razas pequeñas, nativas de diversos países (En México se utilizó el pelón mexicano y el cuino criollo) donde los animales no superaran los 60kg de peso, así como ejemplares enanos de las razas comerciales. Con el transcurso de los años, existió evidencia científica substancial que comprobó que los cerdos representaban una especie válida y comparativa con el humano, incluso mejor que los roedores, lo que dio pauta para sustituir a las pequeñas especies y a los primates en el campo de la experimentación (Colleton & all, 2016).

Posteriormente, en la década de los ochentas, la popularidad del cerdo miniatura aumentó al grado de ser comercializado como un animal de compañía, lo que generó un nuevo mejoramiento genético, en el que un cerdo adulto llegó a pesar 20kg, la nueva línea se denominó “micro pig” (AMPA American Mini Pig Association, 2019).

En la década de los 2010's, con el crecimiento de las redes sociales y la facilidad de información, se creía que el único propósito del cerdo miniatura era el ser un animal de compañía, por lo que muchas personas compraban ejemplares sin tener en consideración el comportamiento natural y el peso que podrían llegar a tener (Un

animal adulto de 70kg es considerado cerdo miniatura), actualmente se busca informar a la comunidad para evitar que estos animales estén bajo condiciones y cuidados inadecuados (Olvera, 2019).

## LA CERDA MINIPIG

Independientemente de la línea zotécnica, las cerdas tienen un objetivo en común: producir un elevado número de lechones destetados al año, pero la forma de conseguirlo difiere entre genéticas. Asimismo, se tiene que comprobar qué genética se adapta mejor a las condiciones de cada explotación (Sanjoaquín, 2014).

No todas las granjas pueden tener el mismo tipo de cerda. Hay cerdas con un enorme potencial reproductivo que, según el manejo, la sanidad, la alimentación, las instalaciones, las dimensiones y el fin zotécnico de la explotación pueden no ser la elección más conveniente. El primer criterio de selección, dependiente de la raza, es la línea materna, la cual integra a los animales que son seleccionados por sus parámetros reproductivos, entre ellos prolificidad, fertilidad, número de partos al año, número de lechones destetados; así como la aptitud materna (producción láctea, carácter, cuidado de los lechones) (Sanjoaquín, 2014).

A semejanza de otras especies domésticas que han sido mejoradas genéticamente para dar lugar a varias razas -principalmente en el tamaño-, no se han reportado cambios morfológicos o fisiológicos de gran relevancia y los cerdos no son la excepción. La cerda miniatura sigue siendo el mismo género y especie que la cerda para el abasto. El comportamiento es el mismo, fenotípicamente sólo se diferencian por el peso y el tamaño.

En los cuadros 1, 2 y 3 se presentan algunas de las variables más comunes, con el objetivo de observar las diferencias más significativas que tienen estas dos líneas zotécnicas.

En el cuadro 1, se muestran algunas de las razas más conocidas.

Cuadro 1. Comparativo de algunas de las razas más comunes en cerdos de líneas genéticas comerciales y miniatura, acorde a la línea de producción.

	Cerda comercial	Cerda miniatura
Línea materna	Large White Landrace Yorkshire (Trujillo & Gamba, 2013)	Minipig americano Gottingen mini Hanford mini (AMPA American Mini Pig Association, 2019)
Línea paterna	Pietrain Duroc Pelón mexicano (Trujillo & Gamba, 2013)	Vietnamita Cuino criollo Yucatán mini (versión miniatura del pelón mexicano) (Silva, 2020)

En el cuadro 2, se muestran algunas variables reproductivas.

Cuadro 2. Comparativo de las características fisiológicas reproductivas en cerdas de líneas genéticas comerciales y cerdas miniatura.

	Cerda comercial	Cerda miniatura						
Peso (Kg) Edad a la pubertad (días)	180-205 * 90 -110 *	Dependiente de la raza (15-100kg peso adulto)→ rango de peso aceptado **						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rango</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PV</td> <td>10kg - 60kg</td> </tr> <tr> <td>Edad</td> <td>80 días- 140 días</td> </tr> </tbody> </table>		Rango	PV	10kg - 60kg	Edad	80 días- 140 días
	Rango							
PV	10kg - 60kg							
Edad	80 días- 140 días							
Peso (kg)	120-135	12 -80**						

Edad al primer servicio (días)	250-280	105-217**
Duración del ciclo estral (días)	21 **	21 días ***
Duración del estro (días)	2-3 **	2-3 días ***
Duración de la ovulación (días)	2 **	2-3 días***
Hormonas del ciclo sexual ****	Progesterona y relaxina -luteinización-, estradiol -desarrollo folicular y reclutamiento-, prostaglandinas -luteólisis-, prolactina. Gonadotropinas LH y FSH	

\* (Trujillo & Flores, 1988); \*\* (Dorado & Vázquez, 2019); \*\*\* (Lesur, 2003) ; \*\*\*\* (Howroyd, 2016)

Se infiere que la única diferencia en las características reproductivas, es la promiscuidad de la cerda miniatura basado en la edad al primer servicio reportado por Howroyd (Howroyd, 2016).

Como se observa, en general la cerda miniatura comparte los parámetros reproductivos con las cerdas para el abasto (Birgit, 2016), sin embargo, es necesario resaltar la edad temprana a la que inicia el proceso de pubertad y posterior ciclicidad, lo cual debe de ser considerado para realizar proyectos que utilicen cerdas minipig.

En el cuadro 3, se muestran algunos parámetros reproductivos que se evalúan en granja.

Cuadro 3. Comparativo de parámetros reproductivos en cerdas de líneas genéticas comerciales y cerdas miniatura.

	Cerda comercial (Sanjoaquín, 2014)	Cerda miniatura (Hong-Quan Luo, 2018)
Duración de la gestación	114 días $\pm$ 2	114 días $\pm$ 2

Lechones nacidos totales	11-14	5-9
Lechones destetados	10-13	4-8
Duración de la lactancia	21-28 días	21-28 días

Se puede inferir que la única diferencia es el número de lechones que produce la cerda dada por el tamaño proporcional del aparato reproductor (Hong-Quan Luo, 2018).

### REVISIÓN REPRODUCTIVA DE LA CERDA MINIATURA

La pubertad es el período en el que las funciones endócrinas y gametógenas de las gónadas han llegado por primera vez al punto de ser posible la reproducción; esto ocurre en cerdas miniatura en un rango de edad de 80 a 140 días y de 10 a 60kg de peso (Dorado & Vázquez, 2019).

Su aparición se ve influenciada por múltiples factores, entre los que tenemos el nivel nutricional, el medio ambiente y las características genéticas (Lesur, 2003). Sin embargo, el inicio de la pubertad no es sinónimo de que la cerda ya puede entrar a servicio, ni que fisiológicamente es apta para mantener una gestación y lactancia adecuada.

La maduración sexual es un proceso gradual en el cual la cerda tiene ciclos estrales completos, los óvulos liberados comienzan a aumentar su viabilidad y los signos de estro comienzan a ser más marcados. Este proceso se da en un rango de edad de 105 a 217 días y un rango de peso de 12 a 80kg (Dorado & Vázquez, 2019).

El ciclo estral es un fenómeno rítmico con periodos regulares pero limitados de receptividad sexual, comprende los sucesos que ocurren entre la aparición de un estro y la aparición del siguiente. La cerda está clasificada como poliéstrica continua, lo que significa que los ciclos se repiten durante todo el año, siempre que no exista gestación, lactancia o enfermedad crónica (Trujillo & Gamba, 2013).

En los cuadros 4 y 5, se muestran las características principales de las etapas del ciclo estral de la cerda.

Cuadro 4. Características fisiológicas principales de las etapas del ciclo estral de la cerda.

Etapa	Duración	Características
Proestro	1-3 días	Alerta a la aproximación del verraco. Monta a otras hembras y pueden aceptar ser montadas por otras hembras; pero no aceptan la monta del verraco. Crecimiento acelerado de los folículos dominantes proveniente de la última oleada folicular del ciclo precedente.
Estro	1-3 días	Hembra inquieta, anoréxica Vulva hiperémica y edematizada. Orinan constantemente. Vocalizan al macho. Permite la monta del macho. El ovario contiene los folículos de graaf y en esta etapa ocurre la ovulación. El periodo de ovulación dura más o menos 3 horas y tiene un promedio de ocurrir a las 40 horas después de iniciado el estro (Birgit, 2016).
Metaestro	2 -3 días	La hembra deja de aceptar la monta del macho. El ovario contiene al cuerpo hemorrágico, a partir del cual se desarrollará el cuerpo lúteo.
Diestro	16-17 días	Hembra tranquila.



		<p>Vulva de color rosado y sin edema</p> <p>No permite que otras hembras ni el semental la monten.</p> <p>El ovario presenta el cuerpo lúteo, a partir del cual se desarrollará el cuerpo albicans.</p>
--	--	---

(Rangel, 2014)

Cuadro 5. Características citológicas principales de las etapas del ciclo estral de la cerda.

Etapa	Características (Rangel, 2014)
Proestro	<p>Células epiteliales parabasales (PB) e intermedias (IN)</p> <p>Ausencia o muy poca presencia de leucocitos.</p> <p>Ligera presencia de moco cervical.</p>
Estro	<p>Abundancia de células superficiales (SP) y queratinizadas (Q)</p> <p>Presencia de moco. (Puede ser abundante)</p>
Metaestro	<p>Abundancia de leucocitos y pocas células queratinizadas.</p>
Diestro	<p>Células epiteliales parabasales (PB) e intermedias (IN).</p> <p>Algunos leucocitos.</p>

## EL OVARIO DE LA CERDA

Los ovarios son órganos pares, conocidos como las gónadas femeninas. Están compuestos por una corteza o parte externa y una médula o parte interna, son los

sitios de desarrollo de los ovocitos y forman parte del eje hipotalámico – hipofisiario-gonadal (Rangel, 2014).

Las células germinales masculinas y femeninas tienen el mismo origen embrionario. La ovogénesis es el proceso de formación, crecimiento y maduración de gametos femeninos. Al momento del nacimiento, la cría tiene en sus ovarios la cantidad de ovogonias definidas para el resto de su vida reproductiva. Sin embargo, la mayoría sufrirá atresia y sólo un número reducido tendrá oportunidad de formar parte de un folículo de graaf y ser ovulado (Sepúlveda, 2012).

#### *Características morfológicas*

- Ovario en forma de racimo de uvas.
- Maduran de 10 a 15 folículos.
- Recubiertos por un pequeño saco peritoneal o bolsa ovárica bien desarrollada, encierra al ovario herméticamente.
- Peso de 3 a 7g.
- Diámetro de folículos preovulatorios de 8 a 12 mm.
- Diámetro del cuerpo lúteo de 10 a 15 mm

(Rangel, 2014)

#### *Anatomía genital*

Situados en el polo caudal de cada riñón, sujetos a la pared abdominal en la región dorso lateral por el **ligamento suspensorio**, una banda tisular blanquecina resistente que diverge a medida que transcurre desde el ovario hasta la unión con las dos últimas costillas, se continúa como **ligamento propio del ovario** que une la porción caudal de éste con la parte proximal del útero.

El ovario derecho se localiza craneal respecto al izquierdo, dorsal al duodeno descendente; el ovario izquierdo se ubica dorsal al colon descendente y lateral al bazo.

(Pérez & Olivera, 2019)

#### *Irrigación sanguínea e inervación nerviosa*

La aorta se subdivide en la arteria pudenda, que a su vez da origen a la arteria ovárica y vena ovárica.

Inervación parasimpática a través de los nervios pélvicos y simpática que proviene del ganglio mesentérico caudal conformado por el nervio hipogástrico y el nervio pélvico.

(Pérez & Olivera, 2019)

#### *Características histológicas de los folículos ováricos*

**Folículo primordial:** Presenta una única cama de células de la granulosa, planas, que envuelven al oocito primario.

**Folículo primario:** Al iniciar la pubertad, las células de la granulosa proliferan por mitosis y se transforma en epitelio cuboide estratificado. Englobando al oocito secundario.

**Folículo secundario:** Se desarrolla una cama de vasos sanguíneos que circuncida el oocito secundario. Tiene más de una capa de células de la granulosa y sobre éstas se encuentran células de la teca, dividida en dos partes, teca interna (colinda con la granulosa), delimitada en el exterior por la teca externa (colinda con el tejido conjuntivo).

Las células de la granulosa segregan una gruesa red de glicoproteínas que forman un halo protector alrededor del oocito denominado *zona pelúcida*, que sirve de defensa mecánica y parte integral del bloqueo contra la poliespermia.

**Folículo atrésico:** Cualquier tipo de folículo que sufre un proceso de atrofia antes de convertirse en un folículo terciario. Entre los hallazgos comunes se observa la desorganización e hipertrofia de las células foliculares; rotura de la membrana plasmática del ovocito; células foliculares invadiendo y fagocitando el citoplasma; invasión de células sanguíneas, así como la reabsorción completa del ovoplasma.

**Folículo terciario:** Entre las células del folículo secundario se forman áreas llenas de líquido folicular que forman una cavidad llamada *antro folicular*. Aquí, el ovocito ha quedado colocado en una parte de la pared folicular rodeado por células de la granulosa en un montículo denominado *cumulus oophorus*; después del pico de LH disminuye la tasa de mitosis de las células de la granulosa y el núcleo del cúmulo se vuelve picnótico, existiendo una vasoconstricción de los capilares de la teca interna, la cual genera isquemia local, se forma un estigma por el cual, al ocurrir la ovulación se presenta una disolución de la pared folicular y se libera el óvulo.

Después de la ovulación se forma una depresión ocupada por el folículo, llamada fosa ovárica, a partir de ella se formará el **cuerpo hemorrágico**, junto con sangre y tejido. La fosa permanece en los días 2 y 3 del ciclo.

El cuerpo hemorrágico se denomina CH1, CH2 y CH3 conforme avanza el desarrollo. Esta estructura puede ser vista macroscópicamente y es palpable.

Durante los 5 a 7 días posteriores a la ovulación se desarrolla el **cuerpo lúteo** a partir de las células de la granulosa y de la teca interna hacia células lúteas.; ésta otra de las estructuras del ovario que se observa macroscópicamente y es palpable. Empieza como CL3, y decrecerá rápidamente hacia el día 16-17 del ciclo, formando un CL2 y CL1.

Al producirse la luteólisis (inactivación y regresión del cuerpo lúteo) el CL1 disminuye de tamaño y permanece como una estructura amarillenta que culmina en una cicatriz blanquecina, amarilla o naranja. Se le conoce como **cuerpo albicans**.

(Sepúlveda, 2012)

### *Características endócrinas*

La dinámica folicular de la cerda está basada en un desarrollo continuo de folículos antrales hasta la ovulación y la posterior formación de los cuerpos lúteos. Cuando los folículos son muy pequeños sólo dependen de factores intraováricos y son independientes del control gonadotropo de hipotálamo e hipófisis. Una vez que se forma el antro folicular, el crecimiento del folículo depende también de la secreción de la prolactina y de las gonadotropinas FSH y LH por la hipófisis anterior, es decir, del equilibrio del eje hipotálamo-hipofisario-ovárico. Estas hormonas llevan a cabo su acción mediante receptores específicos situados en el folículo antral. Las células de la teca interna presentan receptores para la LH y las células de la granulosa presentan receptores para la FSH y la prolactina. La LH es necesaria para la producción de andrógenos en las células de la teca. Estos pasan a las células de la granulosa, donde son transformados en estrógenos bajo la acción de la FSH. Más adelante, en el curso de la maduración preovulatoria del folículo, aparecerán los receptores para la LH en las células de la granulosa que favorecerán la producción de la progesterona en el folículo preovulatorio necesaria para la ovulación.

(Falceto & varios, 2014)

## INMUNOCASTRACIÓN Y APLICACIONES EN MEDICINA Y ZOOTECNIA PORCINA

La inmunocastración consiste en aplicar una vacuna a los cerdos destinados para el abasto, en breve, su función es evitar que el animal presente pubertad y madurez sexual.

Improvac® es un análogo de GnRF (Factor de liberación de gonadotropinas endógeno, abreviatura en inglés) ligado a una proteína acarreadora. La aplicación en cerdas induce una respuesta inmune frente al factor de liberación de gonadotropina endógeno (GnRF), mismo que controla la función ovárica a través de las hormonas LH y FSH. Los efectos de la inmunización se obtienen por la disminución de la función ovárica que resulta de la reducción de la actividad del

GnRF, lo que conlleva a la reducción de la producción y concentración de progesterona (Zoetis México, 2019).

El nombre comercial del bloqueador es Improvac® (Elaborado por Zoetis Belgium SA; Bélgica e importado y distribuido por Zoetis México; CDMX) su uso está indicado como una alternativa de la castración quirúrgica, ya que la finalidad del producto es interrupción en la presentación de la pubertad.

En los machos actúa disminuyendo la secreción de sustancias que confieren el olor sexual, entre ellos testosterona, androsterona y escatol, a la aplicación de la segunda dosis se desencadena una liberación en altas concentraciones de anticuerpos contra la GnRh, esto ocasiona la inhibición del eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal, teniendo como consecuencia una disminución considerable en los niveles séricos de LH y FSH, las cuales tienen acción sobre las células de Leydig y Sertoli. Todo ello genera un bloqueo en la producción de andrógenos modificando el desarrollo de los órganos reproductivos (testículos, epidídimos y las glándulas accesorias) (Einarsson, 2011).

La castración inmunológica es una técnica no invasiva, donde el manejo es rápido, con el objetivo de llevar la práctica al menor estrés así como dolor posible en el animal, sin necesidad de manejo para la aplicación de analgésicos, antibióticos o complicaciones postquirúrgicas.

En cerdos ibéricos se ha comprobado el beneficio de la castración inmunológica, al observar un mejor rendimiento productivo en comparación de la castración quirúrgica, entre los resultados, un mayor peso vivo al rastro, un mayor peso de la canal en caliente, mayor área y longitud del lomo, así como una marcada significancia en la reducción del olor a verraco (Martínez Macipe & al., 2016).

En cerdos de línea terminal, Contreras en 2016, concluyó que el efecto de la supresión antigénica de la GnRh en una etapa prepuberal temprana tiene como consecuencia un retraso sobre el desarrollo del epidídimo del cerdo.

En cerdas ibéricas destinadas para el abasto, Castillo & Pérez en 2014, realizaron un proyecto en el cual vacunaron a las cerdas a los 96 días, revacunaron a los 120

días con Innosure®, una forma modificada de GnRh conjugada con una proteína inerte, la cual promovía la producción de anticuerpos anti- GnRh, lo cual, al inhibir las gonadotropinas, también genera el mismo efecto que Improvac®. Las cerdas fueron sacrificadas a los 166 días de edad, se observó que, ante la aplicación, el grupo experimental obtuvo mayor peso al sacrificio, mayor ganancia diaria de peso, mejor conversión alimenticia, así como diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) ante el reporte anatómico de ovarios y cuernos uterinos -tamaño y desarrollo-. También existió una menor presentación de los celos.

El protocolo convencional, de acuerdo a las indicaciones de aplicación del producto es una primera dosis después de la octava semana de edad, cuatro semanas después se aplica la segunda dosis, siendo la matanza a la cuarta semana después de la segunda aplicación. Cuando el sacrificio es a las 20-22 semanas de edad la primera dosis es a la 12° semana y la segunda dosis a la 16° (Zoetis México, 2019). Algunos investigadores han realizado variaciones en los protocolos de la vacuna anti GnRh, tomando en cuenta varios factores que podrían mejorar los resultados finales. El producto de estas investigaciones ha dado adecuaciones en el protocolo convencional con la finalidad de obtener mejores resultados en la producción cárnica, entre ellas, el protocolo a corta edad, el cual considera dos aplicaciones, la primera dosis a la 3° semana y la segunda a la 8° semana (Martínez Macipe & al., 2016).

Por lo general, las cerdas para el abasto no son castradas, sin embargo, existen artículos científicos donde utilizan vacunas antiGnRh (bloqueador de hormona liberadora de gonadotropinas, abreviatura en inglés) o anti LHRH (bloqueador hormona luteinizante, abreviatura en inglés) el empleo de estos fármacos produce disminución en el tamaño de ovarios, así como disminución de las concentraciones séricas de LH (hormona luteinizante, abreviatura en inglés) y FSH (hormona folículo estimulante, abreviatura en inglés), disminución en la concentración de esteroides gonadales, deteniendo por completo la actividad cíclica en los ovarios (Garza, 1986). También se reporta la disminución de la síntesis de hormonas derivadas del colesterol a nivel ovárico, con el objetivo de promover el uso de energía en otras

reacciones metabólicas, dirigidas a mejorar la ganancia diaria de peso (Esbenshade, 1985).

En cerdas chinas se estudió el efecto que tenía la vacunación anti GnRh sobre la LH sérica, la inhibina A, el desarrollo y la tasa de crecimiento. Se descubrió que de las 12 cerdas inmunocastradas, dos no respondieron a la inmunización, pero en aquellas que sí respondieron, se obtuvo que los pesos de los ovarios y de los cuernos uterinos fueron menores que las controles. Las no positivas al tratamiento y controles tenían pesos de ovario y útero similares; los títulos de anticuerpos fueron significativamente más bajos en las cerdas negativas que en las inmunocastradas. No se encontraron estructuras foliculares en los ovarios de las inmunocastradas, mientras que grandes folículos y cuerpos lúteos se encontraron en los ovarios de las controles y en las cerdas no positivas al tratamiento (Zeng XY, 2002).

En cerdos miniatura también se han realizado proyectos de investigación referentes a la castración inmunológica y quirúrgica.

En 2020, Silva, realizó un estudio en donde evaluó los efectos que tiene la inmunocastración con vacuna antiGnRh en cerdos de raza miniatura, a fin de conocer su impacto sobre los parámetros productivos en calidad de la canal y de la carne. Concluyendo que no existe diferencia entre los tratamientos de corta y larga duración presentando ambos las mismas características en la canal y la calidad de la carne, manteniendo rangos similares a los expresados por cerdos enteros; la edad a la matanza de los cerdos miniatura para consumo bajo protocolos de inmunocastración es indistinto.

En 2007, Babel y Wiedenbrück, realizaron un estudio en donde examinaron la dependencia de la actividad de los marcadores óseos (osteocalcina y crosslaps) en el ciclo estral de la cerda miniatura, también determinaron la influencia de una ración de alimento privado de calcio en el metabolismo óseo antes y después de la castración quirúrgica.

La ooforectomía es una técnica que puede ser necesaria para facilitar la investigación, siendo esta técnica más común en cerdas miniatura mascota, ya que



al alcanzar la edad adulta, las cerdas suelen volverse hiperactivas sexualmente, presentado exceso de micción y agresividad entre algunos problemas de comportamiento. Se recomienda realizar este procedimiento antes de la presentación de los ciclos estrales (Wiedenbrück & Babel, 2007).

Sin embargo, los resultados del estudio de Zeng XY en 2002, mostraron que la inmunocastración se puede utilizar como alternativa a la castración quirúrgica.

## **JUSTIFICACIÓN**

Conocer los efectos de la inmunocastración, en diferentes protocolos de aplicación, así como su impacto en el desarrollo reproductivo en la cerda minipig, para establecer su resultado y determinar si puede ser el modelo de investigación, así como como ser un producto efectivo en cerdas destinadas a ser mascotas.

## **OBJETIVO**

Evaluar el efecto que tiene el uso exógeno de un bloqueador de GnRh en el desarrollo de los folículos ováricos.

### **Objetivos específicos:**

- 1) Determinar el número de los diferentes grupos de folículos ováricos tanto macroscópica como microscópicamente.

- 2) Determinar si existe diferencia en el tamaño de las diferentes estructuras anatómicas ováricas a la edad de matanza.
- 3) Determinar la posible presentación de la pubertad por medio de citologías exfoliativas.

## **HIPÓTESIS**

El protocolo modificado a corta edad (dosis en la 3°, 7° y 12° semana de vida), inhibirá el desarrollo folicular ovárico en comparación con el protocolo convencional y con el grupo control.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Este protocolo con número 0662 fue aprobado por CICUA el 21 de octubre de 2020. Se seleccionaron 15 cerdas de línea genética minipig al destete (3 semanas de edad). Se distribuyeron de forma aleatoria en tres grupos (5 cerdas por grupo), a los cuales se les aplicaron distintos tratamientos; grupo 1: hembras sin castrar, denominadas grupo control; grupo 2: hembras inmunocastradas con el protocolo convencional, grupo 3: hembras inmunocastradas a corta edad.

Los animales fueron alojados y alimentados según la NOM-062-ZOO-1999; en corrales tipo danés con las siguientes dimensiones 1.5m X 3 m, proporcionando un espacio de 4.5m<sup>2</sup>.

Cada grupo estuvo en un corral separado. El espacio vital mínimo para 5 animales (un grupo) con un rango de peso de 10-15 kg es de 0.54m<sup>2</sup>/animal (Lesur, 2003), que para este estudio fue de 2.7m<sup>2</sup>/ animal. En este caso, el espacio vital con las medidas de los corrales fue más amplio que el que especifica la literatura.

Se suministró alimento Purina® de fase de engorda, la ración correspondiente con un consumo aproximado de 200 - 300g por animal, a un peso de 9 a 10kg acorde a la línea genética correspondiente –minipig americano- (Ritskes-Hoitinga & Bollen, 1997), fue ofrecida dos veces al día, con los siguientes elementos nutricionales. (Cuadro 6)

Cuadro 6. Análisis químico proximal del alimento ofrecido

Ingrediente	Base seca	Base húmeda
Proteína (%)	14.08±0.09	12.57±0.09
Extracto etéreo (%)	2.86±1.0	2.56±0.09
Cenizas (%)	12.8±1.8	11.46±1.62
ELN* (%)	70.29	62.93
Humedad (%)	-	10.48±0.34

(Silva, 2020)

### *PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL*

Se siguieron los siguientes procedimientos:

- Grupo 1. hembras control: No se les aplicó ninguna dosis del producto, manteniéndose en engorda hasta el momento de la matanza a la semana 22 de edad.
- Grupo 2. protocolo de inmunocastración convencional: se aplicaron dos dosis - 2mL por vía subcutánea bajo el pliegue de la oreja- acorde a la descripción del producto, siendo la primera dosis a la semana 12 y la segunda a la semana 16, manteniéndose en engorda hasta el momento de la matanza a la semana 22 de edad.

- Grupo 3. protocolo modificado de inmunocastración a corta edad: se aplicaron tres dosis -2mL por vía subcutánea bajo el pliegue de la oreja- La primera dosis a la semana 3, la segunda a la semana 7 y la tercera a la semana 12, y se mantuvo a los animales hasta el momento del sacrificio a la semana 22 de edad.

En los tres grupos se realizaron tomas de citología exfoliativas semanales mediante hisopado vaginal durante el transcurso del proyecto – a partir de un rango de la 13 a 17 semana de vida- y medición de longitud de los órganos reproductores a la semana 22 de edad (matanza).

Con el objetivo de tener un control de los procedimientos en los tres grupos, se realizó un cronograma que hace referencia a qué manejo le correspondió a cada grupo así como la semana en la que se realizó. (cuadro 7)

**Cuadro 7. Cronograma de tratamientos y toma de muestras**

Grupo	S3-S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22
G1. Hembras Enteras	Sin manejo	TS	TS	TS TC*	TS TC*	TS TC*	TS TC*	TS TC*	TS TC	TS TC	TS TC	TS TC	TS TC EV
G2. Hembras Inmunocastradas en forma convencional	Sin manejo	TS	TS 1°dosis	TS TC*	TS TC*	TS TC*	TS TC* 2°dosis	TS TC*	TS TC	TS TC	TS TC	TS TC	TS TC EV
G3. Hembras inmunocastradas a corta duración con modificación	S3- 1° dosis S7-2° dosis (resto sin manejo)	TS	TS	TS TC*	TS TC*	TS TC*	TS TC*	TS TC*	TS TC	TS TC	TS TC	TS TC	TS TC EV

TS: toma de muestra sanguínea

TC: toma de citología vaginal (inicio en rango de 13°-17° semana)

EV: Evaluación al sacrificio

### **DESCRIPCIÓN DE LAS EVALUACIONES SEMANALES**

- Toma de citologías vaginales: Se introdujo un hisopo infantil (adecuado al tamaño de vulva) ligeramente humedecido con lubricante vaginal a base

agua suavemente dentro de la vagina y se realizó movimiento rotatorio dentro del canal, tocando las paredes vaginales. Inmediatamente se rodó suavemente el hisopo en la laminilla previamente identificada con la ID de la cerda, la semana de edad y la fecha. Para fijar la tinción se utilizó violeta de genciana a una concentración 1:100, se cubrió la muestra durante 10 minutos, se enjuagó 5s; para finalizar se cubrió con una solución de etanol al 70% durante 5s y se volvió a enjuagar 5s.

Estas tomas son con el objetivo de determinar la etapa del ciclo estral y posteriormente evaluar ciclos completos en el grupo control e identificar cambios celulares en los grupos experimentales.

- Toma de muestra sanguínea: Obtención de sangre de vena cava mediante el sistema Sarstedt Monovette, aguja de 21G X 1 ½" y tubo rojo sarstedt con capacidad de 4.9mL. Con el objetivo de posteriormente evaluar el suero y utilizar la información en otro proyecto de investigación.

### *MATANZA DE LAS CERDAS*

Para la realización de la matanza se procedió según lo indicado por la NOM-033-ZOO-1993, se realizó de la siguiente manera: Sujeción del animal por los corvejones, el animal queda mirando hacia abajo, es decir con la cabeza en dirección al suelo. Se procedió a mojar al animal por completo.

Empleo de tenazas para insensibilizar al animal mediante shock eléctrico a 1.3 A, se colocó entre la oreja y el ojo de cada lado en el punto de intersección en donde se cruzan una línea horizontal que va de la comisura externa del ojo hacia atrás y una línea vertical que baja desde la base de la oreja (sobre las sienes del animal) y permanecieron en contacto con la piel de 3 a 6 segundos.

En menos de 10 segundos, se desangró el animal mediante el corte de venas cavas y tronco braquiocefálico. El corte se realizó en la depresión por delante del esternón, dirigiendo la punta del cuchillo hacia adentro dirigida al corazón con un ángulo de

45° de la línea media y con 45° de inclinación perpendicular al cuello para cortar el seno de las cavas y después girando la hoja 90° para seccionar el tronco braquiocefálico. Para esto, la hoja debe contar con por lo menos 35cm de largo.

Pérdida de sangre por corte e incremento de la misma por posición vertical (permanece de la misma forma).

- Toma de muestra sanguínea al momento del corte de venas cavas y tronco braquiocefálico

Muerte por hipovolemia.

Al momento de la necropsia se tomaron diferentes resultados. Las canales, así como el resto de los aparatos fueron evaluados acorde a otros proyectos de investigación.

Los desechos biológicos, es decir el resto del animal, se colocaron en una bolsa amarilla correspondiente a residuos patológicos; los desechos de material (gasas, torundas, jeringas y guantes) se colocaron en una bolsa roja correspondiente a residuos no anatómicos acorde a los lineamientos del manejo de RPBI de la FMVZ-UNAM.

Este proyecto evaluó los ovarios acorde al resumen 1 (Sección de características morfológicas de ovario).

Entre las características a evaluar se encuentran: la forma de ovario; el número de folículos maduros/ cuerpos lúteos/ cuerpos hemorrágicos; la longitud, ancho y peso de ovario derecho e izquierdo; el diámetro de folículos maduros y las características de la bolsa ovárica.

### *ANÁLISIS ESTADÍSTICO*

El tamaño de muestra constituye el número de animales mínimos necesarios para demostrar que existe una diferencia significativa en las características a evaluar; basados en el flujograma de la granja, la fórmula para determinar “n” en una población finita conocida es la siguiente.

$$n = \frac{N(z^2)(p)(q)}{d^2(N - 1(z^2))(p)(q)}$$

n= tamaño de la muestra z= 1.962 (nivel de confianza del 95%) q= 1-p d= margen de error (5%)	N= 395 lechones promedio que se destetan al año.  p= 0.5% por la probabilidad del 50% que nazcan sean hembras o machos.
---	---

$$n = \frac{395(1.962^2)(0.5)(0.5)}{0.05^2(395 - 1(1.962^2))(0.5)(0.5)}$$

n= **15.54 cerdas**

- Grupo 1 → 5 cerdas enteras.
- Grupo 2 → 5 cerdas en protocolo convencional.
- Grupo 3 → 5 cerdas en modificación de protocolo a corta edad.

El proyecto contó con una base estadística, dentro del cual están los siguientes análisis:

- Contraste de hipótesis para la diferencia de respuestas promedio en dos poblaciones cuando de ellas se obtienen muestras aleatorias e independientes. Con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ . Para la evaluación histopatológica, los parámetros electivos a evaluar fueron la contabilización y presencia de los diferentes grupos de estructuras ováricas, entre ellas: folículos terciarios, cuerpos hemorrágicos y folículos atrésicos ya que la presencia del folículo terciario indica que se está por llevar a cabo la ovulación, mientras que el cuerpo hemorrágico indica que ya se llevó a cabo la misma. Los folículos atrésicos representan una involución de los mismos por la atresia y apoptosis provocadas por una privación hormonal que evitan su desarrollo. Este análisis tiene el objetivo de analizar y comparar la presencia o no de la ovulación. Por lo que dependiendo de los resultados se realizará el reporte estadístico correspondiente que compruebe si existe diferencia estadística significativa en los grupos experimentales a comparación con el grupo control.

- Obtención y reporte de medidas de tendencia central y de dispersión estadística a la evaluación anatomorfológica en las siguientes variables.
  - ✓ Peso de ovarios expresado en gramos
  - ✓ Medidas de las diferentes estructuras ováricas expresadas en centímetros.

Reportar si hubo diferencia estadística significativa en los grupos experimentales a comparación con el grupo control.

- Reporte de la observación de las citologías ya que al no poder tomar como referencia el número de células presentes en el campo por variabilidad natural de cada individuo, se tomaron como variables cualitativas.

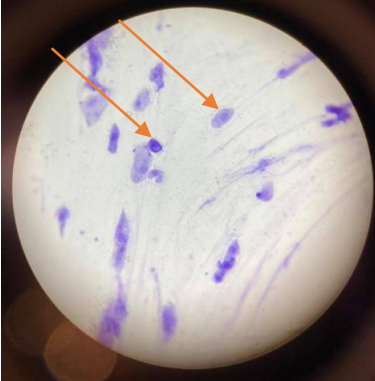
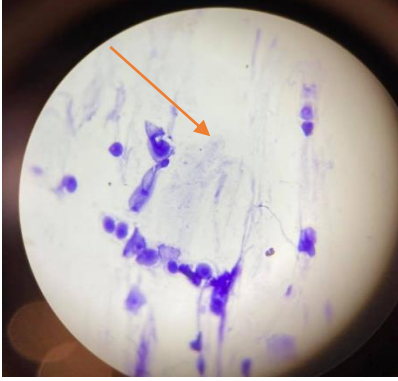
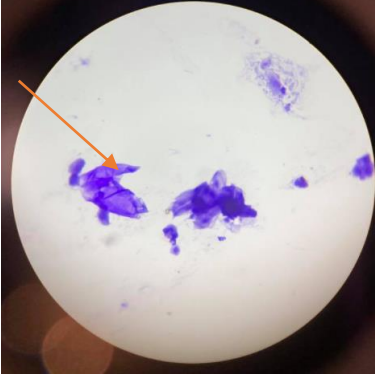
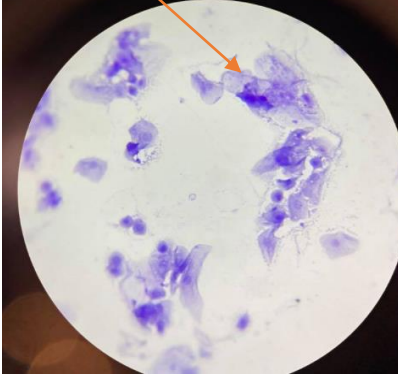


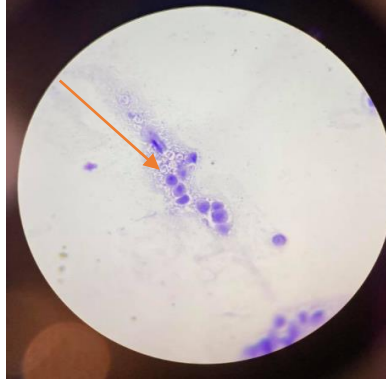
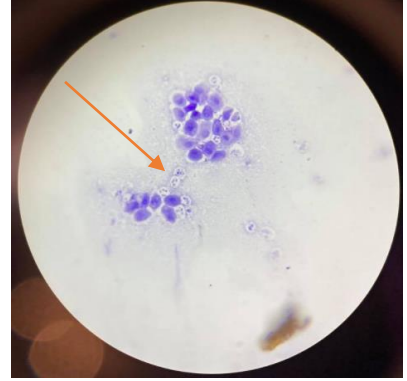
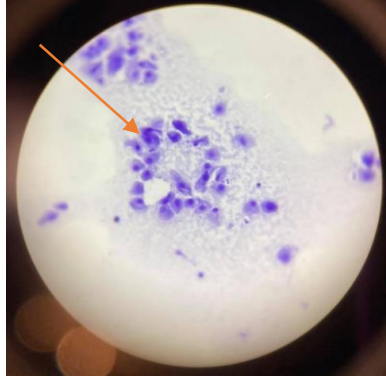
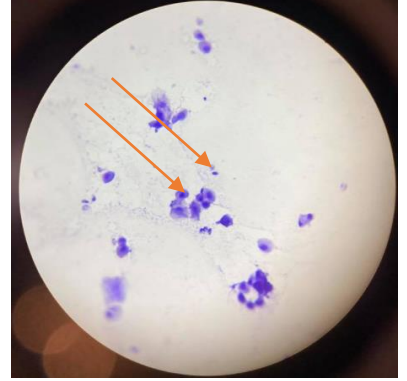
## RESULTADOS

### EVIDENCIAS DE CITOLOGÍAS VAGINALES

En el cuadro 8, para el grupo control, por el número total de fotografías, se seleccionaron de manera aleatoria dos cerdas, a modo de integrar un cuadro de referencia de las etapas del ciclo estral con el objetivo de observar las células en estadio natural.

Cuadro 8. Referencia del ciclo estral del grupo control o hembras enteras.

Etapa del ciclo y descripción	ID cerda: C3	ID cerda: C4
<p><b>Proestro</b></p> <p>Células intermedias parabasales e intermedias (IN)</p> <p>Ausencia o muy poca presencia de leucocitos</p> <p>Ligera presencia de moco cervical</p>	 <p>(imagen 1)</p>	 <p>(imagen 2)</p>
<p><b>Estro</b></p> <p>Abundancia de células superficiales y queratinizadas (Q)</p>	 <p>(imagen 3)</p>	 <p>(imagen 4)</p>

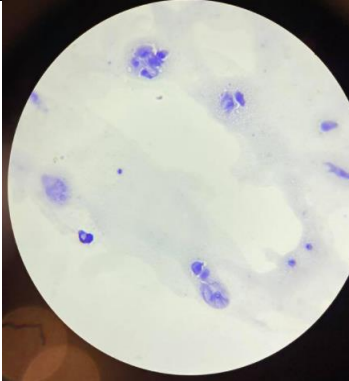
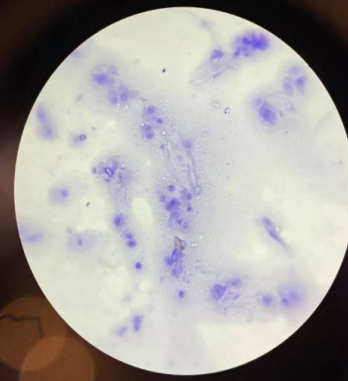
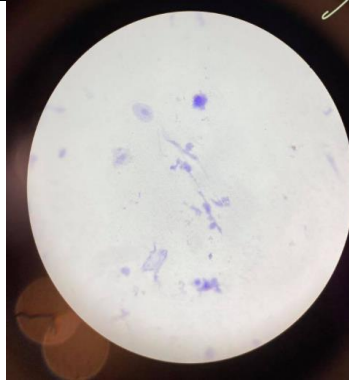
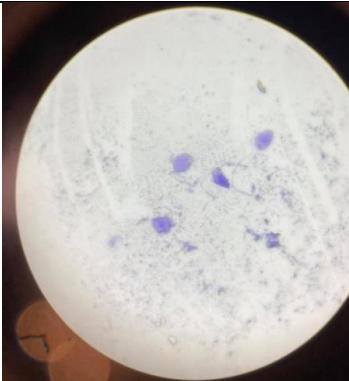
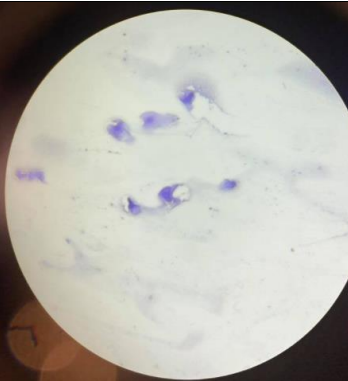
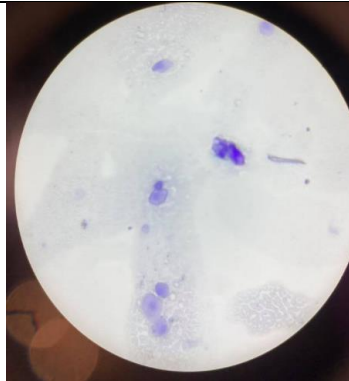
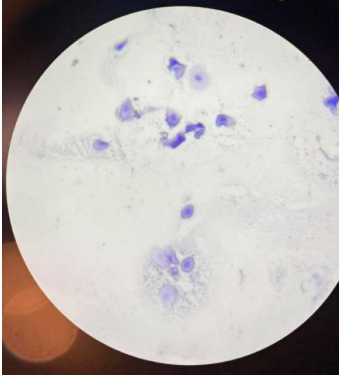
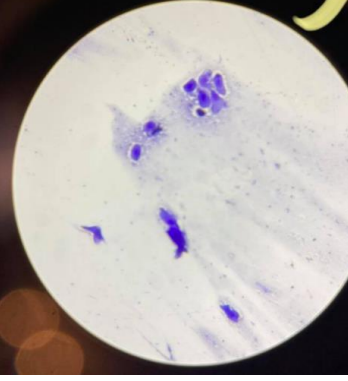
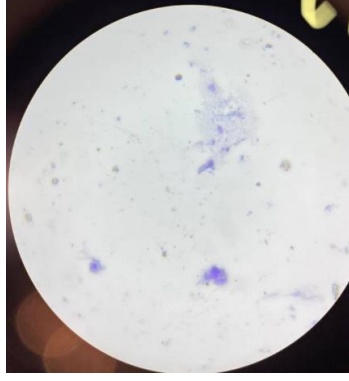
<p><b>Metaestro</b> Abundancia de leucocitos y pocas células queratinizadas.</p>		
<p><b>Diestro</b> Células epiteliales parabasales (PB) e intermedias (IN). Algunos leucocitos.</p>		

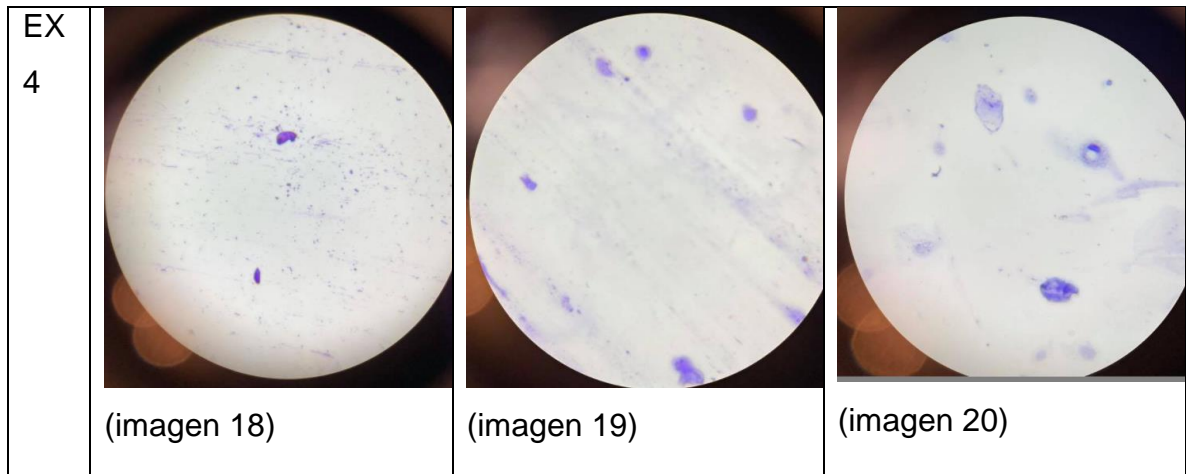
Fuente de imágenes: producto actual de este proyecto de investigación.

Dentro del álbum se encuentran evidencias fotográficas de los cinco ejemplares, haciendo seguimiento a un ciclo estral completo, donde se encuentran reportadas todas las etapas del ciclo. Se comprueba que las cuatro etapas del ciclo estral cumplen con las características celulares que se describen en el cuadro anterior.

En el cuadro 9, para los grupos experimentales, por el número total de fotografías, se seleccionaron de manera aleatoria dos cerdas por grupo, a modo de integrar un cuadro comparativo en las semanas 18, 20 y 22; con el objetivo de observar la relación que tienen ambos protocolos entre sí y con el ciclo estral del grupo control.

Cuadro 9. Evidencias de las citologías exfoliativas del grupo 2 y grupo 3.

<b>Grupo 1: Hembras inmunocastradas con protocolo convencional (12° y 16°)</b>			
ID	Semana 18	Semana 20	Semana 22
E1	 (imagen 9)	 (imagen 10)	 (imagen 11)
E5	 (imagen 12)	 (imagen 13)	 (imagen 14)
<b>Grupo 3: hembras inmunocastradas a corta edad (3°, 7° y 12°).</b>			
ID	Semana 18	Semana 20	Semana 22
EX 2	 (imagen 15)	 (imagen 16)	 (imagen 17)



Fuente de imágenes: producto actual de este proyecto de investigación.

Al realizar las evaluaciones semanales, a diferencia del grupo control, no se encontró un cambio morfológico en los grupos celulares que dieran pauta para sugerir que se encontraba en un cambio de etapa. La primera toma citológica a la semana 16, era muy similar y no había diferencia con la etapa de “Proestro” del grupo control, se observaron.

- Células parabasales (PB) e intermedias (IN)
- Ausencia o muy poca presencia de leucocitos
- Ligera presencia de moco cervical

En la toma a la semana 18 se observó una disminución en el grupo de células, menor cantidad de moco y así se mantuvo durante las semanas 20 y 22. En esas tomas se observó:

- Células epiteliales parabasales (PB) e intermedias (IN).
- Algunos leucocitos.

La etapa que más se aproximaría a esta descripción sería “diestro” por la similitud de hallazgo, sin embargo no se puede inferir que sea esa etapa ya que se observó disminución en los cambios celulares que correspondieran al inicio o término de un ciclo.

Al realizar las evaluaciones semanales, entre el grupo control y grupo 3: Hembras inmunocastradas a corta edad (3°, 7° y 12°), a diferencia del grupo control, no se encontró un cambio morfológico en los grupos celulares que dieran pauta para sugerir que se encontraba en un cambio de etapa. La primera toma, a la semana 16 no fue representativamente similar, aunque sí compartía con éste varios rasgos con la etapa de "proestro" del grupo control. Se observó:

- Células parabasales (PB) e intermedias (IN)
- Ausencia o muy poca presencia de leucocitos.

En las siguientes tomas semanales, de la semana 18 y hasta la semana 22 no se observaron cambios celulares significativos, se observó:

- Células epiteliales parabasales (PB) e intermedias (IN).

La etapa que más se aproximaría a esta descripción, sería "diestro" por la similitud de hallazgo, sin embargo no se puede inferir que sea esa etapa ya que se observó disminución en los cambios celulares que correspondieran al inicio o término de un ciclo.

Se realizó la observación de las citologías mediante una tabla general que representa los diferentes estadios del ciclo estral en el grupo control. Sin embargo al no estar sincronizadas, se seleccionaron las cerdas C3, C4 y C5 como referencia general, en ambos grupos experimentales se seleccionaron todos los individuos ya que no hubo variación en las muestras. Se colocó como "estadio representativo" diestro para los grupos experimentales.

Cuadro 10. Observación semanal de citologías

Semanas	CONTROL	G1	G2
13	diestro	Diestro	Diestro
14	diestro	Diestro	Diestro
15	diestro	Diestro	Diestro
16	Estro	Diestro	Diestro
17	metaestro	Diestro	Diestro
18	diestro	Diestro	Diestro
19	diestro	Diestro	Diestro

20	proestro	Diestro	Diestro
21	Estro	Diestro	Diestro
22	metaestro	Diestro	Diestro

### EVIDENCIAS MORFOLÓGICAS DE LOS OVARIOS

En los cuadros 11, 12 y 13, se presentan las variables de las diferentes estructuras anatómicas de los ovarios a la necropsia, en los tres grupos experimentales.

A continuación se presenta una lista de abreviaturas:

- Folículos maduros: FM
- Cuerpos lúteos: CL
- Cuerpos hemorrágicos: CH
- Ovario izquierdo: OI
- Ovario derecho: OD
- Bolsa ovárica: BO

Cuadro 11. Número y tamaño de las diferentes estructuras foliculares y no foliculares en el grupo control

ID CERDA	C1	C2	C3	C4	C5
Forma	Racimo de uvas				
Número de FM/ CL/ CH	10FM en OI 11FM en OD Etapa del ciclo: Proestro	7FM en OI 6FM en OD Etapa del ciclo: Proestro	3CH en OI 2CH en OD Etapa del ciclo: Metaestro	1CH en OI 6CH en OD Etapa del ciclo: Metaestro	3CH en OI 2CH en OD Etapa del ciclo: Metaestro
Longitud y ancho de OI	2 x 0.8	0.9 x 0.7	0.7 x 0.6	0.8 x 0.5	1.6 x 0.7

(cm)					
Longitud y ancho de OD (cm)	2.2 x 0.7	1.7 x 0.6	2 x 0.7	1.8 x 0.8	1.6 x 0.7
Diámetro de FM (mm)	3	2.3			
Pesaje	Ol: 0.9g OD: 1g	Ol: 0.8g OD: 0.9g	Ol: 1g OD: 1g	Ol: 0.9g OD:0.8g	Ol: 1g OD: 0.7g
Características de la BO	Desarrollada				

Folículos maduros: FM; Cuerpos lúteos: CL; Cuerpos hemorrágicos: CH; Ovario izquierdo: Ol; Ovario derecho: OD; Bolsa ovárica: BO

Cuadro 12. Número y tamaño de las diferentes estructuras foliculares y no foliculares del grupo 2: Hembras inmunocastradas con el protocolo convencional (12° y 16°)

ID CERDA	E1	E2	E3	E4	E5
Forma	Ovalada y de apariencia racimada				
Número de FM/CL/CH	Apariencia folicular. No compatible con folículos maduros, cuerpos lúteos o cuerpos hemorrágicos.				
Longitud y ancho de Ol (cm)	0.6 x 0.5	0.9 x 0.6	1 x 0.6	0.6 x 0.7	0.7 x 0.4
Longitud y ancho de OD (cm)	0.8 x 0.6	1 x 0.7	1.3 x 0.5	1.5 x 0.5	0.6 x 0.4
Pesaje	Ol: 0.7g	Ol: 0.8g	Ol: 0.5g	Ol:0.8g	Ol: 0.9g

	OD: 0.6g	OD:0.7g	OD: 0.7g	OD: 0.6g	OD:0.9g
Características de la BO	No desarrollada				

Folículos maduros: FM; Cuerpos lúteos: CL; Cuerpos hemorrágicos: CH; Ovario izquierdo: OI; Ovario derecho: OD; Bolsa ovárica: BO

Cuadro 13. Número y tamaño de las diferentes estructuras foliculares y no foliculares del grupo 3: Hembras inmunocastradas a corta edad (3°, 7° y 12°)





ID CERDA	E1	E2	E3	E4	E5
Forma	Arriñonado con ligeras depresiones				
Número de FM/CL/CH	No visibles macroscópicamente				
Longitud y ancho de OI (cm)	0.6 x 0.6	0.7 x 0.8	0.5 x 0.6	0.6 x 0.5	0.5 x 0.4
Longitud y ancho de OD (cm)	0.6 x 0.8	0.7 x 0.6	0.6 x 0.7	0.8 x 0.6	0.5 x 0.6
Pesaje	OI: 0.17g OD: 0.16g	OI: 0.2g OD:0.15g	OI: 0.18g OD: 0.19g	OI:0.06g OD: 0.07g	OI: 0.02g OD:0.02g
Características de la BO	No desarrollada				

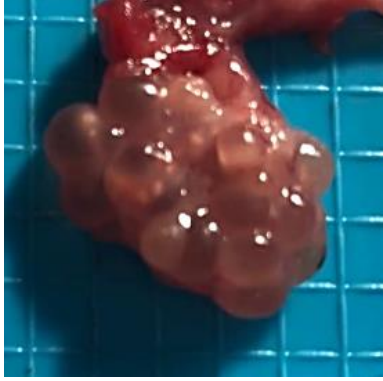
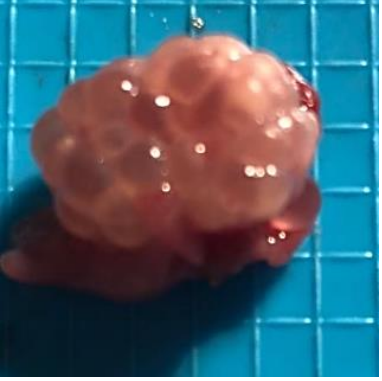




Folículos maduros: FM; Cuerpos lúteos: CL; Cuerpos hemorrágicos: CH; Ovario izquierdo: OI; Ovario derecho: OD; Bolsa ovárica: BO



El cuadro 14 de evidencias fotográficas muestra una comparativa que existe entre los ovarios de cada grupo, con el objetivo de identificar cambios morfológicos. Por el número de fotografías, se seleccionó de manera aleatoria dos cerdas por grupo. Las fotografías del grupo control se colocaron en la mitad de la tabla para hacer más evidente la diferencia morfológica.

Cuadro 14. Comparativa visual de ovarios entre grupos experimentales a las 22 semanas de edad.

ID CERDA	Ovario izquierdo	Ovario derecho
<b>Grupo 2: Hembras inmunocastradas con el protocolo convencional (12° y 16°)</b>		
E1	 (imagen 21)	 (imagen 22)
E5	 (imagen 23)	 (imagen 24)
<b>Grupo control o hembras enteras (G1)</b>		

C4	 <p>(imagen 25)</p>	 <p>(imagen 26)</p>
C5	 <p>(imagen 27)</p>	 <p>(imagen 28)</p>
<b>Grupo 3: Hembras inmunocastradas a corta edad (3°, 7° y 12°)</b>		
EX2	 <p>(imagen 29)</p>	 <p>(imagen 30)</p>



Fuente de imágenes: producto actual de este proyecto de investigación.

Hay una observación común en ambos grupos experimentales; la presencia de unas estructuras muy parecidas a lo que sería un folículo terciario con las siguientes características:

- Cápsula semi- traslúcida
- Estructura semi-esférica
- Contenido líquido ligeramente

Estas estructuras también comparten una similitud macroscópica con un quiste folicular; estas estructuras presentan una cápsula translúcida y su contenido es claro o de tinte hemorrágico. Por lo general, aparecen con carácter múltiple y son el tipo de quiste ovárico más frecuente en la cerda. El tamaño de los quistes es variable, desde pocos milímetros a varios centímetros.

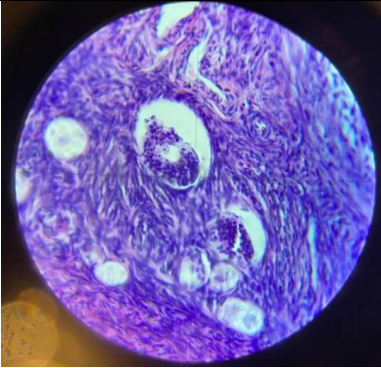
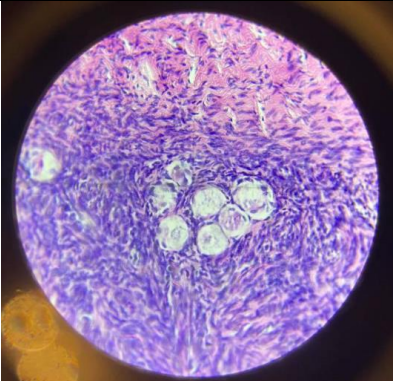
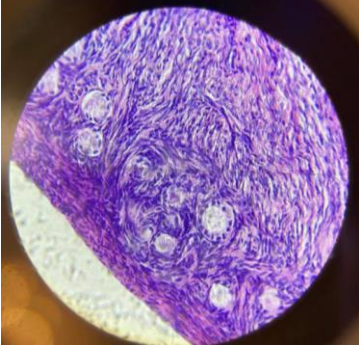
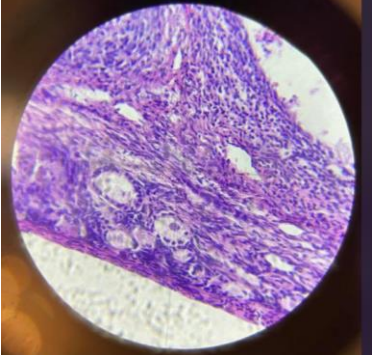
De manera complementaria se realizaron dos esquemas del aparato reproductor de la cerda haciendo referencia a la anatomía, irrigación e inervación. (Anexo 1)

## EVIDENCIAS HISTOLÓGICAS DE OVARIOS

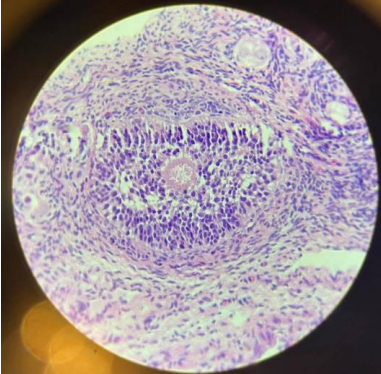
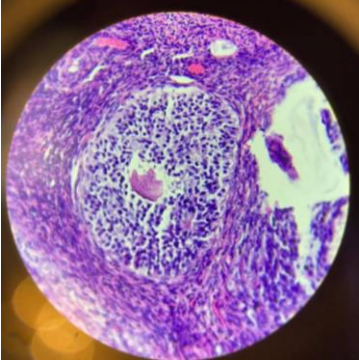
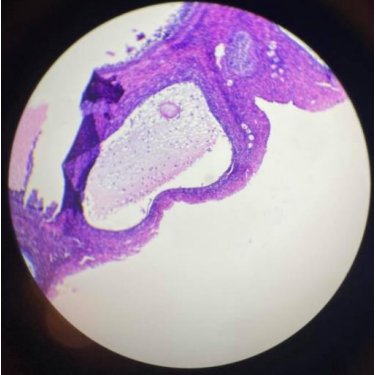
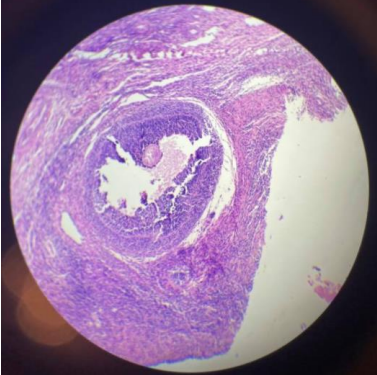
El siguiente panel de evidencias fotográficas muestra las principales características histológica de los ovarios de cada grupo estudiado, con el propósito de identificar cambios en el desarrollo de los folículos ováricos, el objetivo de observación fue de

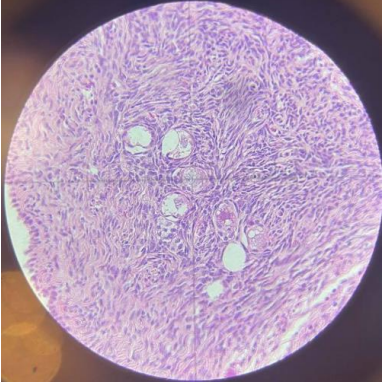

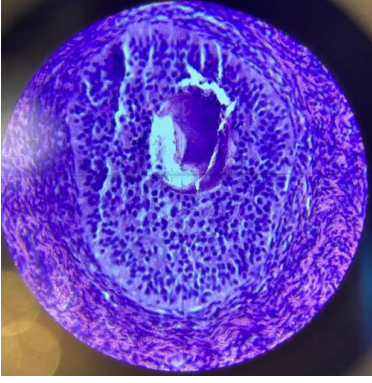
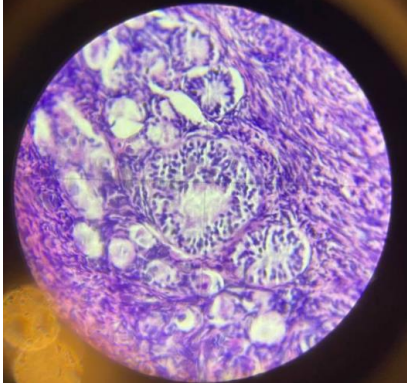
40x para lograr identificar los folículos ováricos que predominaban. En el álbum de evidencias fotográficas se colocaron cuatro fotografías por ovario en campo de visión panorámica (4x y 10x) y cuatro fotografías por ovario en objetivo de acercamiento (40x); sin embargo por el número de fotografías, se seleccionaron manera aleatoria cuatro fotografías por grupo únicamente para hacer énfasis en la diferencia morfológica que existe entre los grupos experimentales por la predominancia de las estructuras ováricas.

Panel de evidencias histológicas en el desarrollo de los folículos ováricos entre grupos experimentales a las 22 semanas de edad.

<b>Grupo 1: Hembras inmunocastradas con el protocolo convencional (12° y 16°)</b>		
<i>Descripción de estructuras ováricas predominantes</i>	<i>Evidencia fotográfica</i>	
<b>Folículos primordiales:</b> Presenta una única cama de células de la granulosa, planas que envuelven al oocito primario.	 (imagen 32)	 (imagen 33)
<b>Folículos primarios:</b> Células de la granulosa que funcionan como epitelio cuboide estratificado,		



englobando al oocito secundario.	(imagen 34)	(imagen 35)
<b>Grupo control o hembras enteras</b>		
<i>Descripción de estructuras ováricas predominantes</i>	<i>Evidencia fotográfica</i>	
<p><b>Folículo secundario:</b> Tiene más de una capa de células de la granulosa y sobre éstas se encuentran las células de la teca, dividida en dos partes, teca interna que colinda con la granulosa y la teca externa, que colinda con el tejido conjuntivo.</p>	 <p>(imagen 36)</p>	 <p>(imagen 37)</p>
<p><b>Folículo de Graaf:</b> Se forman áreas llenas de líquido folicular que forman una cavidad llamada <i>antro folicular</i>. Aquí, el ovocito ha quedado colocado en una parte de la pared folicular</p>	 <p>(imagen 38)</p>	 <p>(imagen 39)</p>

<p>rodeado por células de la granulosa en un montículo denominado <i>cumulus oophorus</i>.</p>		
<p><b>Grupo 2: Hembras inmunocastradas a corta edad (3°, 7° y 12°)</b></p>		
<p><i>Descripción de estructuras ováricas predominantes</i></p>	<p><i>Evidencia fotográfica</i></p>	
<p><b>Folículos primordiales:</b> Presentan una única cama de células de la granulosa, planas que envuelven al oocito primario.</p>	 <p>(imagen 40)</p>	 <p>(imagen 41)</p>
<p><b>Folículo primario multilaminar:</b> Presenta la zona pelúcida, la teca folicular y las células foliculares, usualmente más de tres capas celulares.</p>	 <p>(imagen 42)</p>	 <p>(imagen 43)</p>

Fuente de imágenes: producto actual de este proyecto de investigación.

El cuadro 16 muestra un resumen de las estructuras que se lograron identificar.

Cuadro 16. Contabilización de las diferentes estructuras ováricas que se identificaron con mayor predominancia en los diferentes grupos experimentales.

CONTABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS OVÁRICAS. GRUPO CONTROL (HEMBRAS ENTERAS)											
	C1		C2		C3		C4		C5		
	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	
Folículos primarios	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables
Folículos secundarios	2	0	1	0	10	9	3	8	4	2	
Folículos terciarios	0	1	1	1	5	4	0	0	0	0	
Cuerpos hemorrágicos	0	0	0	0	7	13	7	10	4	7	
Folículos atrésicos	0	0	1	0	3	2	1	2	3	1	
CONTABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS OVÁRICAS. GRUPO 1: HEMBRAS INMUNOCASTRADAS CON PROTOCOLO CONVENCIONAL (12° y 16°)											
	E1		E2		E3		E4		E5		
	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	
Folículos primordiales	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	
Folículos primarios	2	2	0	0	3	4	2	1	0	3	
Folículos secundarios	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
Folículos terciarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Folículos atrésicos	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
CONTABILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS OVÁRICAS. GRUPO 2: HEMBRAS INMUNOCASTRADAS A CORTA EDAD (3°, 7° y 12°)											
	EX1		EX2		EX3		EX4		EX5		
	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	
Folículos primordiales	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	Incontables	
Folículos primarios	0	0	4	2	3	3	2	3	3	4	
Folículos secundarios	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	
Folículos terciarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Folículo atrésicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

En el cuadro 17, se describen los tipos de quistes ováricos más comunes en la cerda reproductora, se recopilaban aquellos cuyas características asemejan los siguientes resultados en un cuadro de selección acorde a la descripción que realizó Falceto en 2009.

Cuadro 17. Comparativa de la clasificación de los diferentes folículos ováricos para el proceso de clasificación y selección de las estructuras encontradas a nivel histopatológico en los grupos experimentales

	Cumple con la descripción	No cumple con la descripción
<b>Quistes aislados:</b> Folículos maduros que no han ovulado, puede conservarse o no el	Sí	

<p>ovocito, el resto del ovario es normal.</p>		
<p><b>Folículos quísticos de Graaf:</b> Pequeños y múltiples, suelen estar recubiertos por un epitelio de células de la granulosa. El endometrio presenta una hiperplasia de tipo estrogénico y el ciclo estral es irregular.</p>		<p>Sí tienen el recubrimiento de las células de la granulosa, mas el endometrio no se encontró alterado. No hubo evidencia de presentación de ciclo estral.</p>
<p><b>Quistes grandes y múltiples:</b> Tienen un diámetro de 2 a 5 centímetros. El grado de luteinización es variable y forma desde una pequeña media luna hasta un anillo completo. El endometrio es progestacional y las cerdas afectadas presentan ciclos estrales irregulares, con periodos de anestro prolongados. En un 60% el clítoris alcanza los tres centímetros de longitud por un estímulo continuo de la progesterona.</p>		<p>Las estructuras llegaron a un máximo de 2mm, no se reportó luteinización ni alteraciones en el endometrio, no se presenta el ciclo estral y a la necropsia el clítoris no presentaba agrandamiento.</p>



<b>Quistes tecafoliculares:</b> Parecidos a los folículos maduros, y en ellos predominan las células de la granulosa y producen sobre todo estradiol además de progesterona, a nivel mínimo, normal o excesivo.	Sí cumple con las características.	
<b>Quistes tecaluteínicos:</b> Su pared se luteiniza en parte durante la degeneración quística. Estos quistes contienen sobre todo progesterona además de estrógenos.		No cumple con las características ya que no presenta luteinización.

De acuerdo con la información, los quistes reportados en este proyecto se clasificarían como quistes aislados tecafoliculares sin alteraciones secundarias y ocurrieron como parte de la degeneración ovárica por las bajas cantidades de FSH y LH.

## RESULTADOS ESTADÍSTICOS

### ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS OVÁRICAS: EVALUACIÓN ANATÓMICA-MORFOLÓGICA (OBSERVACIÓN MACROSCÓPICA)

En el siguiente cuadro, se presentan las variables evaluadas acorde las medidas de tendencia central y de dispersión de las diferentes estructuras anatómicas de los ovarios a la necropsia, en los tres grupos experimentales.

Cuadro 18. Obtención de medidas de tendencia central y dispersión en los tres grupos experimentales.

<b>GRUPO CONTROL</b>						
	MODA	MEDIANA	MEDIA	RANGO	VARIANZA	DESV. ESTÁNDAR
FM/OI	8.5	8.5	8.5	7 a 10	4.5	2.1213
FM/OD	8.5	8.5	8.5	6 a 11	12.5	3.5355
CH/OI	3	2	2.3	1 a 3	1.333	1.1547
CH/OD	2	2	3.3	2 a 6	5.333	2.3094
LONG / OI (cm)	1.2	0.9	1.2	0.7 a 2	0.325	0.5701
ANCHO/ OI (cm)	0.7	0.7	0.66	0.5 a 0.8	0.013	0.1140
LONG/ OD (cm)	1.2	1.8	1.86	1.6 a 2.2	0.058	0.2408
ANCHO/ OD (cm)	0.7	0.7	0.7	0.6 a 0.8	0.005	0.0707
DIAMETRO FM (mm)	2.65	2.65	2.65	2.3 a 3	0.245	0.4950
PESO OD (g)	0.9	0.9	0.92	0.8 a 1	0.007	0.0837
PESO OI (g)	1	0.9	0.88	0.8 a 1	0.017	0.1304
<b>GRUPO 1: HEMBRAS INMUNOCASTRADAS CON PROTOCOLO CONVENCIONAL (12° Y 16°)</b>						
	MODA	MEDIANA	MEDIA	RANGO	VARIANZA	DESV. ESTÁNDAR
LONG / OI (cm)	0.6	0.7	0.76	0.6 a 1	0.033	0.1817
ANCHO/ OI (cm)	0.6	0.6	0.56	0.4 a 0.7	0.013	0.1140
LONG/ OD (cm)	1.04	1	1.04	0.6 a 1.5	0.133	0.3645
ANCHO/ OD (cm)	0.5	0.5	0.54	0.4 a 0.7	0.013	0.1140
PESO OD (g)	0.8	0.8	0.74	0.5 a 0.9	0.023	0.1517
PESO OI (g)	0.6	0.7	0.7	0.6 a 0.9	0.015	0.1224
<b>GRUPO 2: HEMBRAS INMUNOCASTRADAS A CORTA EDAD (3°, 7° Y 12 °)</b>						
	MODA	MEDIANA	MEDIA	RANGO	VARIANZA	DESV. ESTÁNDAR
LONG / OI (cm)	0.6	0.6	0.58	0.5 a 0.7	0.007	0.0837
ANCHO/ OI (cm)	0.6	0.6	0.58	0.4 a 0.8	0.022	0.1483
LONG/ OD (cm)	0.6	0.6	0.64	0.6 a 0.8	0.013	0.1140
ANCHO/ OD (cm)	0.6	0.6	0.66	0.6 a 0.8	0.008	0.0894
PESO OD (g)	0.13	0.17	0.13	0.02 a 0.17	0.00648	0.0805
PESO OI (g)	0.12	0.15	0.12	0.02 a 0.16	0.00497	0.0705

Cuadro 19. Evaluación estadística mediante prueba de Tukey para observar diferencias estadísticas significativas en peso y longitud promedio de ambos ovarios

LONGITUD PROMEDIO DE AMBOS OVARIOS										
TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
CONTROL a	1.53	10	2.621							
G1 b	0.9	10	0.86							
G2 b	0.61	10	0.089							
		30	3.57	27	3.506					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
CONTROL a	G1 b	0.63	0.1149879	5.4788363	0.2268523	1.0331477	0.00173066	0.4031477	1.7325602	Si hay evidencia estadística
CONTROL a	G2 b	0.92	0.1149879	8.0008403	0.5168523	1.3231477	0.00001528	0.4031477	2.5300879	Si hay evidencia estadística
G1 b	G2 b	0.29	0.1149879	2.522004	-0.1131477	0.6931477	0.19417999	0.4031477	0.7975277	No hay evidencia estadística
PESO PROMEDIO DE AMBOS OVARIOS										
TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
CONTROL a	0.9	10	0.1							
G1 b	0.72	10	0.156							
G2 b	0.122	10	0.04596							
		30	0.30196	27	3.506					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
CONTROL a	G1 b	0.18	0.033442	5.382446	0.0627522	0.2972478	0.002064309	0.1172478	1.7020789	Si hay evidencia estadística
CONTROL a	G2 b	0.778	0.033442	23.264128	0.6607522	0.8952478	0.00000000000000	0.1172478	7.3567631	Si hay evidencia estadística
G1 b	G2 b	0.598	0.033442	17.881682	0.4807522	0.7152478	0.00000000000022	0.1172478	5.6546842	Si hay evidencia estadística

Literales diferentes muestran significancia estadística ( $p < 0.05$ ) entre grupos.

En este cuadro no se incluyó el valor de “ancho” ya que los promedios de ambos ovarios no presentaban casi ninguna diferencia numérica.

### ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS OVÁRICAS: EVALUACIÓN HISTOPATOLÓGICA (OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA)

En este análisis, se presentan las variables evaluadas acorde las medidas de tendencia central y de dispersión de las diferentes estructuras anatómicas de los ovarios a la necropsia, en los tres grupos experimentales.

Para la evaluación estadística se seleccionaron las siguientes estructuras que demuestran que hubo, hay o habrá ovulación; tales como folículos terciarios, cuerpos lúteos y cuerpos hemorrágicos. Sin embargo estas estructuras son dependientes de la etapa del ciclo estral en el cual se encontraban las cerdas del grupo control al momento de la matanza. En ese momento C1 y C2 se encontraban en la etapa de proestro, por lo cual las estructuras que se reportaron con mayor predominancia fueron folículos terciarios, a su vez C3, C4 y C5 se encontraban en

la etapa de metaestro, por lo cual las estructuras que se reportaron con mayor predominancia fueron cuerpos hemorrágicos.

La evaluación estadística se realizó en los grupos experimentales en base a la presentación de folículos terciarios y cuerpos hemorrágicos.

Cuadro 20. Evaluación estadística entre los grupos experimentales mediante prueba de Tukey para observar diferencias estadísticas significativas a partir de la comparación de las estructuras ováricas reportadas en el grupo control.

Estructuras que demuestran que habrá o hubo ovulación (Folículos terciarios y cuerpos hemorrágicos)			ANOVA: Single Factor									
CONTROL a	E1 b	E2 b								Alpha	0.05	
0	1	0										
1	1	0										
2	0	0										
1	0	0										
8	0	0										
6	0	0										
1	0	0										
2	1	0										
3	0	0										
1	0	0										
			ANOVA									
			Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
			Between Group	37.266667	2	18.633333	8.3019802	0.0015481	0.3807902	0.911152	0.327414	
			Within Groups	60.6	27	2.2444444						
			Total	97.866667	29	3.3747126						

TUKEY HSD/KRAMER			alpha				0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
CONTROL a	2.5	10	58.5							
E1 b	0.3	10	2.1							
E2 b	0	10	0							
		30	60.6	27	3.506					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
CONTROL a	E1 b	2.2	0.4737557	4.6437438	0.5390126	3.8609874	0.0077277	1.6609874	1.4684807	si hay diferencia estadística
CONTROL a	E2 b	2.5	0.4737557	5.2769816	0.8390126	4.1609874	0.0025012	1.6609874	1.6687281	si hay diferencia estadística
E1 b	E2 b	0.3	0.4737557	0.6332378	-1.360987	1.9609874	0.895799	1.6609874	0.2002474	no hay diferencia estadística

Literales diferentes muestran significancia estadística (p<0.05) entre grupos.

## DISCUSIÓN

### EVALUACIÓN A LA NECROPSIA

En el grupo control (hembras enteras), se identificaron las características morfológicas que describió Rangel en 2014:

- Ovario en forma de racimo de uvas.
- Maduran de 10 a 15 folículos.
- Recubiertos por un pequeño saco peritoneal o bolsa ovárica bien desarrollada, encierra al ovario herméticamente.
- Peso de 3 a 7g.
- Diámetro de folículos preovulatorios de 8 a 12 mm.

Así mismo se corroboró mediante la presencia de cuerpos hemorrágicos que las cerdas C3, C4 y C5 se encontraban en la etapa de Metaestro. Confirmando las evidencias de los resultados citológicos.

En comparativa, los cuadros reportados con las características morfológicas del grupo 2 y el grupo 3 presentaban cambios macroscópicos y principalmente dadas por el menor tamaño y peso de los ovarios.

En los ovarios del grupo 1 (hembras inmunocastradas con el protocolo convencional -12° y 16°-), se podían observar estructuras que aparentemente pudiesen interpretarse como folículos ováricos, ya que algunos aún conservaban un aspecto ligeramente racimado. No se puede inferir que corresponden a folículos ováricos, ya que se deben de evaluar histológicamente estas estructuras y definir las morfológicamente.

En los ovarios del grupo 2 (hembras inmunocastradas a corta edad -3°,7°,12°-) se puede observar que los ovarios presentan una apariencia más arriñonada, indicativo que éstos habían perdido su estructura original de tipo racimo de uvas. Aparentemente la presencia de folículos ováricos es nula o escasa; sin embargo no se puede inferir que no existe su presentación ya que se deben de evaluar histológicamente estas estructuras y definir las morfológicamente.

En el aspecto macroscópico, la morfología y el número de quistes, da la pauta que indica que el animal está pasando por un periodo de anestro. El anestro fisiológico ocurre durante algunas etapas de la vida de la cerda reproductora, como son: etapa prepuberal, en gestación, en lactación o los 10 primeros días después del destete. En este caso, la interrupción inmunológica del eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal produce un estado de anestro inducido; no fisiológico y no compatible con alteraciones reproductivas en hembras enteras.

En el anestro inducido, se reduce drásticamente la producción de GnRh, modificándose la cadena hormonal. La FSH estimula el desarrollo folicular hasta folículo intermedio, mientras que LH es necesaria para conseguir el estado de maduración y ovulación. Los niveles de FSH y LH; ya sea en anestro inducido o en anestro por alteraciones reproductivas, condicionan el grado de inactividad ovárica; provocando la aparición de diferentes tamaños de quistes, dependiendo del tipo de anestro reproductivo (hembras enteras) (Falceto V. , 2005).

Sin embargo no es factible obtener algún diagnóstico sobre el tipo predominante de tejido funcional activo (células granulosas o luteínicas) y su producción de hormonas (Falceto V. , 2005). Para realizar una aproximación más acertada, se revisaron estas estructuras más a detalle en la evaluación histológica.

## EVALUACIÓN HISTOLÓGICA

Se observa que en el grupo control sí hay desarrollo de folículos ováricos, se presentan folículos primordiales, folículos primarios y folículos secundarios; para el caso de C3, C4 y C5 se encontraron cuerpos hemorrágicos, complementado con el resultado macroscópico en la evaluación a la necropsia, así como los resultados de las citologías exfoliativas, se determina que se demuestra la correlación y compatibilidad de la presentación de los cuerpos hemorrágicos, por lo tanto la etapa del ciclo estral en el cual las cerdas fueron sacrificadas corresponde a metaestro.

Así mismo se observó la predominancia de las diferentes estructuras histológicas correspondientes a la etapa del ciclo estral, para el caso de C1 y C2 se encontraron

estructuras correspondientes a folículos secundarios y terciarios, complementado con el resultado macroscópico en la evaluación a la necropsia, así como los resultados de las citologías exfoliativas, se determina que se demuestra la correlación y compatibilidad de la presentación de los folículos secundarios, por lo tanto la etapa del ciclo estral en el cual las cerdas fueron sacrificadas corresponde a Proestro.

En el grupo en conjunto se observó la presencia de folículos atrésicos, folículos terciarios y cuerpo albicans.

En las evidencias fotográficas histopatológicas de los grupos experimentales, se pudo observar y a comparación del grupo control que hay una alta predominancia de folículos primordiales, también una mayor predominancia de folículos primarios y a pesar de tener presencia de folículos secundarios, no son tan abundantes como en el grupo control.

En ninguno de los grupos se observa la presencia de las siguientes estructuras foliculares:

- Cuerpos albicans
- Cuerpos lúteos
- Cuerpos hemorrágicos
- Folículos de Graaf

Esto es un indicativo de que no hubo reclutamiento folicular, por ende tampoco ovulación.

En lo que respecta a las estructuras foliculares semejantes, se llevó a cabo la evaluación histopatológica de los grupos experimentales, la cual arrojó los siguientes resultados:

- Gran tamaño a comparación de los folículos primarios y secundarios. (Hasta 2mm de diámetro)
- Estructura cerrada, es decir que no existe comunicación con vasos sanguíneos o con la corteza ovárica.

- Recubierto por epitelio estratificado de células de la granulosa
- Contenido de color rosáceo-rojizo.
- Sin presencia de ovocito.

En quistes foliculares aislados, acorde a lo que describió Falceto en 2009; a nivel microscópico se observa que el ovocito y la mayor parte de las células de la granulosa se han destruido. La pared quística puede ser delgada o tener varios milímetros de grosor y se compone de tejido conjuntivo con un revestimiento interno de epitelio monoestratificado que no siempre está presente.

Esta definición correspondería con las características de las estructuras que se observaron a nivel microscópico.

Los quistes foliculares contienen cantidades variables de estrógenos y progesterona y pueden producir un incremento de estas hormonas a nivel plasmático. Sin embargo se deben de tomar muestras de sangre para corroborar el aumento o decremento de los niveles hormonales. Tanto macroscópicamente como histológicamente no existe ninguna diferencia entre los quistes inducidos por un tratamiento hormonal y los de aparición espontánea (Falceto & Varios, 2009).

### Resumen 3. Etiología del quiste folicular (Falceto & Varios, 2009)

Un folículo en desarrollo evoluciona hacia la ovulación o la atresia folicular. Cuando se producen disfunciones endocrinas que impiden una maduración y ovulación normal de los folículos, puede aparecer la degeneración quística en lugar de la atresia. La secreción constante y continuada de FSH con producción insuficiente o fuera del momento oportuno de LH, necesaria para la ovulación, da lugar a la aparición de quistes foliculares. Una hembra en anestro presenta quistes múltiples y sin presencia de cuerpos lúteos en el ovario con una frecuencia de aparición del 73,6%.

Entre otros factores se encuentran:



- Exposición a estímulos estresantes durante la fase folicular del ciclo, debido a los picos intermitentes de progesterona y corticosteroides en plasma, similares a los observados cuando se estimulan las glándulas adrenales.
- Procesos infecciosos como la brucelosis y la fiebre aftosa son una causa de quistes ováricos, luteinización, anestro y esterilidad.
- Estrés térmico, principalmente por calor y falta de ventilación. Lo que conlleva a la activación del eje hipotalámico, hipofisario adrenal y un aumento de las concentraciones plasmáticas de glucocorticoides y progesterona de origen adrenal que desencadenan la formación de quistes ováricos.
- Ingestión de maíz enmohecido con *Fusarium* spp, por acción de la toxina estrogénica (zearalenona).
- Hiperactividad adrenal, los glucocorticoides actúan directamente sobre los ovarios alterando la acción de la FSH sobre las células de la granulosa. Los esteroides adrenales son capaces de suprimir la expresión de los receptores de LH en las células de la granulosa y pueden disminuir la secreción de estrógenos mediante la inhibición de la actividad aromatasa. Se sabe también que la progesterona de origen adrenal puede ser un factor importante en el desarrollo de quistes ováricos en la cerda, ya que bloquea el pico preovulatorio de LH.

Existen evidencias que demuestran que la especie porcina responde a factores estresantes (físicos y psicológicos agudos) con un incremento de la concentración de corticosteroides en plasma. Del mismo modo influyen las situaciones de estrés permanente, que provocan niveles de glucocorticoides elevados y suprimen o disminuyen la respuesta hipofisaria a la GnRH o reducen su secreción hipotalámica; en este caso, de manera inmunológica se redujo drásticamente la producción de GnRh, disminuyendo por tanto la síntesis de estrógenos en los folículos antrales, que es esencial para la manifestación del estro y para el aumento de la LH preovulatoria. A consecuencia de todo ello se interrumpe el desarrollo de los folículos y no se produce la ovulación, provocando la aparición de folículos quísticos debido a la supresión de la descarga preovulatoria de LH.

## **DISCUSIÓN ESTADÍSTICA**

Como análisis estadístico en prueba de Tukey para peso y longitud promedio de ambos ovarios, se demuestra que si hay diferencia estadística entre los valores y parámetros encontrados entre el grupo control y los grupos experimentales. Lo que indica que estas dos variables presentan una disminución debido al tratamiento con Improvac®.

Entre los grupos experimentales sí se reportó una diferencia estadística suficiente para demostrar que hay una diferencia entre el peso de los ovarios entre el grupo 1 y grupo 2. Lo que puede inferir que el protocolo a corta duración tiene una repercusión ligeramente más amplia sobre el peso de los ovarios.

En longitud de ovario expresado en centímetros, no se reportó una diferencia estadística que demuestra que existe un cambio entre los valores del grupo entre longitud entre el grupo 1 y grupo 2, lo que indica que en este parámetro en específico no hay diferencia de aplicación de acuerdo al protocolo que se empleó.

Como análisis estadístico entre los grupos experimentales mediante prueba de Tukey a partir de la comparación de las estructuras ováricas reportadas en el grupo control, se puede demostrar que el tratamiento fue efectivo en ambos grupos experimentales ya que no se presentó ninguna estructura indicativa que diera pauta para inferir que se presentó o se presentará la ovulación.

En el caso de los grupos experimentales, al no encontrarse una diferencia estadística significativa se demuestra que no existe diferencia entre el tipo de protocolo empleado en los ejemplares. En ambos grupos no se presentó ninguna estructura indicativa, ambos grupos presentaron quistes foliculares, ambos grupos tuvieron una reducción en el peso y longitud de los ovarios y en ambos grupos no existió referencia citológica que indicara que el animal había entrado a una etapa del ciclo estral o bien una reactivación; así como la demostración que el animal no entra en etapa puberal.

No existe diferencia estadística significativa que demuestre que el protocolo modificado a corta edad (dosis en la 3°, 7° y 12° semana de vida), inhibirá el desarrollo folicular ovárico en comparación con el protocolo convencional, ambos tratamientos presentan la misma efectividad.

La hipótesis inicial “El protocolo modificado a corta edad (dosis en la 3°, 7° y 12° semana de vida), inhibirá el desarrollo folicular ovárico en comparación con el protocolo convencional y con el grupo control”. Es aceptada en la diferencia estadística con el grupo control, pero es revocada en comparación con el protocolo convencional.

## **CONCLUSIONES**

Al comparar los resultados citológico-anatómico e histopatológico se puede observar que las cerdas no alcanzaron la pubertad a diferencia del grupo control, al no observarse estructuras foliculares y no foliculares.

Es seguro el uso del producto Improvac® en estudios que tengan el objetivo de promover el uso de energía en otras reacciones metabólicas, dirigidas a mejorar la ganancia diaria de peso en la engorda; así como en serología endócrina reproductiva.

En medicina preventiva de cerdas mascota el protocolo de inmunocastración a corta edad (3°, 7° y 12°) es una alternativa a la castración quirúrgica, al evitar el riesgo de la anestesia y la recuperación posquirúrgica. Así como facilitar el manejo, inclinándose por el manejo de la lechona al de la cerda adulta, ya que se recomienda iniciar la castración antes de la presentación de los ciclos estrales.

## REFERENCIAS

- AMPA American Mini Pig Association. (2019). *AMPA American Mini Pig Association*.  
Obtenido de Mini Pig Education; Mini Pig Breeds; Mini Pig Size Classification:  
<https://americanminipigassociation.com/breeders/mini-pig-breeder-articles/mini-pig-breeds/>
- Arroyo, G. (1989). *La pérdida de la autosuficiencia alimentaria y el auge de la ganadería en México*. CDMX: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal. (18 de diciembre de 2014). *Ley de protección a los animales del distrito federal*. México. Obtenido de <http://www.aldf.gob.mx/archivo-1ab9f8a53e4add9904bbfcefdb0a0db9.pdf>
- Birgit, P. e. (2016). Sexual Maturation in the Female Göttingen Minipig. *SAGE journals*, 44(3).
- Colleton, C., & all, e. (2016). The Use of Minipigs for Preclinical Safety assesment by the pharmacheutical industry: results of an IQ DruSafe Minipig Survey. *Toxicologic Pathology*, 44(3), 458-466. Obtenido de [file:///C:/Users/Lu%20Quinto/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps\\_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/147/Attachments/minipigs%20reproduction2\[637\].pdf](file:///C:/Users/Lu%20Quinto/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/147/Attachments/minipigs%20reproduction2[637].pdf)
- Concellón, A. (1980). *La cerda y su camada*. Barcelona, España: Aedos.
- Contreras, A. (2016). *Efecto de la supresión antigénica de la GnRh en una etapa prepuberal temprana sobre el desarrollo del epidídimo del cerdos*. Universidad Nacional Autónoma de México . CDMX: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia CU.
- De la Fuente, S. (2011). *Tablas de contingencia*. (F. d. Madrid, Ed.) Obtenido de estadística.net:  
<http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/CUALITATIVAS/CONTINGENCIA/tablas-contingencia.pdf>

- Del río, J. (1996). El cerdo. Historia de un elemento esencial de la cultura en la conquista y colonización de América (siglo XVI). (U. d. Cádiz, Ed.) *Anuario de estudios americanos*, 53(1). Obtenido de <http://estudiosamericanos.revistas.csic.es/index.php/estudiosamericanos/article/view/430/436>
- Dorado, S., & Vázquez, Y. (2019). Características y manejo básico de los cerdos de compañía. *Nutrición Animal Tropical*, 13(1), 1-14. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwjappOipsXIAhXHna0KHYzmBwsQFjACegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Frevistas.ucr.ac.cr%2Findex.php%2Fnutritional%2Farticle%2Fdownload%2F37303%2F38078%2F&usg=AOvVaw3NMZwcP-ePDF\\_FDxubDb-t](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwjappOipsXIAhXHna0KHYzmBwsQFjACegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Frevistas.ucr.ac.cr%2Findex.php%2Fnutritional%2Farticle%2Fdownload%2F37303%2F38078%2F&usg=AOvVaw3NMZwcP-ePDF_FDxubDb-t)
- Einarsson, S. e. (2011). Effects of early vaccination with Improvac® on the development and function of reproductive organs of male pigs. *Animal Reproduction Science*, 127, 50-55.
- Esbenshade, K. L. (1 de octubre de 1985). Active Immunization of Gilts against Gonadotropin-releasing Hormone: Effects on Secretion of Gonadotropins, Reproductive Function, and Responses to Agonists of Gonadotropin-releasing Hormone. *Biology of Reproduction*, 33(3), 569-577.
- Falceto, & Varios. (2009). *Degeneración quística ovárica en la cerda*. Facultad de Veterinaria, Zaragoza, España. Obtenido de <https://avparagon.com/docs/reproduccion/r-041230-6.pdf>
- Falceto, & varios. (2014). Uso de tratamientos hormonales para el control reproductivo de la cerda. *IVIS SUIS*, 59, 109-119. Obtenido de <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Uso%20de%20tratamientos%20hormonales%20para%20el%20control%20reproductivo%20de%20la%20cerda.pdf>
- Falceto, V. (2005). *Retraso en la pubertad y anestro postdestete en la cerda*. Universidad de Zaragoza, Patología animal, España. Obtenido de <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/17.pdf>

- Garza, F. D. (1 de September de 1986). Active immunization of intact mares against gonadotropin-releasing hormone: Differential effects on secretion of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone. *Biology of reproduction*, 35, 347-352.
- Hong-Quan Luo, y. v. (2018). Effect of Prepregnancy Obesity on Litter Size in Primiparous Minipigs. *Journal of the American Association for Laboratory Animals*, 2(57), 115-123. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5868377/#:~:text=If%20higher%20pregnancy%20leptin%20concentrations,litter%20size%20in%20primiparous%20minipigs>.
- Howroyd, P. e. (2016). Toxicologic Pathology. *Review of sexual maturity in the minipig*, 44, 607-611. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0192623316642881>
- Lesur, L. (2003). *Manual de porcicultura*. Ciudad de México: Trillas.
- Lunney, J. (2007). Advances in Swine Biomedical Model Genomics. *International Journal of Biological Sciences*, 3(3), 179-184. doi:10.7150/ijbs.3.179
- Luzardo, J. (Noviembre de 2010). El cerdo transgénico: ¿Curiosidad científica o realidad médica? 2(1). (Ó. d. veterinarias, Ed.) Colombia. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Claudia\\_Brieva/publication/263732120\\_El\\_uso\\_de\\_animales\\_en\\_la\\_ensenanza\\_veterinaria\\_y\\_sus\\_alternativas/links/02e7e53bc12b798d9e000000/EI-uso-de-animales-en-la-ensenanza-veterinaria-y-sus-alternativas.pdf#page=40](https://www.researchgate.net/profile/Claudia_Brieva/publication/263732120_El_uso_de_animales_en_la_ensenanza_veterinaria_y_sus_alternativas/links/02e7e53bc12b798d9e000000/EI-uso-de-animales-en-la-ensenanza-veterinaria-y-sus-alternativas.pdf#page=40)
- Martínez Macipe, M., & al., e. (2016). Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotropin releasing factor male of female iberian pigs reared in free ranging conditions. *Meat Science*(111), 116-121.
- Olvera, L. (2019). *Gaceta UNAM*. Obtenido de <https://www.gaceta.unam.mx/riesgos-y-problemas-de-un-cerdo-como-mascota/>

- Pérez, N., & Olivera, A. (2019). *Manual de prácticas de cirugía I. "Ooforosalingohisterectomía"*. CDMX: FMVZ.
- Pesquisa Fapesp. (Septiembre de 2006). Mini cerdos de laboratorio. *Pesquisa Fapesp*, 127. Obtenido de <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/2006/09/01/mini-cerdos-de-laboratorio/>
- Rangel, L. (2014). Unidad 1. *Apuntes en línea de Reproducción animal*. Medio digital: FMVZ en línea CDMX; Comité editorial FMVZ .Obtenido de unam.mh<https://fmvzenlinea2-7.fmvz.unam.mx/enrol/index.php?id=245x>
- Ritskes-Hoitinga, J., & Bollen, P. (1997). Nutrition of (Göttingen) Minipigs: Facts, Assumptions and Mysteries. *Nordic Pharmacological Society*, 80(s2), 5-9.
- SADER. (10 de Junio de 2015). ¿Qué es la porcicultura? CDMX, México. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-la-porcicultura>
- SADER. (Mayo de 2020). *Carne de porcino, algo más que jamón y tocino*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/carne-de-porcino-algo-mas-que-jamon-y-tocino?idiom=es>
- Sánchez, G., Ducoing, A., & Toledo, H. (2013). *Manual de prácticas de estadística básica*. Ciudad de México: Comité editorial de la FMVZ.
- Sanjoaquín, L. (2014). *Manejo de la cerda hiperprolífica*. Navarra, España: Servet.
- Sepúlveda, J. (2012). *Texto Atlas de Histología; biología celular y tisular*. Nuevo León, México: McGraw Hill.
- Silva. (2020). *Calidad de la carne y rendimiento de la canal en cerdos miniatura vacunados contra GnRh bajo protocolos de corta y larg duración*. Tesis de maestría , Facultad de Medicina Veterinaria y Zootencia. UNAM, CDMX.
- Silva, H. (Enero de 2020). *Calidad de la carne y rendimiento de la canal en cerdos miniatura vacunados contra GnRH bajo protocolos de corta y larga duración*. CDMX: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.

- Trujillo, M. E., & Flores, J. (1988). *Producción porcina*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Trujillo, M., & Gamba, R. (2013). Capítulo 6. Zootecnia de Porcinos. *Introducción a la zootecnia* (pp.145 -160). CDMX: Comité editorial de la FMVZ.
- Wiedenbrück, B., & Babel. (2007). *Investigations on bone metabolism in intact and ovariectomized miniature pigs*. Tesis de doctorado , Institut für Physiologie, physiologische Chemie und Tierernährung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Munich. Obtenido de [https://edoc.ub.uni-muenchen.de/7084/1/Babel\\_Brenda.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen.de/7084/1/Babel_Brenda.pdf)
- Zeng XY, T. J. (2002). Effects of active immunization against GnRh on serum LH, inhibin A, sexual development and growth rate in Chinese female pigs. *Theriogenology*, 7(58), 1315-1326.
- Zoetis México. (2019). *Zoetis, porcinos*. Obtenido de <https://www.zoetis.mx/unidades-de-negocio/porcino.aspx#seccion-productivo>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparativo de algunas de las razas más comunes en cerdos de líneas genéticas comerciales y miniatura acorde a la línea de producción.....	7
Cuadro 2. Comparativo de las características fisiológicas reproductivas en cerdas de líneas genéticas comerciales y cerdas miniatura.....	7
Cuadro 3. Comparativo de parámetros reproductivos en cerdas de líneas genética comerciales y cerdas miniatura.....	9
Cuadro 4. Características fisiológicas principales de las etapas del ciclo estral de la cerda.....	10
Cuadro 5. Características citológicas principales de las etapas del ciclo estral de la cerda.....	11
Cuadro 6. Análisis químico proximal del alimento ofrecido.....	21
Cuadro 7. Cronograma de tratamientos y toma de muestras.....	23
Cuadro 8. Referencia del ciclo estral del grupo control o hembras enteras.....	27
Cuadro 9. Evidencias de las citologías exfoliativas del grupo 2 y grupo 3.....	29
Cuadro 10. Observación semanal de citologías.....	31
Cuadro 11. Número y tamaño de las diferentes estructuras foliculares y no foliculares en el grupo control.....	32

Cuadro 12. Número y tamaño de las diferentes estructuras foliculares y no foliculares del grupo 2: Hembras inmunocastradas con el protocolo convencional (12° y 16°)..... **33**

Cuadro 13. Número y tamaño de las diferentes estructuras foliculares y no foliculares del grupo 3: Hembras inmunocastradas a corta edad (3°,7°,12) ..... **34**

Cuadro 14. Comparativa visual de ovarios entre grupos experimentales a las 22 semanas de edad..... **35**

Cuadro 15. Panel de evidencias histológicas en el desarrollo de los folículos ováricos entre grupos experimentales a las 22 semanas de edad..... **38**

Cuadro 16. Contabilización de las diferentes estructuras ováricas que se identificaron con mayor predominancia en los diferentes grupos experimentales.. **41**

Cuadro 17. Comparativa de la clasificación de los diferentes folículos ováricos para el proceso de clasificación y selección de las estructuras encontradas a nivel histopatológico en los grupos experimentales..... **41**

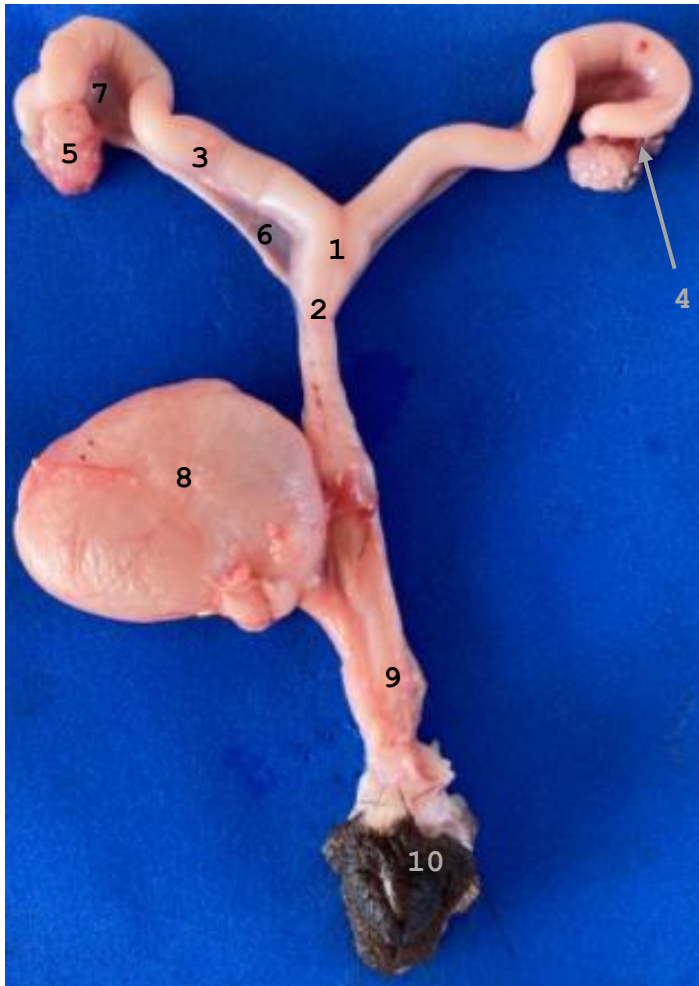
Cuadro 18. Obtención de medidas de tendencia central y dispersión en los tres grupos experimentales..... **44**

Cuadro 19. Evaluación estadística mediante prueba de Tukey para observar diferencias estadísticas significativas en peso y longitud promedio de ambos ovarios..... **45**

Cuadro 20. Evaluación estadística entre los grupos experimentales mediante prueba de Tukey para observar diferencias estadísticas significativas a partir de la comparación de las estructuras ováricas reportadas en el grupo control..... **46**

## ANEXO 1

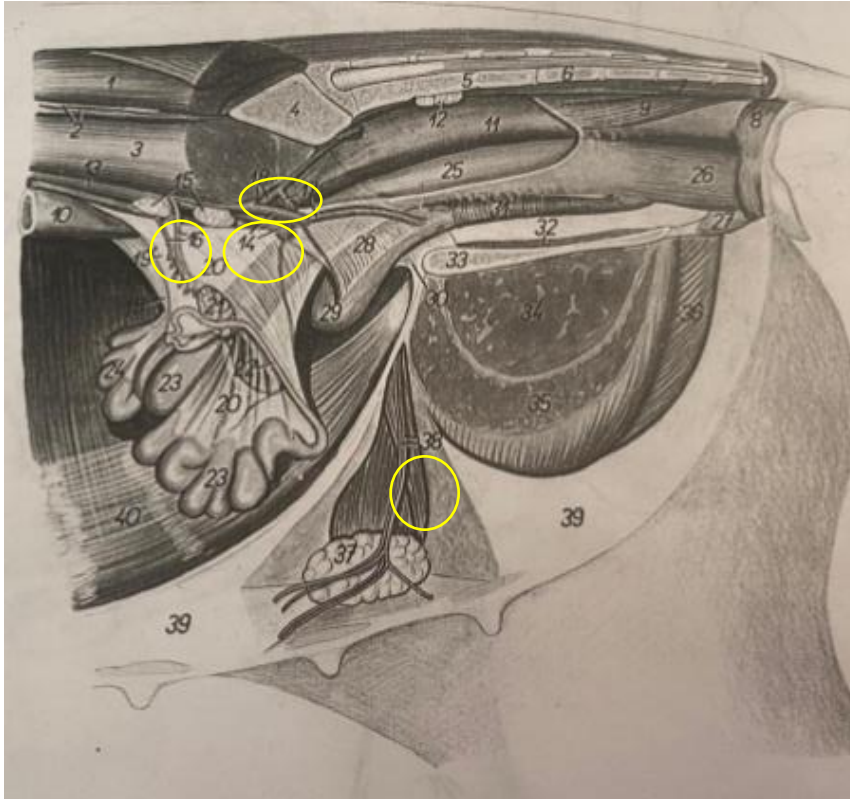
### ESQUEMA 1. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA CERDA



1. Cuerpo del útero
2. Cuello del útero
3. Cuerno uterino
4. Oviducto
5. Ovario
6. Ligamento ancho del útero
7. Mesosálpinx
8. Vejiga de la orina
9. Vagina
10. Vulva

Fuente de imagen: producto actual de este proyecto de investigación.

## ESQUEMA 2. INERVACIÓN NERVIOSA E IRRIGACIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA CERDA



14.Arteria y vena ilíacas externas izquierdas.

16.Arteria y vena ováricas.

18. Arterias y venas ilíacas internas izquierdas.

38. Arteria y vena pudendas externas

Fuente de imagen: Popesko, Peter. (1998) *Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos*. [Fotografía] España, Barcelona: Salvat. Vol. 3 (p. 119) Fig. 116