



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**EVALUACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, TRADICIONAL Y
POST-CERVICAL, EN CERDAS REPRODUCTORAS HYPOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Médico Veterinario

AUTOR: EDGAR GIRALDO JIMÉNEZ CARREÑO

TUTOR: DR. FROILÁN PATRICIO GARNICA MARQUINA, Mgtr.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edgar Giraldo Jiménez Carreño con documento de identificación N° 1753020831, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 22 de julio del 2024.

Atentamente,



Edgar Giraldo Jiménez Carreño

1753020831

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Edgar Giraldo Jiménez Carreño con documento de identificación N° 1753020831, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: “Evaluación de dos técnicas de inseminación artificial, tradicional y post-cervical, en cerdas reproductoras Hypor”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 22 de julio del 2024.

Atentamente,



Edgar Giraldo Jiménez Carreño

1753020831

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Froilán Patricio Garnica Marquina con documento de identificación N° 0101650299, docente de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, TRADICIONAL Y POST-CERVICAL, EN CERDAS REPRODUCTORAS HYPOR, realizado por Edgar Giraldo Jiménez Carreño con documento de identificación N° 1753020831, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 22 de julio del 2024

Atentamente,



Dr. Froilán Patricio Garnica Marquina, Mgtr.

0101650299

DEDICATORIA

A mis padres, Edgar Fortunato Jiménez Pineda y Alexandra del Carmen Carreño Idrovo, cuya constante dedicación y apoyo han sido fundamentales en cada paso de mi educación. A mi familia, cuyo aliento y comprensión han sido un sólido respaldo durante esta travesía académica. A mis amigos, por su compañía y complicidad en los momentos buenos y difíciles. A mis profesores y mentores, cuya orientación y conocimientos han sido una inspiración para alcanzar este logro. A todos aquellos que de alguna manera han contribuido a mi formación, gracias por ser parte de este camino hacia el éxito.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de alguna manera al desarrollo de este trabajo de tesis. Agradezco especialmente a Dra. María Jelena Apolo Blacio, cuya colaboración y apoyo fueron fundamentales en distintas etapas de este proyecto.

Agradezco profundamente a mi familia y amigos por su constante estímulo, comprensión y amor durante este proceso académico. Su apoyo incondicional ha sido un motor invaluable en mi camino hacia la culminación de esta tesis.

Agradezco sinceramente a mi director de tesis, el Dr. Patricio Garnica, por su guía y apoyo constante durante este proceso.

Este trabajo es el resultado del esfuerzo conjunto de muchas personas y entidades, y les estoy profundamente agradecido por su contribución y respaldo en este viaje académico.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	13
1.1	Problema	14
1.2	Delimitación.....	14
1.2.1	Temporal.....	14
1.2.2	Espacial.....	15
1.2.3	Académica	15
1.3	Explicación del problema.....	15
1.4	Objetivos	16
1.4.1	Objetivo General.....	16
1.4.2	Objetivos Específicos	16
1.5	Hipótesis.....	16
1.5.1	Hipótesis Nula	16
1.5.2	Hipótesis Alternativa	16
1.6	Fundamentación Teórica.....	16
2	REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....	17
2.1	Reproducción en la industria porcina.....	17
2.2	Anatomía y fisiología de la cerda reproductora	17
2.2.1	Vulva	17
2.2.2	Vestíbulo vaginal	18
2.2.3	Vagina.....	18
2.2.4	Cérvix	18
2.2.5	Útero	18
2.2.6	Ovarios.....	19
2.2.7	Foliculogénesis	19
2.2.8	Cuerpo hemorrágico	20
2.2.9	Cuerpo lúteo	20
2.3	Ciclo reproductivo de la cerda.....	20
2.3.1	Proestro	21
2.3.2	Estro.....	21
2.3.3	Metaestro	21
2.3.4	Diestro	21
2.4	Inseminación artificial en porcinos	22
2.4.1	Inseminación cervical	23
2.4.2	Inseminación post-cervical	23
2.5	Aspectos genéticos	23

2.5.1	Línea genética Hypor.....	24
2.5.2	Selección de la cerda reproductora.....	24
2.5.3	Selección del verraco reproductor.....	24
2.6	Momento óptimo del servicio reproductivo.....	25
2.7	Detección de celo.....	25
2.8	Intervalo destete-celo.....	26
2.9	Aspectos económicos.....	26
2.9.1	Costo-beneficio de los métodos de IA.....	27
2.10	Síntesis del estado del arte del estudio del problema.....	27
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1	Materiales físicos.....	29
3.2	Materiales biológicos.....	30
3.3	Diseño.....	30
3.4	Población y muestra.....	30
3.5	Diseño estadístico.....	31
3.6	Operacionalización de variables.....	31
3.6.1	Variables independientes: técnicas de inseminación.....	31
3.6.2	Variables dependientes: preñez.....	31
3.7	Consideraciones éticas.....	32
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.2	Análisis de los datos.....	33
4.3	Presentación de los datos.....	33
4.3.1	Análisis descriptivo.....	33
4.3.2	Prueba de normalidad.....	36
4.3.3	Prueba de homocedasticidad.....	37
4.3.4	Prueba t de Student.....	37
4.3.5	Análisis costo-beneficio del ensayo.....	39
4.4	Discusión.....	40
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1	Conclusiones.....	43
5.2	Recomendaciones.....	43
6	BIBLIOGRAFÍA.....	44
7	ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Materiales físicos</i>	29
<i>Tabla 2 . Materiales biológicos</i>	30
<i>Tabla 3. Variable independiente</i>	31
<i>Tabla 4. Variable dependiente</i>	31
<i>Tabla 5. Comprobación del supuesto de normalidad en la variable Lechones nacidos totales mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov</i>	36
<i>Tabla 6. Comprobación del supuesto de normalidad en la variable Lechones nacidos vivos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov</i>	37
<i>Tabla 7. Comprobación del supuesto de homocedasticidad en la variable Lechones nacidos totales y Lechones nacidos vivos mediante la prueba de Levene</i>	37
<i>Tabla 8. Comparación de la técnica de inseminación cervical y la post-cervical en cerdas de la raza Hypor respecto a la variable Lechones nacidos totales mediante la prueba de t de Student</i>	37
<i>Tabla 9. Comparación de la técnica de inseminación cervical y la post-cervical en cerdas de la raza Hypor respecto a la variable Lechones nacidos vivos mediante la prueba de t de Student</i>	38
<i>Tabla 10. Análisis costo-beneficio del desarrollo de la investigación “Evaluación de dos técnicas de inseminación artificial, tradicional y post-cervical, en cerdas reproductora Hypor”</i>	39

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1. Distribución de las cerdas con el tratamiento de Inseminación Artificial Cervical (IAC) e Inseminación Artificial Post-Cervical de acuerdo con el número de parto.....</i>	<i>34</i>
<i>Gráfica 2. Fertilidad de las cerdas con Inseminación Artificial Cervical (IAC)</i>	<i>34</i>
<i>Gráfica 3. Distribución de los lechones nacidos totales en cerdas con Inseminación Artificial Cervical (IAC).....</i>	<i>35</i>
<i>Gráfica 4. Distribución de los lechones nacidos totales en cerdas con Inseminación Artificial Post Cervical (IAPC).....</i>	<i>35</i>
<i>Gráfica 5. Fertilidad de las cerdas con Inseminación Artificial Post Cervical (IAPC).....</i>	<i>35</i>
<i>Gráfica 6. Cantidad de lechones vivos con base a la técnica de inseminación artificial utilizada en las cerdas.....</i>	<i>36</i>

RESUMEN

La presente investigación pretende comparar dos sistemas de inseminación, utilizando dos catéteres distintos, mediante la determinación de la fertilidad y prolificidad de las hembras, así como la realización de un análisis costo-beneficio de cada sistema. Se inseminó un total de 100 cerdas, distribuidas aleatoriamente en dos tratamientos. En el primer tratamiento, se empleó la técnica de inseminación artificial (IA) convencional, administrando dosis seminales de 90 ml. En el segundo tratamiento, se empleó la técnica de IA post-cervical, administrando dosis seminales de 60 ml. Las inseminaciones se repitieron dos veces en cada cerda. La fertilidad de las hembras se determinó entre los días 18 y 24 postinseminación, mediante detección de celos. Además, se registró el número de lechones nacidos total y vivos para cada hembra. Finalmente, se elaboró un cuadro de costos para cada sistema. Se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en los resultados de fertilidad, tasa de parto, tamaño de camada total y vivos, para el tratamiento de inseminación artificial post-cervical (IAPC). El análisis costo-beneficio se demostró que la IAPC resultó ser más eficiente, ya que la ganancia por dólar fue de \$1,47 mientras que en la IAC por cada dólar la ganancia fue de \$1,19. Los resultados de esta investigación demostraron que la implementación de un sistema de inseminación post cervical permite una reducción de los costos por concepto de inseminación.

Palabras clave: Inseminación artificial, reproductiva, cerdas, lechones, tratamiento.

ABSTRACT

The present investigation aims to compare two insemination systems, using two different catheters, by determining the fertility and prolificacy of the females, as well as carrying out a cost-benefit analysis of each system. A total of 100 sows were inseminated, randomly distributed in two treatments. In the first treatment, the conventional artificial insemination (AI) technique was used, administering seminal doses of 90 ml. In the second treatment, the post-cervical AI technique was used, administering seminal doses of 60 ml. Inseminations were repeated twice in each sow. The fertility of the females was determined between days 18 and 24 post insemination, by heat detection. In addition, the total number of piglets born and alive was recorded for each female. Finally, a cost table was prepared for each system. Significant differences ($p > 0.05$) were found in the results of fertility, calving rate, total litter size and live births, for the post-cervical artificial insemination (PCIA) treatment. The cost-benefit analysis showed that the IAPC turned out to be more efficient, since the profit per dollar was \$1.47 while in the IAC, the profit per dollar was \$1.19. The results of this research demonstrated that the implementation of a post-cervical insemination system allows a reduction in insemination costs.

Keywords: Artificial insemination, reproductive, sows, piglets, treatment.

1 INTRODUCCIÓN

Al empezar siglo XX, se indagó el uso de la IA en cerdas, sin embargo, su aplicación comercial no se inició hasta la década de 1980. Su éxito se atribuye al mejoramiento genético de verracos y cerdas, al uso de verracos con mayor valor genético, a la mejora en la eficacia reproductiva y a la limitación de la propagación de afecciones venéreas. De este modo, el rendimiento reproductivo se ha visto incrementado por los avances en los procedimientos para controlar la calidad de la dosis de semen, su uso en el mercado y en el manejo de los animales (Cane et al., 2019). Entre las alternativas de la IA, la IA convencional y la post-cervical, se utilizan para conseguir una fertilización exitosa.

La IA convencional ocurre al colocar el espermatozoides en el útero o cérvix de la madre, lo que se desarrolla por medio de un catéter desechable. El proceso requiere de una dosis de semen fresco que varía entre 80 y 100 ml, con 2,5 a 5 000 000 000 de espermatozoides, con el propósito de lograr resultados óptimos respecto con la fertilidad y la prolificidad (Rivera, 2012). Este método requiere una técnica considerable por parte del operario para garantizar una colocación precisa del semen en el lugar adecuado para la fertilización.

Asimismo, la inseminación post-cervical ocurre cuando se introduce el semen en el cuello de la matriz de la cerda, lo que disminuye el volumen de la dosis a 30-60 ml y la concentración a 500 000 000-1000 000 000 de espermatozoides (Rivera, 2012). La inseminación post-cervical puede ser una opción preferida en ciertos casos, dado que puede requerir menos habilidad técnica y ser menos invasiva para la cerda.

La productividad en las granjas de cerdos se asocia con la optimización en la eficiencia reproductiva, la que se mide de conformidad con los lechones nacidos por hembra al año o lechones destetados por hembra al año. Estos indicadores se asocian con el uso de tecnologías reproductivas innovadoras como la IA. Hoy en día, el uso de la IA en cerdos ha mejorado la fertilidad, la genética, la gestión en las granjas porcinas y la salud de los cerdos (Quirós, 2016).

1.1 Problema

En la actualidad, más del 85 % de la IA en cerdos en los países avanzados se desarrolla con prácticas de reproducción asistida, como la IA, lo que ha posibilitado la mejora de la industria y la fertilidad, así como la eficiencia en este aspecto (Knox, 2016).

La obtención aproximada por semental es de 1 500 dosis de semen anualmente, así, si se disminuye la cantidad de espermatozoides a 60 ml, el proceso es óptimo en términos reproductivos, pues aumenta la productividad por verraco a entre 4 500 y 9 000 dosis por año (Leyun, 2004). En las granjas de cerdos, se puede lograr una cantidad significativa de dosis por verraco, con un aumento en la homogeneidad de la producción final.

De esta forma, en la IATC, el catéter se coloca en los inicios del cérvix y el semen debe filtrarse por este para llegar al útero. Así, los métodos elaborados pretenden perfeccionar el flujo del semen por medio del cérvix, lo que garantiza que una cantidad adecuada llegue al útero para que se dé el proceso de fecundación. En tal marco, solo se requieren entre 5 000 000 y 10 000 000 de zooides en la unión útero-tubárica de cada cuerno uterino para la reproducción (Gil, 2009).

En la actualidad, se consiguen aproximadamente, unas 20 dosis por eyaculado en la inseminación artificial tradicional (IAT). Sin embargo, en la inseminación artificial post-cervical (IAPC), este número se multiplicaría por tres, obteniendo hasta 60 dosis por eyaculado si se utilizan dosis de 60ml (Leyun, 2004).

1.2 Delimitación

1.2.1 Temporal

La investigación se realizó durante 400 horas fraccionadas; en trabajo experimental y redacción del documento final.

1.2.2 Espacial

Las muestras fueron tomadas de la granja situada en San José de Aguas Negras, principalmente en el cantón Marcabelli, ubicado con las coordenadas 3°46'33"S 79°57'50"W (Google Earth, s.f.).

1.2.3 Académica

El trabajo de investigación se vincula al área de Reproducción Animal, debido a que se mide el porcentaje de fertilidad y prolificidad en las cerdas raza Hypor, para poder establecer los diferentes parámetros reproductivos.

1.3 Explicación del problema

De conformidad con las circunstancias estándar, los protocolos de IA proponen ejecutar de dos a tres inseminaciones en el transcurso de la fase de estro, con dosis de 80-100 ml y 3×10^9 de zooides por dosis, por lo que se ubican en el conducto cervical de la cerda. El proceso limita la cantidad de cerdas que pretenden ser inseminadas con un solo eyaculado, por ende, no es posible utilizar, eficientemente, los verracos. Así, se debe aminorar la cantidad de zooides por dosis sin perjudicar los resultados en la reproducción (Martínez y Vásquez, 2010). Actualmente, se han denotado nuevos métodos de inseminación para lograr esta reducción, como la IAPC, con el propósito de incrementar distintos indicadores reproductivos.

Por su parte, Cuevas et al. (2005) realizaron una comparación de la IAT con la IAPC al emplear dosis de 3×10^9 de espermatozoides en 100 ml de volumen. Se halló que la IAT resultó en un 85 % de concepción y un promedio de 11,45 lechones nacidos totales, asimismo, la IAPC resultó en un 92,5 % de concepción y un promedio de 11,60 lechones nacidos totales. De esta forma, se halló un detrimento en los parámetros de reproducción, por lo que el método de IAPC es adecuado y puede ser usado, con ventajas económicas con dosis menores a 3×10^9 de espermatozoides.

Según los resultados con dosis de $0,75 \times 10^9$ y $0,5 \times 10^9$ espermatozoides, Gil (2012) expuso que emplear concentraciones de $1,0 \times 10^9$ espermatozoides, vehiculizados en 30-33ml, plantea un margen de seguridad del 100%

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar dos técnicas de IAT e IAPC en cerdas reproductoras Hypor, en el cantón Marcabeli, provincia El Oro.

1.4.2 Objetivos Específicos

Identificar el efecto de los sistemas de inseminación sobre la tasa de fertilidad potencial de las hembras inseminadas.

Determinar el porcentaje de número de lechones totales y número de lechones vivos en las cerdas reproductoras en las dos técnicas de inseminación.

Realizar evaluación beneficio-costos del ensayo.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis Nula

La técnica de IAPC no mejora los parámetros reproductivos en cerdas reproductoras.

1.5.2 Hipótesis Alternativa

La técnica de IAPC mejora los parámetros reproductivos en cerdas reproductoras.

1.6 Fundamentación Teórica

En el estudio, se indagaron los procesos de inseminación artificial convencional y post-cervical. De acuerdo con los estudios realizados, se obtendrá información sobre la eficiencia reproductiva, lo cual se reflejará en la tasa de fertilidad y se derivará en los porcentajes de lechones nacidos totales y lechones nacidos vivos. De esta manera, se obtendrá valores sobre beneficio-costos de los dos tipos de IA.

2 REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

2.1 Reproducción en la industria porcina

En el mundo, la carne de cerdo es la más utilizada, con un 42,79 % del consumo total y 184,600 000 de toneladas; para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONUAA), China, la Unión Europea (UE) y Estados Unidos son las naciones que producen y consumen carne de cerdo (Luchetti et al., 2016).

La reproducción en cerdos desempeña un papel fundamental en la industria porcina. Estos animales poseen un ciclo estral de aproximadamente 21 días y una gestación que abarca los 114 días. La reproducción puede ocurrir de forma natural o mediante IA. La selección cuidadosa de los reproductores, la sincronización del ciclo estral y el cuidado de los lechones son aspectos fundamentales. Una reproducción eficiente es fundamental para el beneficio de la granja, permitiendo más partos por año y una producción consistente. Una gestión reproductiva adecuada contribuye significativamente al éxito y la rentabilidad de explotación porcina (Trujillo et al., 2019).

2.2 Anatomía y fisiología de la cerda reproductora

Para determinar una gestión reproductiva de un modo adecuado, es preciso conocer la anatomía de la cerda, con el propósito de llevar a cabo una buena selección genética, para evidenciar los cambios anatómicos de la cerda al entrar en celo y su capacidad reproductiva, así como lograr el máximo rendimiento y parámetros productivos beneficiosos sin sobreexplotar a los animales (Martínez et al., 2015).

2.2.1 Vulva

La vulva, situada entre las extremidades posteriores, constituye la entrada del aparato reproductor en la cerda. Esta estructura anatómica se compone de labios mayores y menores, clítoris y el orificio vaginal. Su función primordial en el proceso reproductivo radica en facilitar tanto la IA como la monta natural, permitiendo la introducción del esperma en el tracto reproductivo femenino para la fertilización de los óvulos. Además, durante el parto desempeña un papel esencial al servir como canal de salida para los lechones (Martínez et al., 2015).

2.2.2 Vestíbulo vaginal

La porción anatómica conocida como vestíbulo se extiende entre la vagina y los genitales externos, presentando una longitud aproximada de 6 a 8 cm. Durante el desarrollo embrionario, esta estructura se origina a partir del seno urogenital. En esta cavidad, se ubican las glándulas de Bartholin, estas tienen la función de producir un líquido viscoso que lubrica la vagina para agilizar la cópula durante el estro, donde incrementa la segregación hormonal de la hembra que atrae sexualmente al macho (Martínez et al., 2015).

2.2.3 Vagina

La vagina de la cerda constituye una parte fundamental del tracto reproductivo femenino, ubicada internamente y conectando la vulva con el útero. Se trata de una estructura tubular muscular que desempeña diversas funciones importantes en el proceso reproductivo del animal. La vagina es el canal a través del cual el espermatozoide se introduce durante la monta natural o la IA. Es en este órgano donde ocurre la fertilización de los óvulos. También durante el parto, los lechones pasan a través de la vagina para nacer (Martínez et al., 2015).

2.2.4 Cérvix

El cuello uterino o también conocido como cérvix, es una parte crucial del tracto reproductivo de la cerda. Su función principal es actuar como barrera entre la vagina y el útero, desempeñando diversos roles importantes en el proceso reproductivo. Este órgano es un esfínter conformado por tejido conectivo y pocos músculos lisos. Usualmente, permanece cerrado, sin embargo, se abre en el estro y el parto, para proteger al útero de agentes patógenos externos (Martínez et al., 2015).

2.2.5 Útero

El útero de la cerda, también conocido como matriz, es un órgano reproductivo esencial en su anatomía, desempeñando varias funciones clave en el proceso reproductivo y el desarrollo de los lechones. Este órgano le brinda un entorno beneficioso al feto, debido a que permite su nutrición y protección durante toda la gestación. Esto ocurre con el intercambio de sangre entre los neonatos y la madre mediante la placenta.

Este órgano es bicornual de fusión baja, por ello, se conforma por un cuerpo corto y dos tubos uterinos prominentes. A nivel tisular, posee tres capas diferentes: la serosa (perimetrio), la muscular (miometrio) y la mucosa (endometrio), conformada por el epitelio columnar simple cercado por el epitelio columnar estratificado. Por otro lado, las glándulas del endometrio producen la leche uterina que nutre a los embriones hasta que se logra la implantación (Martínez et al., 2015).

2.2.6 Ovarios

Los ovarios son las glándulas femeninas que generan las células sexuales y el producto glandular más relevante del proceso de reproducción de la cerda. Los ovarios tienen forma elipsoidal y bordes asimétricos, puesto que ahí se crean los folículos y cuerpos lúteos, por el número de gametos que la cerda produce en un solo ciclo estral, por ello, su apariencia es similar a la de una mora. Los ovarios de la cerda son órganos con un rol clave en la fertilidad y en la salud reproductiva del animal (Martínez et al., 2015).

2.2.7 Foliculogénesis

En las cerdas, la foliculogénesis se refiere al proceso de desarrollo y maduración de los folículos ováricos en sus ovarios. Estos folículos son las estructuras que contienen los ovocitos para ser fertilizados. Este proceso comprende varias etapas. La primera ocurre durante la fase temprana del desarrollo embrionario, cuando las células primordiales originan las ovogonias, las cuales se agrupan y se alojan bajo la superficie del ovario. La siguiente etapa se da al momento del nacimiento, donde las ovogonias ya estarán rodeadas por un manto de células aplanadas (foliculares), formando así los folículos primordiales; en este período su desarrollo se suspende hasta la pubertad (Martínez et al., 2015).

La foliculogénesis es un proceso fundamental para la producción de ovocitos maduros susceptibles de ser fertilizados. El folículo dominante, que ovula durante el estro, es vital para la reproducción exitosa, debido a que el ovocito liberado es capturado por las trompas de Falopio, donde logra ser fecundizado por el espermatozoide. Este proceso está regulado por hormonas, especialmente por el estrógeno y la hormona luteinizante (LH), las cuales son determinantes para el crecimiento y la ovulación del folículo dominante.

2.2.8 Cuerpo hemorrágico

La formación del cuerpo hemorrágico precede a la formación del cuerpo lúteo. Esta estructura se desarrolla debido al llenado de sangre en la cavidad previamente ocupada por el folículo, seguido del colapso de las células de la granulosa (Martínez et al., 2015).

2.2.9 Cuerpo lúteo

Posteriormente a la ovulación, las células de la teca comienzan un proceso degenerativo, mientras que las células de la granulosa empiezan a hipertrofiarse y a luteinizarse. Estas células son garantes de la producción de progesterona, lo que resulta en la formación del cuerpo lúteo. El cuerpo lúteo es una glándula transitoria cuya función principal es la producción de progesterona, una hormona crucial en la preparación del útero para la gestación y su mantenimiento en caso de producirse. Si no ocurre la gestación, el cuerpo lúteo crece, se desarrolla y finalmente se degenera en cada ciclo estral (Martínez et al., 2015). El peso corporal y la concentración de progesterona de los cuerpos lúteos aumentan de manera muy acelerada en la cerda, entre los días dos y ocho, comenzando su degeneración alrededor del día 15 del ciclo estral en el caso de no ocurrir la gestación.

2.3 Ciclo reproductivo de la cerda

El conocimiento preciso de las características reproductivas de las cerdas es fundamental para el mejoramiento adecuado de una granja porcina, aunque estas características puedan variar entre los individuos, presentan rasgos bastante definidos (Carrero, 2005).

El ciclo estral de la cerda tiene una duración de 18 a 24 días, así, tiene dos fases, una fase folicular (cinco a siete días) y una lútea (13 a 15 días). En el periodo folicular, los reducidos folículos antrales se transforman en grandes folículos preovulatorios, por lo tanto, la cerda es una especie politómica que realiza su periodo de ovulación entre 15 y 30 folículos, según factores como la edad, el estado nutricional, entre otros. En la segunda fase, el desarrollo de los folículos es menos marcado, con una rotación significativa de los folículos antrales primordiales a tempranos que no siguen el proceso por la inhibición de la progesterona de las hormonas gonadotrópicas. Pese a ello, la formación de los folículos antrales tempranos en esta etapa ocasiona impactos en el proceso del folículo en la fase folicular respecto con la cantidad y la calidad de folículos. En este orden de ideas, las cerdas se aparean o fecundan en un segundo o tercer ciclo de estros después de su

completo desarrollo. Posterior al parto, las cerdas pasan por un periodo de anestro lactante, hasta que ocurre el destete y comienza el ciclo folicular, lo que en el estro y la ovulación sucede de cuatro a siete días después de la separación

2.3.1 Proestro

El proestro dura dos días, esta fase inicial del ciclo estral, donde es posible identificar sintomatologías externas, como enrojecimiento en la zona de la vulva y secreciones; en distintas cerdas, este periodo se extiende por cinco días. Igualmente, se da el proceso de desarrollo del folículo terciario en el ovario. Lo que provoca un acrecentamiento en la secreción estrogénica y el comienzo de la disposición de los órganos tubulares y la vulva, con una hinchazón particular (Fuentes et al., 2006).

2.3.2 Estro

El estro perdura un periodo aproximado de dos a tres días, asimismo, se distingue por la inflamación vulvar y mucosidades alrededor de esta. En el transcurso de esta fase, la hembra suele gruñir con frecuencia, mostrar poco apetito y manifestar inquietud. También puede volverse agresiva, siendo el reflejo de inmovilidad o de quietud uno de los signos más distintivos. Este comportamiento es aprovechado para el apareamiento o la IA. Normalmente, la ovulación ocurre entre 26 y 40 después del inicio del celo, convirtiendo esta fase en el momento transcendental del ciclo estral, dado que es cuando tiene lugar el apareamiento. (Fuentes et al., 2006, p. 2)

2.3.3 Metaestro

El metaestro dura un periodo aproximado de siete días, donde se establece el cuerpo lúteo y emprende la producción de progesterona (Fuentes et al., 2006).

2.3.4 Diestro

El diestro, que se extiende durante aproximadamente 9 días, se caracteriza por la producción de progesterona. Si la gestación no se produce, en la última etapa de esta fase inicia la regresión del cuerpo lúteo, por ende, la progesterona en sangre disminuye. De igual modo, comienza la madurez de nuevos folículos, con lo que inicia un nuevo ciclo (Fuentes et al., 2006).

2.4 Inseminación artificial en porcinos

La IA en cerdos, que tiene sus raíces en las granjas rusas de la década de 1930, experimentó un desarrollo significativo entre 1970 y 1980. Durante este período, la IA con semen conservado mediante refrigeración reemplazó gradualmente el proceso de reproducción normal en una parte considerable de las granjas de cerdos. Sin esta técnica, la industria porcina no habría alcanzado los niveles de producción actuales, que son vitales para satisfacer las crecientes demandas proteicas de una población mundial en expansión. A diferencia del apareamiento natural, la IA permite la producción de entre 20 y 60 dosis con el eyaculado de un solo semental, lo que favorece una difusión más veloz del avance genético. (Falceto et al., 2020, p. 1)

La IA ha sido una herramienta transformadora en la industria porcina, tanto en Ecuador como a nivel internacional. Es una faceta de la biotecnología de la reproducción, una estrategia aplicada en la producción animal para mejorar la eficiencia reproductiva, impulsar el progreso genético y aumentar el rendimiento reproductivo. Existen distintas técnicas de IA en cerdos para ajustar la cantidad de espermatozoides por dosis al alterar el sitio de deposición (Campagnoni y Tittarelli, 2019).

La finalidad de la IA es colocar un número suficiente de espermatozoides potenciales en el lugar más adecuado del tracto genital de la cerda durante la ovulación. El método de la IAPC es nuevo para depositar el semen en el cuerpo uterino, en contraste con la IA cervical. Esta variación perjudica el lugar de deposición, la concentración de espermatozoides y la cantidad de dosis empleadas. Este método suscita un avance genético eficiente, mengua el reflujó de semen durante el proceso de inseminación y aminora el tiempo demandado para realizar el procedimiento de IA, sin arriesgar el volumen de la camada ni la tasa de partos (Suárez et al., 2021).

2.4.1 Inseminación cervical

La IA ha supuesto emplazar el semen en el cérvix a través de un catéter, así, el semen debe pasar por el cérvix hasta el cuerpo uterino, lo que se agiliza al mediante las contracciones uterinas. La inseminación cervical convencional se realiza con un volumen determinado de espermatozoides por dosis, con dos o tres IA por ciclo estral de cada cerda. Aunque se depositan numerosos espermatozoides en el cuello del útero, solo una porción de estos alcanza el lugar de fertilización. La densidad del semen tiene un papel crucial en el éxito reproductivo, dado que influye en la capacidad de los espermatozoides para acceder y fertilizar los óvulos. Se ha evidenciado que la funcionalidad normal del útero y la unión con la trompa uterina son factores determinantes en este proceso. (Cedeño y Pinargote, 2021, p. 17)

2.4.2 Inseminación post-cervical

La IAPC, el semen diluido se coloca en el cuerpo del útero de forma no quirúrgica, con una cánula que emerge de 15 a 20 cm de un catéter de inseminación cervical. El volumen final del semen oscila entre 30 y 60ml, con una concentración de 1,5 millones de espermatozoides por dosis. La longitud del catéter o cánula utilizado es de 73 cm (Campagnoni y Tittarelli, 2019).

2.5 Aspectos genéticos

El mejoramiento genético en la especie porcina ha sido una empresa en curso durante varios siglos. Desde la domesticación del cerdo salvaje hasta la selección de individuos superiores como progenitores, la genética porcina ha experimentado un progreso notable. Los criadores han utilizado estrategias de cruzamiento para favorecer el mejoramiento genético, seleccionando razas o líneas compuestas y mejorando el comportamiento de cruas terminales en diversos sistemas de cruzamiento. La selección de cerdas y verracos de calidad ha contribuido significativamente al desarrollo de líneas de producción comercial, permitiendo a los productores obtener animales de pie de cría especializados a partir de criadores dedicados a la cría, selección y venta de estos animales (Contreras et al., 2017).

2.5.1 Línea genética Hypor

La casa comercial de genética PORCIGENES S.A, ha llevado a cabo diversos estudios que han permitido mejorar significativamente la línea Hypor, actualmente considerada la línea de mayor prolificidad en el mundo. Esta línea genética ha demostrado disminuir los costos de producción mientras aumenta la productividad, alcanzando una tasa mayor a los 30 lechones por año. Los lechones de esta línea presentan un mayor peso al nacer, lo que les confiere mayor fuerza y vigor, y un rendimiento superior en su etapa productiva, alcanzando el peso ideal de sacrificio hasta 10 días antes de lo habitual. Además, esta línea genética ha optimizado el consumo de alimento, restringiéndolo a 1,10 kg de concentrado por cada lechón destetado, lo que representa un ahorro significativo para el sistema de producción.

2.5.2 Selección de la cerda reproductora

Las cerdas reproductoras de nuevo ingreso pueden provenir de dos orígenes: casas comerciales (origen externo) o programas de auto reemplazo (de origen interno). Ambos casos presentan ventajas y desventajas en cuanto al potencial y desempeño reproductivo que la hembra tendrá en la granja. La elección de cerdas de uno u otro origen depende de las necesidades específicas de la granja y de su proyección (Trujillo et al.,2019).

La elección de hembras reproductoras se realiza de conformidad con distintos parámetros, para conseguir un potencial reproductivo y productivo elevado. El periodo de elección de las próximas cerdas reproductoras o de reemplazo comienza al elegir las madres y su camada consecutiva, de este modo, antes de su nacimiento, la cerda se elige por la característica genética y la capacidad de producción de su madre. A la camada escogida, se le realiza un procedimiento para conocer peso al nacimiento y en el destete, para determinar sus propiedades fenotípicas (Trujillo et al., 2019).

2.5.3 Selección del verraco reproductor

El proceso de selección de sementales puede ejecutarse de dos modos: mediante empresas genéticas productores comerciales. Los dos enfoques tienen como propósito mejorar las líneas genéticas de los sementales para su posterior uso en programas de cruzamiento específicos, desarrollando así líneas especializadas con diversos objetivos. Por esta razón, es indispensable establecer los objetivos de selección específicos (Contreras et al., 2017).

En el caso de los productores comerciales, la meta inicial en la selección de un semental se asocia con la identificación de la raza y las líneas compuestas de diferentes compañías genéticas que poseen determinadas características. Estas características deben alinearse con el sistema de cruzamientos que utilizará la granja, asegurando así que el semental seleccionado aportará mejoras genéticas importantes. (Contreras et al., 2017).

2.6 Momento óptimo del servicio reproductivo

En el ciclo reproductivo de la cerda, el celo es la fase en la que acepta y tolera al verraco, por lo tanto, el proceso cíclico del ovario y la disposición sexual se relacionan, igualmente, la hembra está dispuesta fisiológicamente para la reproducción. La estratagema de detección de celo, conocida como celaje, facilita diferenciar las cerdas en celo y al momento apropiado para la inseminación, lo que se recomienda ejecutar dos veces al día, especialmente, en los periodos más frescos de la mañana y de la tarde (Astudillo, 2023).

De acuerdo con Charry y Pabón (2014), se ha indagado la correlación del tiempo entre el estro, la ovulación, la inseminación y la fertilización, por medio de ultrasonidos. Así, la ovulación sucede al comienzo del último tercio del estro, lo que presume que no hay una predicción específica del ciclo de ovulación de cada cerda. No obstante, es posible predecir el ciclo estral con el inicio del estro y luego de una admisión general en el método de IA al determinar el periodo esperado de la ovulación.

2.7 Detección de celo

La determinación de celo es crucial en una granja reproductiva, dado que permite identificar el momento adecuado para la inseminación. Para esto, es necesario conocer y entender la anatomía y fisiología de la cerda. Una correcta detección de celo ayuda a calcular el momento de la ovulación y aumenta el éxito de las inseminaciones.

Uno de los métodos para detectar el celo es la observación de los síntomas externos, como el edema e hiperemia de la vulva. También es importante observar el comportamiento sexual de la cerda, que puede incluir inquietud, búsqueda del verraco,

lordosis, monta o aceptación de ser montada por otras hembras. El uso del verraco es el método más natural para la detección, y consiste en el contacto físico entre el verraco y las cerdas. Se recomienda exponer a la cerda al verraco a partir del tercer día post-destete, al menos una o dos veces al día, durante un período suficiente para que el verraco pueda estimular a todas las cerdas (Larrosa, 2019).

2.8 Intervalo destete-celo

El intervalo destete-estro concierne con los días no productivos y es una fase clave en una explotación porcina, puesto que no afecta la cantidad de partos en la vida reproductiva de la cerda y en los costos de producción. Asimismo, aunque la cerda no produzca ingresos, demanda de insumos como alimento, medicinas y mano de obra, lo que aumenta los costos operativos. En este sentido, este intervalo incide en el volumen de la camada al nacimiento y el destete. Cuando estos intervalos se extienden disminuye la cantidad de partos y el volumen de lechones generados por madre anualmente (Malavé et al., 2008).

Este intervalo también varía en las cerdas. Aquellas que presentan estros tempranos, aproximadamente cuatros días después del destete, tienden a presentar estros más largos de tres días, a diferencia de las hembras que inician el estro entre seis y siete días después del destete, donde la duración puede ser de hasta dos días. El intervalo destete-celo también está influenciado por la estación del año y la duración de la lactancia.

La condición corporal de la cerda es otro factor determinante: si tienen baja condición corporal tienden a mostrar estros más tardíos, mientras que una alimentación con raciones altas durante la lactancia puede acortar el intervalo destete-estro. La presencia del verraco también juega un papel significativo en la reanudación del celo tras el destete, sobre todo en el verano y en cerdas primíparas. Es recomendable dejar a las hembras en contacto con el verraco al momento del destete durante los tres días siguientes al inicio del estro (Decher, 2007)

2.9 Aspectos económicos

La gran ventaja de la IA es que el potencial genético del mejor germoplasma puede transferirse a un gran número de hembras, conduciendo a una mejora genética general. Recientemente, el uso de la IA ha aumentado dramáticamente en los países desarrollados por parte de los productores comerciales de cerdos. En particular, el uso de dosis

seminales se ha encontrado cada vez más famosa en las últimas décadas. Hoy en día, la IA se aplica ampliamente en granjas porcinas comerciales organizadas. La tasa de preñez obtenida por IA es igual o mejor que con la monta natural, sin embargo, la información encontrada y su impacto en la fertilidad y los beneficios monetarios es muy limitada (Kadirvel et al., 2013).

2.9.1 Costo-beneficio de los métodos de IA

La IA tiene sus ventajas ante la monta natural, por lo tanto, entre las ventajas para reducir costos, se resalta la disminución del número de verracos requeridos, lo que supone menos corrales y beneficios del espacio, de igual modo, se optimizan los costos de mano de obra, pues se precisa de menos personal. Por otro lado, se logra un mejor provecho de peso, al poseer pocos sementales de mayor valor genético y un indicio más grande de conversión. Este proceso ahorra tiempo, pues se ejecuta en, aproximadamente, cinco minutos, igualmente, disminuye el riesgo de trasladar afecciones infectocontagiosas por contacto sexual y posibilita vigilar la calidad espermática (Rodríguez et al., 2012).

El costo es el recurso insuficiente que se paga para generar u obtener bienes tangibles o intangibles, con el fin de conseguir ganancias presentes o futuras, de este modo, el costo se transforma en gasto. En correspondencia con lo anterior, los precios de producción requieren medir los recursos usados en el proceso, los que se gestionan comedidamente para acrecentar el éxito de las explotaciones de los cerdos, con la planificación, explorar la eficacia para amplificar la productividad y alcanzar los objetivos concretos (Rodríguez et al., 2012).

2.10 Síntesis del estado del arte del estudio del problema

La IA es un método biotecnológico empleado en la industria porcina, para incrementar la eficiencia reproductiva, alcanzar un mayor progreso genético y aumentar el desempeño reproductivo. La ubicación usual para depositar el semen porcino es a nivel cervical, asimismo, se han evidenciado logros al hacerlo post-cervical con catéteres comerciales especiales para cada método. Se han reportado muchos estudios al respecto, evidenciando que la implementación correcta del tipo de IA puede mejorar no solo los parámetros reproductivos, sino también los parámetros económicos, debido a las diferencias en cuenta a costos.

Cedeño y Pinargote (2021) descubrieron un porcentaje de concepción y fertilidad del 100 %, sin discrepancias estadísticas entre los procedimientos de IA cervical intrauterina. Por lo anterior, no hay diferencias en términos de concepción y fertilidad entre depositar el semen en el cérvix o en el cuello uterino, por otra parte, no existen disimilitudes significativas en el volumen de lechones vivos por camada entre los dos métodos. Pese a ello, se hallaron disparidades en el peso al nacer, con el método de IA intrauterina, con beneficios en kg de lechones al nacimiento en comparación con la inseminación cervical.

Igualmente, Hernández et al. (2012) indagaron el rendimiento reproductivo y el reflujó en la IA tradicional y post-cervical en cerdas, por ello, se encontró que los índices reproductivos, como la fertilidad, el volumen total de la camada nacida y el volumen de lechones nacidos vivos fueron mayores en el procedimiento de inseminación post-cervical en comparación con la IAT. Este estudio sugiere que la inseminación post-cervical en condiciones de campo es totalmente recomendable, en tanto puede ser utilizada con éxito en lugar de la inseminación cervical, además de reducir costos. No obstante, recomiendan realizar un estudio económico más completo, dependiendo del país o localidad y las condiciones de la granja, para determinar su factibilidad.

García (2020), en su trabajo de investigación, menciona que el uso de IAPC obtuvo mejores resultados en cuanto a tiempo y costo, sin afectar directamente los datos reproductivos como el porcentaje de fertilidad, el índice de parto o el volumen de la camada. También señala que es más recomendable usar IA cervical en cerdas primerizas, pues su aparato reproductor está ensanchado. Destaca, además, que la eficiencia en la IAPC está relacionada con el número de celo y peso del animal.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales físicos

Tabla 1. Materiales físicos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Computadora	Unidad	1
Esfero	Unidad	1
Hojas de papel bond	Resma	1
Impresora	Unidad	1
Resaldor	Unidad	1
Carpeta	Unidad	1
Engrapadora	Unidad	1
Guantes de vinilo	Caja	1
Cateter post-cervical	Unidad	200
Cateter tradicional	Unidad	200
Gel para inseminación	Unidad	1
Marcadores	Unidad	4
Toalla humedas	Caja	1
Cooler	Unidad	1
Overol	Unidad	1
Botas	Unidad	1
Ficha de muestras	Unidad	4
Pajuela de inseminacion	Unidad	100
Microscopio	Unidad	1
Portaobjetos	unidad	1
Cocina electrica	unidad	1
Guantes de vinilo	Caja	1
Botellas para pajuelas	Caja	1
Servilletas	Unidad	1
Termometro	Unidad	1
Conservadora	Unidad	1
Fichas de registro	Unidad	1

3.2 Materiales biológicos

Tabla 2 . Materiales biológicos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Cerdas	Unidad	100
Verraco celador	Unidad	1
Semen	Pajuelas	100

3.3 Diseño

Se realizó una investigación experimental de tipo inductivo, para evaluar los variados métodos de inseminación tradicional y post-cervical en cerdas reproductoras Hypor.

3.4 Población y muestra

La población es específica, compuesta por 100 cerdas multíparas de la raza Hypor. Esta muestra representa el 100 % de la población total, y se eligieron de manera uniforme para evitar interferencias en el análisis estadístico. Las hembras preseleccionadas se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos de 50 cerdas. Uno de los grupos será sometido al método de inseminación tradicional, mientras que el otro al método de inseminación post-cervical.

3.5 Diseño estadístico

El método utilizado para el estudio de datos es la t de Student, asimismo, los resultados se compararán a un nivel de significación al 5%.

3.6 Operacionalización de variables

3.6.1 Variables independientes: técnicas de inseminación

Tabla 3. Variable independiente

Concepto	Categorías	Indicadores	Índice
Método de reproducción en cerdos, lo que implica colocar una cánula o catéter, semen diluido refrigerado o fresco dentro de la cerda	de Biológico	Parámetro Reproductivo - Inseminación cervical - Inseminación Cervical	Post- 60 ml. 90 ml.

3.6.2 Variables dependientes: preñez

Tabla 4. Variable dependiente

Concepto	Categorías	Indicadores	Índice
Porcentaje de eficiencia reproductiva	Biológico	Número de madres preñadas	Numérico
Número de lechones por parto		Número de cerdas repetidas Número de lechones nacidos vivos/totales	Numérico

3.7 Consideraciones éticas

De conformidad con los principios de la biología animal, se concibe como miembro del reino animal los organismos multicelulares que adquieran energía a través de la digestión de alimentos. Estos organismos poseen grupos celulares especializados organizados en tejidos.

En este sentido, el maltrato hacia los animales es cuando un sujeto ejerce la agresión para perjudicar al animal, lo que termina en la muerte o afectaciones graves a su integridad física, sea con la administración de sustancias venenosas y tóxicas que hagan daño a su aparato digestivo, la introducción de vidrio en polvo en su comida, golpes con objetos contundentes o sacrificios rituales, peleas o actos sexuales (zoofilia) (Hernández y Fuentes, 2018).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Recogida de datos

Se registró el número de identificación individual de cada cerda, la fecha de inseminación, la técnica de inseminación aplicada y el volumen de parto de la cerda. El diagnóstico de gestación se realizó 21 días después de aplicar la técnica de inseminación y se registró la fecha probable de parto. Posteriormente, durante el parto, se recolectó la información sobre el número de lechones nacidos, número de lechones vivos, número de lechones muertos y el número de lechones momificados.

4.2 Análisis de los datos

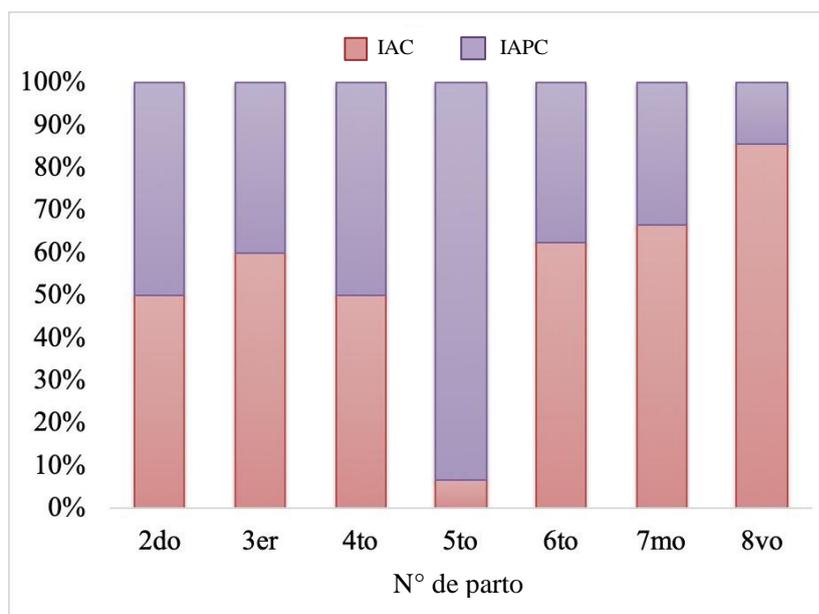
El enfoque descriptivo de las variables se ejecutó mediante medidas de tendencia central, así como frecuencias absolutas y relativas. La distribución de los datos se corroboró con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con un nivel de significación al 5%. La homocedasticidad de las varianzas se comprobó mediante la prueba de Levene, con un nivel de significación al 5%. La comparación de los tratamientos se hizo con la prueba t de Student, con un nivel de significación al 5%. Los estudios estadísticos se realizaron utilizando el software Stata® 15.

4.3 Presentación de los datos

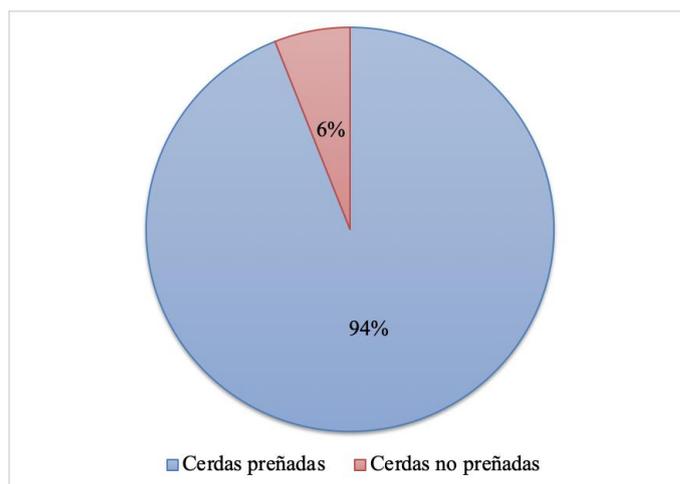
4.3.1 Análisis descriptivo

Se estudiaron 100 cerdas de la raza Hypor, de los cuales el 100% eran multíparas (Gráfica 1). De las 100 cerdas analizadas, 50 cerdas recibieron la inseminación artificial cervical (IAC) y 50 de ellas, la inseminación artificial post-cervical (IAPC). El grupo de cerdas con IAC, mostraron una fertilidad del 94 % (47/50 cerdas) (Gráfica 2), en total este grupo tuvo 657 lechones nacidos (\bar{x} =13 lechones; DE 4.4 lechones; min= 6 lechones; máx= 23 lechones). Del total de lechones nacidos, el 90.9% (597/657 lechones) nacieron vivos, mientras que el 5.3% (35/657 lechones) nacieron muertos, por último, el 3.8% (25/657 lechones) de los lechones estaban momificados (Gráfica 3).

Gráfica 1. Distribución de las cerdas con el tratamiento de Inseminación Artificial Cervical (IAC) e Inseminación Artificial Post-Cervical de acuerdo con el número de parto.

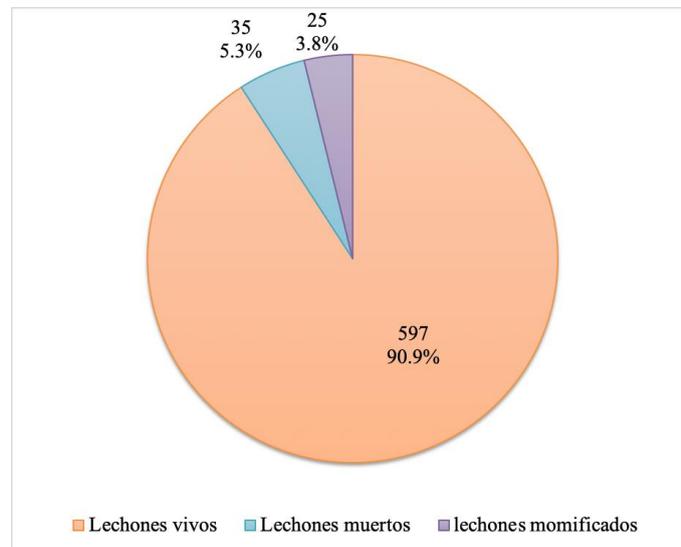


Gráfica 2. Fertilidad de las cerdas con Inseminación Artificial Cervical (IAC)

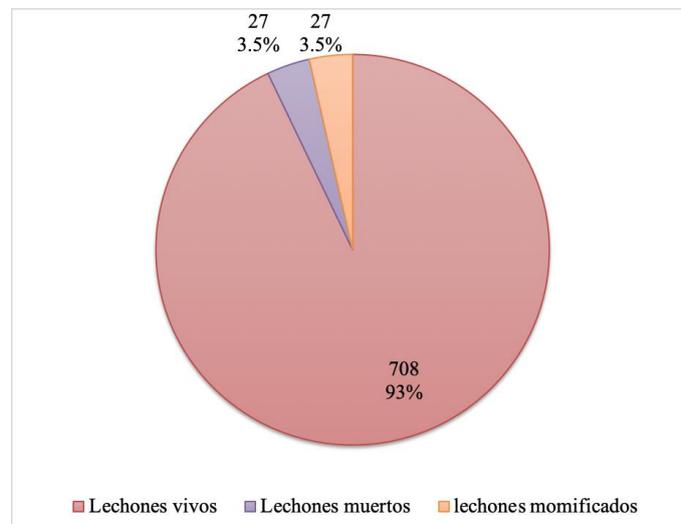


En cuanto al grupo de cerdas con IAPC, presentaron una fertilidad del 98% (49/50 cerdas) (Gráfica 4), con un total de 762 lechones nacidos (\bar{x} =15 lechones; DE 3.5 lechones; min= 8 lechones; máx= 23 lechones). De los 762 lechones nacidos, el 93% (708/762 lechones) nacieron vivos, mientras que el 3.5% (27/762 lechones) nacieron muertos y el 3.5% (27/762 lechones) de los lechones se encontraban momificados (Gráfica 5).

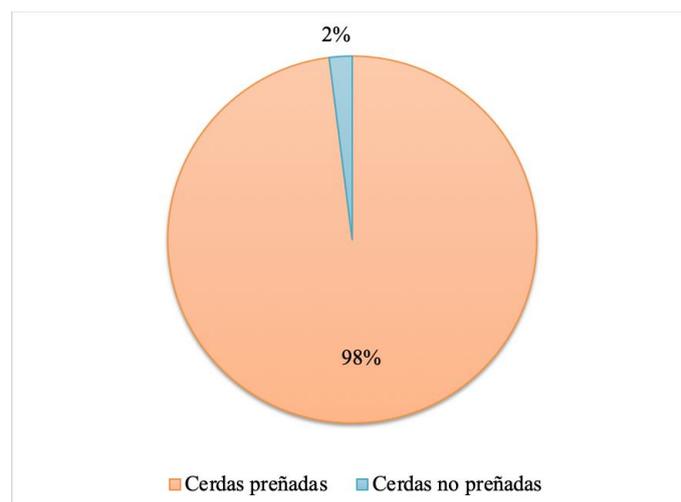
Gráfica 3. Distribución de los lechones nacidos totales en cerdas con Inseminación Artificial Cervical (IAC)



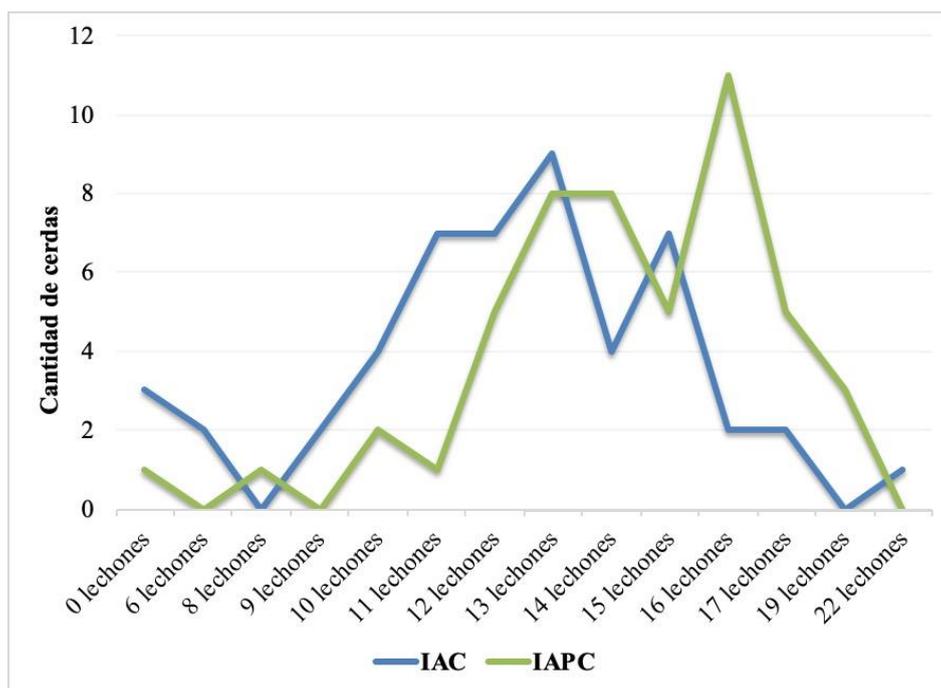
Gráfica 4. Distribución de los lechones nacidos totales en cerdas con Inseminación Artificial Post Cervical (IAPC)



Gráfica 5. Fertilidad de las cerdas con Inseminación Artificial Post Cervical (IAPC)



Gráfica 6. Cantidad de lechones vivos con base a la técnica de inseminación artificial utilizada en las cerdas.



En la Gráfica 6 se puede observar que, las madres con Inseminación Artificial Cervical (IAC) no superan el número de lechones vivos que tuvieron las cerdas que recibieron el tratamiento de Inseminación Artificial Post-Cervical (IAPC). Además, las cerdas que tuvieron el número más alto de lechones nacidos vivos fueron las que se inseminaron mediante la técnica Post-Cervical.

4.3.2 Prueba de normalidad

Tabla 5. Comprobación del supuesto de normalidad en la variable Lechones nacidos totales mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Valor de p
IAC	0.320	50	0.006
IAPC	-0.000	50	0.999

*gl (grados de libertad)

La variable “Lechones nacidos totales” se puede modelar con una distribución normal con el tratamiento con IAPC ($P=0.999$). Sin embargo, la variable “Lechones nacidos totales” no se puede modelar con una distribución normal con el tratamiento con IAC ($P=0.006$) (Tabla 5).

Tabla 6. Comprobación del supuesto de normalidad en la variable Lechones nacidos vivos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Valor de p
IAC	0.320	50	0.006
IAPC	-0.020	50	0.980

*gl (grados de libertad)

La variable “Lechones nacidos vivos” se puede modelar con una distribución normal con el tratamiento con IAPC (P= 0.980). Sin embargo, la variable “Lechones nacidos vivos” no se puede modelar con una distribución normal con el tratamiento con IAC (P= 0.006) (Tabla 6).

4.3.3 Prueba de homocedasticidad

Tabla 7. Comprobación del supuesto de homocedasticidad en la variable Lechones nacidos totales y Lechones nacidos vivos mediante la prueba de Levene

Variable	Levene			Valor de p
	Estadístico	gl1	gl2	
Lechones nacidos totales	1.129	1	98	0.290
Lechones nacidos vivos	1.240	1	98	0.268

*gl (grados de libertad)

Las varianzas de los lechones nacidos totales entre las dos técnicas de inseminación artificial son estadísticamente iguales (P= 0.290) Por otro lado, hay homocedasticidad en las varianzas de la variable lechones nacidos vivos entre las dos técnicas de inseminación artificial (P= 0.268) (Tabla 7).

4.3.4 Prueba t de Student

Tabla 8. Comparación de la técnica de inseminación cervical y la post-cervical en cerdas de la raza Hypor respecto a la variable Lechones nacidos totales mediante la prueba de t de Student

Tratamiento	Observaciones	t de Student			Valor de p
		Media	DE	IC 95%	
IAC	50	13.14	4.440	11.878 14.402	0.0098
IAPC	50	15.24	3.479	14.251 16.229	

*DE (Desviación estándar)

*IC (Intervalo de Confianza)

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable Lechones nacidos totales entre la técnica de Inseminación Artificial Cervical (IAC) y la Inseminación Artificial Post-Cervical (IAPC) aplicadas en cerdas multíparas de la raza Hypor, debido a que se obtuvo una $p < 0.05$ (Tabla 8).

Tabla 9. Comparación de la técnica de inseminación cervical y la post-cervical en cerdas de la raza Hypor respecto a la variable Lechones nacidos vivos mediante la prueba de t de Student

t de Student						
<i>Tratamiento</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>IC 95%</i>		<i>Valor de p</i>
IAC	50	11.94	4.078	10.781	13.099	0.0028
IAPC	50	14.16	3.093	13.281	15.039	

**DE (Desviación estándar)*

**IC (Intervalo de Confianza)*

Al comparar la Inseminación Artificial Cervical y la Inseminación Artificial Post-Cervical en cerdas multíparas de la raza Hypor, se encontraron diferencias significativas en la variable Lechones nacidos vivos entre los dos grupos ($p=0.0028$) (Tabla 9).

4.3.5 Análisis costo-beneficio del ensayo

El estudio costo-beneficio mostró que en ambas técnicas el retorno de la inversión se puede obtener con el parto de 100 cerdas con una fertilidad 94-98%. Sin embargo, en el análisis también se evidenció que en la Inseminación Artificial Post-Cervical se obtienen mayores ganancias por cada unidad de inversión.

Tabla 10. Análisis costo-beneficio del desarrollo de la investigación “Evaluación de dos técnicas de inseminación artificial, tradicional y post-cervical, en cerdas reproductora Hypor”

Concepto	IAC	IAPC
Numero cerdas inseminadas	50	50
Numero de cerdas paridas	47	49
Nacidos totales	597	708
Alimentación total	\$ 9.800,00	\$ 9.800,00
Inseminación	\$ 1.750,00	\$ 1.250,00
Manejo al parto	\$ 988,00	\$ 998,00
Total de inversión	\$ 12.538,00	\$12.048,00
Costo por lechón	\$ 21,00	\$ 17,02
Ganancia por lechón	\$ 4,00	\$ 7,98
Ganancia por tratamiento	\$ 14.925,00	\$17.700,00
Ganancia total por Tratamiento	\$ 2.387,00	\$ 5.652,00
Costo-Beneficio	\$ 1,19	\$ 1,47

Para analizar la Tabla 10 sobre el análisis costo-beneficio del desarrollo de la investigación “Evaluación de dos técnicas de inseminación artificial, tradicional y post-cervical, en cerdas reproductoras Hypor”, se comparó los distintos conceptos entre las dos técnicas: Inseminación Artificial Convencional (IAC) e Inseminación Post-cervical (IAPC).

La técnica IAPC mostró ser más eficiente y rentable en comparación con la IAC. La IAPC resultó en más cerdas paridas, más lechones nacidos, menores costos de inseminación, menor costo por lechón, y mayores ganancias tanto por lechón como en ganancia total. Estos resultados sugieren que la IAPC es una técnica superior desde el punto de vista costo-beneficio para la reproducción de cerdas Hypor.

4.4 Discusión

La Inseminación Artificial Post-Cervical (IAPC) se ha denominado un método efectivo en la reproducción porcina, en contraste con la técnica de Inseminación Artificial Cervical (IAC), debido a la menor cantidad de espermatozoides requerida al depositarse más cerca del lugar de fertilización (Suárez-Usbeck et al., 2019). La utilización de la técnica de IAPC permite la optimización del uso de machos en las granjas porcinas, lo que contribuye en la disminución de costos de producción (Mellagi et al., 2023). En este sentido, el presente estudio se enfocó en evaluar los dos métodos de inseminación artificial en cerdas multíparas de la raza Hypor mediante la tasa de fertilidad, así como la relación de lechones nacidos totales y lechones nacidos vivos.

La aplicación de la IAPC se ha restringido en cerdas sin parto previo por lo estrecho que puede llegar a ser el canal cervical, lo que dificulta la técnica al introducir el catéter y puede ocasionar lesiones en el cuello uterino (García-Vázquez et al., 2019). La presencia de sangre en los casos donde se muestra dificultad para introducir el catéter de inseminación es escasa, incluso se ha mencionado con anterioridad que pueden ser <2%, por lo que, si la inseminación artificial se realiza por personal capacitado, este porcentaje puede disminuir (Bortolozzo et al., 2015). En este estudio todas las cerdas observadas en ambas técnicas de inseminación eran multíparas.

Anteriormente se mencionó que más del 90 % de las cerdas multíparas y aproximadamente el 86 % de las cerdas primíparas han recibido inseminación artificial postcervical con éxito (Will et al., 2021). En este estudio las cerdas primíparas que recibieron el tratamiento de IAPC, quedaron gestantes y tuvieron una alta prolificidad. Algunos autores han encontrado que las hembras multíparas tienen mayor cantidad de lechones nacidos muertos en relación con las hembras de primer parto (Quirós-Rojas et al., 2018).

Suárez-Usbeck et al. (2019) reportaron una tasa de fertilidad del 91.4% en cerdas con la técnica de IAC y 92.3% en cerdas inseminadas con la técnica IAPC. Los resultados de esta investigación fueron muy similares a lo reportado anteriormente, se tuvo una fertilidad del 94% con la IAC y 98% con la IAPC. No obstante, se ha referido que la tasa de fertilidad depende de otros factores y no únicamente de la técnica de inseminación utilizada, algunos de esos factores que se han identificado son la nutrición, la salud de la hembra, la infertilidad estacional, entre otros (Boyd et al., 2019).

Otros autores han referido que las dosis con altos volúmenes pueden tener un efecto negativo debido al reflujo del semen, por lo que, las investigaciones actuales están orientadas en la investigación de acontecimientos métodos que permitan reducir las dosis de inseminación (Cane et al., 2019). En esta investigación, para la IAPC se utilizó un volumen de 60 ml, con relación a las cerdas con el tratamiento IAC, se utilizó una dosis de 90 ml. Con anterioridad se ha informado que, para obtener una fertilidad de buena a excelente con la IAPC, se necesitan volúmenes de inseminación entre 45 ml y 80 ml (Knox et al., 2017); en la Inseminación Artificial Cervical se han recomendado dosis entre 80-100 ml (Luongo et al., 2020).

Bortolozzo et al. (2015) refieren que otro factor a considerar antes de realizar cualquier técnica de inseminación artificial es el intervalo entre la inseminación y la ovulación, los efectos de este periodo de tiempo pueden verse reflejados en la tasa de fertilidad obtenida en las cerdas. De igual manera, Knox et al. (2017) evidenciaron que la fertilidad se podía ver disminuida cuando la IA se realizaba ≥ 24 horas antes de la ovulación, además se identificó una cantidad reducida de espermatozoides viables en los oviductos de la cerda. Sin embargo, en los casos en los que se emplea semen congelado, la inseminación se puede llevar a cabo hasta 4 horas antes de la ovulación, además se ha recomendado que el semen sea depositado en un sitio más cercano al de la fertilización, como es en el caso de la IAPC (Yeste et al., 2017).

Suárez-Usbeck et al. (2019) reportó que no demostraron diferencias significativas en el volumen total de lechones nacidos entre la IATC y la IAPC, siendo mayor la media de lechones nacidos totales en la técnica de IAPC. Lo anterior es consistente con los obtenido en la presente tesis, donde se obtuvo como resultado una mayor cantidad de lechones nacidos totales en la IAPC, en comparación con la IAC. Si bien este parámetro es importante en la reproducción porcina, se deben considerar otros parámetros, como el porcentaje de lechones nacidos vivos y lechones muertos para poder evaluar ambas técnicas de inseminación artificial (Mellado et al., 2018).

Por otra parte, anteriormente se ha reportado que el número promedio de lechones nacidos vivos por camada fue mayor en las cerdas inseminadas con IAC en comparación con el IAPC (Mellado et al., 2018). Sin embargo, en este estudio, la media de lechones nacidos vivos fue mayor en las cerdas inseminadas con IAPC, en contraste con la IAC, así mismo, esta variable fue estadísticamente significativa. Por su parte, Sbardella et al., (2014) refieren

que la presencia de sangre durante la inseminación post-cervical no afectaba la tasa de parición, pero el número de lechones nacidos por cerda era menor.

En la presente investigación, se encontró un incremento en el número de lechones muertos en las cerdas que fueron fecundadas mediante la técnica cervical, también conocida como la técnica tradicional. No obstante, se ha referido que, el número de lechones muertos es un resultado que depende de diversos factores, algunos de los primordiales factores de riesgo que se han reportado son el volumen de la camada, la condición corporal de la hembra, la nutrición y la presencia de personal para asistir el parto de las cerdas (Mellado et al., 2018).

La momificación fetal puede ser un resultado de la muerte fetal, es una condición poco frecuente, sin embargo, se presenta mayormente en hembras multíparas (Lefebvre, 2015). En este estudio se identificó un mayor número de lechones momificados en las cerdas inseminadas mediante la técnica IAPC. Con relación a este resultado, Lefebvre (2015) refiere que para obtener este resultado no debe haber bacterias dentro del útero, por lo que este resultado no se encuentra relacionado con fallas durante la realización de la técnica de inseminación, sino de un evento natural.

A pesar de que en estudio se evaluaron diversos parámetros para comparar la IACT y la IAPC tuvimos algunas limitaciones, como la falta de evaluación macroscópica y microscópica del semen utilizado, lo que dificultó identificar si este era un factor asociado con los resultados obtenidos en los parámetros evaluados. Además, se desconocía la cantidad de espermatozoides que contenía cada dosis de semen inseminado en las cerdas estudiadas, lo que también puede ser un factor que modifique la tasa de fertilidad de las hembras.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los parámetros de fertilidad potencial obtenidos en el sistema de inseminación convencional y el sistema de inseminación post cervical demostraron presentar diferencias porcentuales con 94% y 98%, respectivamente.

Los parámetros tamaño de camada total (TCT) y tamaño de camada vivo (TCV), presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), entre el grupo control y el grupo experimental.

El número de lechones nacidos total y el número de lechones nacidos vivos por cada 50 inseminaciones, fue mayor para la técnica post cervical que para la técnica convencional, siendo de 597 para el tratamiento convencional, de 708 para el tratamiento post cervical.

Los costos totales por concepto de inseminación se vieron aumentados en el método de inseminación post cervical ya que por cada dólar invertido hubo una ganancia de \$1,47, mientras que en el método de inseminación tradicional por cada dólar invertido hubo una ganancia de \$1,19.

5.2. Recomendaciones

Es recomendable contar con personal capacitado para realizar la inseminación artificial, con el fin de disminuir los errores humanos que pudieran ocasionar lesiones en el cérvix de las cerdas.

La IAPC presentó un volumen más elevado de lechones totales, así como de lechones vivos durante el parto en comparación con la IATC, se recomienda contar con personal disponible para la asistencia durante los partos de las cerdas con el propósito de reducir la mortalidad de los lechones.

Se recomienda seguir investigando sobre las concentraciones mínimas de espermatozoides y la cantidad mínima de diluyentes, lo que podría ser más eficiente el uso de los recursos materiales y reducir los costos de producción sin afectar la tasa de fertilidad en las cerdas.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo, F. I. (2023). *Viabilidad reproductiva en cerdas empleando inseminación artificial* [Universidad Técnica De Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13939>
- Bortolozzo, F., Menegat, M., Mellagi, A., Bernardi, M., & Wentz, I. (2015). New Artificial Insemination Technologies for Swine. *Reproduction in Domestic Animals*, 50(S2), 80–84. doi: 10.1111/rda.12544
- Boyd, R. D., Zier-Rush, C. E., Moeser, A. J., Culbertson, M., Stewart, K. R., Rosero, D. S., & Patience, J. F. (2019). Review: innovation through research in the North American pork industry. *Animal*, 13(12), 2951–2966. doi: 10.1017/S1751731119001915
- Campagnoni, M., & Tittarelli, C. (Diciembre de 2019). Inseminación artificial en la especie porcina: dosis inseminante en relación con el lugar de deposición. *Analecta Veterinaria*, 39, 33-46. <https://revistas.unlp.edu.ar/analecta/article/view/7348>
- Cane, F., Pereyra, N., Cane, V., Marini, P., & Teijeiro, J. M. (2019). Mejoramiento del porcentaje de parición mediante el uso de inseminación artificial en cerdas. *Revisas Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(3), 583-594. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v10n3/2448-6698-rmcp-10-03-583-es.pdf>
- Carrero, H. (2005). *Manual de producción porcícola*. <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Manual%20de%20produccion%20porcicola.pdf>
- Cedeño, C., & Pinargote, K. (noviembre de 2021). *Evaluación de dos técnicas de inseminación artificial (Intrauterina y cervical) en cerdas reproductoras del hato porcino ESPAM MFL*. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1607>
- Charry, L., & Pabón, S. (2014). *Efecto de dos técnicas de inseminación artificial sobre parámetros productivos en hembras porcinas repetidoras* [Tesis de grado, Universidad de La Salle]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/182/>
- Contreras, A. J., Espinosa, S., Gutiérrez, O., Hernández, E., Nava Navarrete, J., Martínez Gamba, R., O, T. (2017). *El verraco*. UNAM.

- Cuevas, P., Pedroza, C., & Jiménez, C. (2005). Evaluación de la Técnica de inseminación artificial post-cervical y su relación con los parámetros reproductivos. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 52, 144-155.
<https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639209006.pdf>
- Decher, V. (2007). *Evaluación productiva-económica de un sistema de inseminación artificial convencional y sistema de inseminación artificial post cervical en hembra porcina*. s/e.
- Falceto, M.V., Mitjana, O., & Suárez, A. (2020). *Situación actual de la inseminación artificial porcina*. http://academiadeporcino-msdanimalhealth.com/Repropig10/assets/resources/10_Inseminacion.pdf.
- Fuentes, M., Pérez, L., Suárez, Y., & Soca, M. (enero de 2006). Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VII (1), 1-36.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63612648012.pdf>
- García-Vázquez, F. A., Llamas-López, P. J., Jacome, M. A., Sarrias-Gil, L., & López Albors, O. (2019). Morphological changes in the porcine cervix: A comparison between nulliparous and multiparous sows with regard to post-cervical artificial insemination. *Theriogenology*, 127, 120–129. doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.01.004
- García, X. (noviembre de 2020). *Comparación de la inseminación artificial cervical, post-cervical e intrauterina profunda en cerdos: Revisión de Literatura* [Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano].
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/e8f2869e-9fb1-4ccc-89a7-25637969d27a/download>
- Gil, J. (2009). *Inseminación artificial post cervical con estimulación cervical*.
<https://www.avparagon.com/docs/6congreso/TALLERES/TALLER%206--JGIL.pdf>
- Gil, J. (2012). *Manual de manejo en porcinos PIC. Inseminación Post Cervical*.
https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2020/09/PIC_Gilt-Sow_Management_Guidelines_Manual_Spanish.pdf

- Google Earth. (s.f.). *Home*. <https://earth.google.com/web/@-3.77619932,-79.96367476,576.34465339a,504.90703605d,35y,136.53534343h,45.00025439t,-0r/data=OgMKATA>
- Hernández, I., Izquierdo, M. J., Matás, C., Carvajal, J., Vieira, L., Abril, D., . . . García, F. (December de 2012). Reproductive performance and backflow study in cervical and post-cervical artificial insemination in sows. *ScienceDirect*, *136*, 14-22. 10.1016/j.anireprosci.2012.10.007.
- Hernández, M. B., & Fuentes, V. M. (2018). *La Ley Orgánica de Bienestar Animal (LOBA) en Ecuador: análisis jurídico*. <https://revistes.uab.cat/da/article/view/v9-n3-hernandez-fuentes>
- Kadirvel, G., Kumaresan, A., Das, A., Bujarbaruah, K., Venkatasubramanian, V., & Vanao Ngachan, S. (2013). Artificial insemination of pigs reared under smallholder production system in northastern India: success rate, genetic improvement, and monetary benefit. *Springer Science*, *45*(2), 679-686. 10.1007/s11250-012-0277-z.
- Knox, R. (2016). Artificial insemination in pigs today. *Theriogenology*, (1), 85-83. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26253434/>
- Knox, R. V., Esparza-Harris, K. C., Johnston, M. E., & Webel, S. K. (2017). Effect of numbers of sperm and timing of a single, post-cervical insemination on the fertility of weaned sows treated with OvuGel®. *Theriogenology*, *92*, 197–203. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.01.033
- Larrosa, J. (2019). *Mejoramiento productivo mediante la correcta detección de celo* [Tesis de Grado, Universidad del Salvador]. <https://racimo.usal.edu.ar/8170/1/5000263815-Mejoramiento%20productivo%20mediante%20la%20correcta%20detecci%C3%B3n%20de%20celo.pdf>
- Lefebvre, R. (2015). Fetal mummification in the major domestic species: current perspectives on causes and management. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, *233*. doi: 10.2147/VMRR.S59520

- Leyun, M. (2004). *Comparación de la inseminación clásica frente a la Inseminación post-cervical aplicada con diferentes dosis*.
https://s1dbc118a5bef4e14.jimcontent.com/download/version/1524582733/module/7235449311/name/42_REPRODUCCION.pdf
- Luchetti , C., Renoulin , E., Carou, M., & Lombardo , D. (2016). *Inseminación Artificial en cerdas: ¿Es aplicable la post-cervical en nulíparas?*
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/51673>
- Luongo, C., Garrappa, G., Llamas-López, P. J., Rodríguez-Tobón, E., López-Úbeda, R., Abril-Sánchez, S., & García-Vázquez, F. A. (2020). Effect of boar seminal dose type (cervical compared with post-cervical insemination) on cooling curve, sperm quality and storage time. *Animal Reproduction Science*, 212, 106236. doi: 10.1016/j.anireprosci.2019.106236
- Malavé, T., Alfaro, M., & Hurtado, E. (2008). Efecto del número de partos en cerdas.
<https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/efectodelnumerodepartosencerdas.pdf>
- Martínez, R., Contreras, A. J., Trujillo, M. E., Hernández, E., Mota, D., Orozco, H., . . . L, G. (2015). *La cerda reproductora*. UNAM.
- Martinez, E., & Vásquez, J. (2010). *Nuevas técnicas de inseminación artificial con semen fresco en la especie porcina*. <http://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/nueva>
- Mellado, M., Gaytán, L., Macías-Cruz, U., Avendaño, L., Meza-Herrera, C., Lozano, E. A., Rodríguez, Á., & Mellado, J. (2018). Effect of climate and insemination technique on reproductive performance of gilts and sows in a subtropical zone of Mexico. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 50(1), 27–34. doi: 10.4067/S0719-81322018000100106
- Mellagi, A. P. G., Will, K. J., Quirino, M., Bustamante-Filho, I. C., Ulguim, R. da R., & Bortolozzo, F. P. (2023). Update on artificial insemination: Semen, techniques, and sow fertility. *Molecular Reproduction and Development*, 90(7), 601–611. doi: 10.1002/mrd.23643

- Quirós-Rojas, M., Madrigal-Valverde, M., Camacho- Calvo, M., Valverde, A., Quirós-Rojas, M., Madrigal-Valverde, M., Camacho- Calvo, M., & Valverde, A. (2018). Effect of insemination catheter type and calving order on swine production parameters. *Revista Tecnología En Marcha*, 31(3), 86–97. doi: 10.18845/TM.V31I3.3905
- Quirós, X. (2016). *Evaluación de los métodos de inseminación artificial intracervical e intrauterina, sobre parámetros productivos y reproductivos en cerdas primíparas y multíparas en condiciones tropicales* [Tesis de grado]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9836>
- Rivera, M. (2012). *Inseminación artificial en cerdas* [Tesis de Grado]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2100>
- Rodríguez, G., Rodríguez, B., & Amaló, K. (2012). Costos de producción en explotaciones porcinas de ciclo completo en el Municipio de Mara, estado de Zulia, Venezuela. *Revista Venezolana de Gerencia*, 17(70), 709-729. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29024892008>
- Sbardella, P., Ulguim, R., Fontana, D., Ferrari, C., Bernardi, M., Wentz, I., & Bortolozzo, F. (2014). The Post-Cervical Insemination does not Impair the Reproductive Performance of Primiparous Sows. *Reproduction in Domestic Animals*, 49(1), 59–64. doi: 10.1111/rda.12224
- Soede, N. M., Langendijk, P., & Kemp, B. (2011). Reproductive cycles in pigs. *ScienceDirect*, 251-258. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378432011000650>
- Suárez, A., Mitjana, O., Tejedor, M. T., Bonastre, C., Sistac, J., Ubierno, A., & Falceto, M. V. (2021). Single Fixed-Time Post-Cervical Insemination in Gilts with Buserelin. *Animals*, 1-13. 10.3390/ani11061567
- Suárez-Usbeck, A., Mitjana, O., Tejedor, M. T., Bonastre, C., Moll, D., Coll, J., Ballester, C., & Falceto, M. (2019). Post-cervical compared with cervical insemination in gilts: Reproductive variable assessments. *Animal Reproduction Science*, 211, 106207. doi: 10.1016/j.anireprosci.2019.106207

- Trujillo, M. E., Silva, H. R., & Gutiérrez, O. (2019). *Reproducción del cerdo: una visión práctica*. UNAM.
https://papimes.fmvz.unam.mx/proyectos/reproduccion_cerdo/Reproduccion_Cerdo.pdf
- Will, K. J., Mellagi, A. P. G., Bernardi, M. L., Bortolozzo, F. P., & Ulguim, R. da R. (2021). Perspectives of intrauterine artificial insemination applicability in gilts. *Ciência Rural*, 51(5), e20200612. doi: 10.1590/0103-8478cr20200612
- Yeste, M., Rodríguez-Gil, J. E., & Bonet, S. (2017). Artificial insemination with frozen-thawed boar sperm. *Molecular Reproduction and Development*, 84(9), 802–813. doi: 10.1002/mrd.22840

7 ANEXOS

Anexo 1. Características de los partos de las cerdas con IAC

<i>Unidad experimental</i>	<i>N° de lechones nacidos totales</i>	<i>N° de lechones vivos</i>	<i>N° de lechones muertos</i>	<i>Momificados</i>
1	9	9	0	0
2	12	9	2	1
3	11	6	3	2
4	15	14	1	0
5	15	12	3	0
6	13	13	0	0
7	17	15	0	2
8	11	11	0	0
9	14	13	0	1
10	13	11	2	0
11	11	11	0	0
12	16	13	2	1
13	0	0	0	0
14	15	15	0	1
15	14	13	0	1
16	15	15	0	0
17	15	15	0	0
18	14	14	0	0
19	16	13	2	1
20	0	0	0	0
21	13	10	1	2
22	11	11	0	0
23	14	14	0	0
24	12	12	0	0
25	14	13	1	0
26	17	15	2	0
27	19	16	2	1
28	13	12	1	0
29	11	10	1	0
30	18	17	0	1
31	14	12	0	2
32	14	14	0	0
33	6	6	0	0
34	13	13	0	0
35	16	15	1	0
36	0	0	0	0
37	16	13	2	1
38	13	12	1	0
39	23	22	1	0
40	15	15	0	0
41	20	16	2	2
42	11	11	0	0
43	13	11	0	2
44	12	12	0	0
45	18	13	3	2
46	12	10	0	2
47	18	17	1	0
48	11	10	0	1
49	11	11	0	0
50	13	12	1	0
Totales	657	597	35	25

Anexo 2. Características de los partos de las cerdas con IAPC

<i>Unidad experimental</i>	<i>N° de lechones nacidos totales</i>	<i>N° de lechones vivos</i>	<i>N° de lechones muertos</i>	<i>Momificados</i>
1	23	19	3	1
2	15	15	0	0
3	0	0	0	0
4	14	14	0	0
5	12	12	0	0
6	13	13	0	0
7	14	14	0	0
8	16	16	0	0
9	12	12	0	0
10	13	12	0	1
11	14	13	1	0
12	17	17	0	0
13	16	13	1	2
14	12	11	0	1
15	17	13	3	1
16	15	13	2	0
17	16	14	0	2
18	15	13	1	1
19	18	16	1	1
20	18	16	0	2
21	12	12	0	0
22	13	12	1	0
23	21	19	1	1
24	17	17	0	0
25	8	8	0	0
26	17	17	0	0
27	14	14	0	0
28	16	13	1	2
29	19	16	1	2
30	15	15	0	0
31	10	10	0	0
32	17	16	1	0
33	16	16	0	0
34	16	16	0	0
35	16	14	1	1
36	15	10	2	3
37	16	15	1	0
38	14	14	0	0
39	17	15	0	2
40	16	16	0	0
41	18	17	1	0
42	13	13	0	0
43	16	16	0	0
44	18	16	1	1
45	15	14	1	0
46	18	16	1	1
47	15	14	1	0
48	18	17	0	1
49	21	19	1	1
50	15	15	0	0
Totales	762	708	27	27

Anexo 3. Celaje e inseminación de IAC



Anexo 4. Celaje para inseminación IAPC



Anexo 5. Inseminación IAPC



Anexo 6. Manejo de parto

