

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Virreinato del Neocóquima	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
	Dependencia	Aprobado	Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(39)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Oscar Enaldo Alfonso Gómez		
FACULTAD	Ciencias Agrarias y del Ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Leonardo Andrés Molina Cabrales		
TÍTULO DE LA TESIS	Técnicas empleadas en programas de inseminación artificial en porcinos		
TITULO EN INGLES	Techniques used in artificial insemination programs in pigs		
RESUMEN			
Las técnicas de inseminación artificial en cerdos han evolucionado constantemente, impulsada por la búsqueda de métodos que mejoren la calidad genética, aumenten las tasas de concepción y reduzcan las pérdidas reproductivas Este estudio busco Analizar las técnicas empleadas en programas de inseminación artificial en porcinos. La metodología aplicada tuvo un enfoque de carácter cualitativo a través del método de revisión documental. La inseminación artificial en la reproducción porcina brinda la capacidad de suministrar material genético de alta calidad a las producciones, mejorando tanto la productividad como la capacidad reproductiva.			
RESUMEN EN INGLES			
Artificial insemination techniques in swine have constantly evolved, driven by the search for methods that improve genetic quality, increase conception rates and reduce reproductive losses. This study sought to analyze the techniques used in artificial insemination programs in swine. The methodology applied had a qualitative approach through the documentary review method. Artificial insemination in swine reproduction provides the capacity to supply high quality genetic material to the production, improving both productivity and reproductive capacity.			
PALABRAS CLAVES	Capacidad reproductiva, material genético, reproducción, técnicas de inseminación.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Reproductive capacity, genetic material, reproduction, insemination techniques.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 39	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:

Técnicas empleadas en programas de inseminación artificial en porcinos

Oscar Enaldo Alfonso Gómez

**Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander
Ocaña**

Zootecnia

Esp. Msc en producción animal.

Leonardo Andrés Molina Cabrales

17 Junio del 2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado primeramente a Dios quien fue mi guía y mi fortaleza para poder culminar esta linda etapa universitaria, mis padres José Ulises Alfonso y Ana Mercedes Gómez, quienes que con su apoyo incondicional y amor hicieron que llegara hasta este punto y queriéndome ver como un profesional. A mis hermanos Ángel Matías Alfonso Gómez y Andrea Gissela Alfonso Gómez, por darme esa voz de aliento cuando mas lo necesitaba. A mis profesores, por sus enseñanzas valiosas y enriquecedoras en mi formación académica. Y a todas aquellas personas que de una u otra formas aportaron su granito de arena para que este sueño se hiciese realidad.

Agradecimientos

A Dios por ser mi guía en esta etapa universitaria

Agradecimientos a mis padres y hermanos, por su amor, motivación, confianza y sacrificio para lograr este sueño

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y al programa académico Zootecnia

Al docente Leonardo Andrés Molina Cabrales, por su orientación, paciencia, consejos fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de este trabajo.

Contenido

Introducción	7
Resumen.....	8
Abstract	8
Objetivos	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos.....	9
Justificación	10
Metodología	11
Capítulo 1. Inseminación artificial porcina a nivel mundial y local	13
Capítulo 2. Factores que influyen en la tasa de fecundación en porcinos mediante el uso de inseminación artificia.....	16
Capítulo 3. Técnicas de inseminación artificial en porcinos (convencional, post-cervical y profunda).....	21
Conclusiones	30
Referencias.....	31

Lista de figuras

Figura 1 Análisis de las citas por año de publicación	12
Figura 2 Momento de realizar la inseminación artificial. (Gil, 2020)	20
Figura 3 Inseminación de una cerda. (Cuellar, 2020).....	21
Figura 4 Tipos de catéter para inseminación artificial. (Gil, 2020)	25
Figura 5 Zonas donde realizar la inseminación artificial. (Gil, 2020)	26

Lista de tablas

Tabla 1 Análisis de citas y año de publicación	12
Tabla 2 Características de las técnicas de inseminación artificial SAI, PCAI, DUI.(Gil, 2020)..	24
Tabla 3 Comparación de la aplicación de las técnicas de inseminación artificial Post Cervical y Convencional (Gil, 2020)	29

Introducción

La industria porcina ha adquirido un papel fundamental en la producción global de alimentos, abasteciendo con carne de cerdo a una población en constante crecimiento, y en este contexto, la inseminación artificial ha surgido como una herramienta esencial (Carmen & García 2022). La inseminación artificial en cerdos ha evolucionado constantemente, impulsada por la búsqueda de métodos que mejoren la calidad genética, aumenten las tasas de concepción y reduzcan las pérdidas reproductivas (Cane, et al., 2019). La aplicación de la inseminación artificial nos brinda la capacidad de suministrar material genético de alta calidad a las producciones, mejorando tanto la productividad como la capacidad reproductiva, esta tecnología ha permitido aprovechar al máximo el potencial genético de los reproductores de alto valor y se ha convertido en una herramienta esencial en la prevención y combate de enfermedades en cerdos (Cane, et al, 2019).

No obstante la falta de conocimiento de las diferentes técnicas de IA y su aprovechamiento eficiente, provoca inseguridad en los pequeños y medianos productores, donde consideran que el costo para su implementación es alto, ante lo cual se resisten y prescinden de este servicio para la reproducción en sus granjas, lo que no sucede en los centros de producción intensivo de cerdos donde sí cuentan con una economía estable y personal capacitado para el uso de las de IA (Arteaga & Arteaga 2022).

El presente trabajo de monografía se realiza con el fin de proporcionar las herramientas básicas sobre los diferentes programas de IA en la producción porcina y como a partir de ellas poder generar rentabilidad en nuestros sistemas de producción el cual va dirigido a los productores de granjas porcinas de medianos y grandes productores para permitirles un contexto y utilización más amplia de las técnicas actuales en IA porcina.

Resumen

Las técnicas de inseminación artificial en cerdos han evolucionado constantemente, impulsada por la búsqueda de métodos que mejoren la calidad genética, aumenten las tasas de concepción y reduzcan las pérdidas reproductivas. Este estudio buscó analizar las técnicas empleadas en programas de inseminación artificial en porcinos. La metodología aplicada tuvo un enfoque de carácter cualitativo a través del método de revisión documental. La inseminación artificial en la reproducción porcina brinda la capacidad de suministrar material genético de alta calidad a las producciones, mejorando tanto la productividad como la capacidad reproductiva.

Palabras claves: Capacidad reproductiva, material genético, reproducción, técnicas de inseminación.

Abstract

Artificial insemination techniques in swine have constantly evolved, driven by the search for methods that improve genetic quality, increase conception rates and reduce reproductive losses. This study sought to analyze the techniques used in artificial insemination programs in swine. The methodology applied had a qualitative approach through the documentary review method. Artificial insemination in swine reproduction provides the capacity to supply high quality genetic material to the production, improving both productivity and reproductive capacity.

Keywords: Reproductive capacity, genetic material, reproduction, insemination techniques.

Objetivos

Objetivo general

Analizar las técnicas empleadas en programas de inseminación artificial en porcinos.

Objetivos específicos

- Indagar sobre la importancia de la inseminación artificial porcina a nivel mundial y nacional.
- Identificar los factores que influyen en la tasa de fecundación en porcinos mediante el uso de inseminación artificial.
- Caracterizar las técnicas de inseminación artificial en porcinos (convencional, post-cervical y profunda)..

Justificación

Las metodologías que se emplean en los programas de inseminación artificial en porcicultura ofrecen grandes beneficios, contribuyendo a tener animales con características de mayor rendimiento productivo y resistencia a enfermedades ofreciendo un mayor control en el sanitario (Cedeño & Pinargote 2021).

La inseminación es una técnica que ayuda en la eficiencia reductiva dado que es más efectiva en cuanto al tiempo, los recursos económicos y facilitando que haya mayor intercambio genético, es así que es fundamental para el mejoramiento de la calidad, productividad y rentabilidad de un sistema de producción porcino (Aliaga, 2015).

A través de la ejecución del trabajo bajo la modalidad de monografía se buscara y analizará como está actualmente la inseminación artificial porcina en el mundial y de país (Colombia), los diferentes parámetros de calidad seminal, y con ello el conocimiento previo del lugar de deposición de la dosis seminal, para lo anterior también se debe conocer el momento exacto para realizar la IA, para finalmente relacionar las diferencias entre la inseminación artificial convencional, post-cervical y profunda (Compagnoni & Tittarelli 2019).

Esta información establece el fundamento para futuros avances en la tecnología de IA aplicada a la cría porcina, con el objetivo de aumentar la fertilidad y, como resultado, mejorar tanto el índice de preñez como el tamaño de las camadas, esto conlleva a una mejora significativa en la eficiencia reproductiva y productiva de las producciones comerciales.

Metodología

La investigación tiene un enfoque de carácter cualitativo analizando de manera detallada las técnicas empleadas en programas de inseminación artificial en porcinos, acogiendo estudios de manera subjetiva, dinámica y compuesta por los diversos contextos estudiados, al desarrollarse por este enfoque se permite evaluar y examinar más afondo los temas de interés (Sánchez, 2019).

Para desarrollo de la investigación se aplicó el método de revisión documental que explica las técnicas empleadas en programas de inseminación artificial en porcinos, analizando, ordenando y resumiendo la información encontrada en las diferentes investigaciones de los diferentes autores (Gómez, et al., 2016).

Para la búsqueda de la información se hizo una extensa revisión de las diferentes referencias teniendo en cuenta un rango de tiempo que va desde 2014 al 2023, como se muestra en la tabla 1 y el análisis de la figura 1:

Tabla 1*Análisis de citas y año de publicación*

Año de publicación	Porcentaje	Numero de citas
2014 (2)	5%	2
2015 (3)	7%	3
2016 (4)	9%	4
2017 (5)	12%	5
2018 (2)	5%	2
2019 (6)	14%	6
2020 (5)	12%	5
2021 (7)	16%	7
2022 (7)	16%	7
2023 (2)	5%	2
TOTAL	100%	43

Figura 1*Análisis de las citas por año de publicación*

Capítulo 1. Inseminación artificial porcina a nivel mundial y local

La implementación de inseminación artificial (IA) inició en los países desarrollados donde su reconocimiento llegó a nuestro país permitiendo que este tipo de técnica se realice por los productores locales. En los años 1926 a 1940 en Rusia, Europa, Estados Unidos y Japón establecieron las primeras aportaciones para el desarrollo de este método. Para los años 60 la monta natural empezó a ser sustituida por la inseminación artificial y fue documentada inicialmente por el Reino Unido, ciertos países de Europa y algunos países del mundo (Tittarelli & Williams, 2019).

En los años 80 Europa contaba con más del 50% de hembras reproductoras que aplicaban IA en la producción porcina; en este mismo periodo se crearon los primeros establecimientos de inseminación artificial en donde se recolectaron gran cantidad de cerdos para la producción de semen (Tittarelli & Williams, 2019).

Para los años 90 se adquirieron registros donde la mayoría de los países europeos mostraban que los cerdos predestinados al consumo humano eran obtenidos por la inseminación artificial. Además, se demostró que las cerdas preñadas con este método lograron partos del 80 al 90% y el tamaño de la camada fue de 11-13 lechones. A mediados del año 2000 aumentó el uso de esta técnica admitiendo que países en desarrollo aplicaran la IA a pesar de la deficiencia de los proyectos pecuarios en infraestructura (Tittarelli & Williams, 2019).

En el 2014 se presentaron resultados donde se contaba con el 86% de partos y un promedio de 14 lechones por camada evaluada a una cantidad de 1,3 millones de cerdas; sin embargo, el porcentaje de fertilidad cambia entre países y sistemas productivos debido al manejo que se emplea como el tiempo en que se produce la porción seminal y ejecutar adecuadamente la inseminación (Yeste et al., 2014).

Por otro lado, los resultados más recientes para el año 2021 se demostraron que 90% de las cerdas se les emplea inseminación artificial en Norte América y Unión Europea alcanzó hasta el 98% en países determinados. El uso de la IA trae excelentes ventajas como el mejoramiento netico permitiendo el uso de machos de alta genética, reducir los riesgos sanitarios, menos gasto económico, viabilidad de manejo y un mejor control de la calidad del semen (Manga & David, 2021).

La técnica de inseminación artificial en Colombia según Guillermo Henao, el equipo de investigación en biotecnología animal y el líder del departamento en producción animal UN en la ciudad de Medellín mencionaron que las primeras prácticas de inseminación con semen congelado fueron en los años 1986 y en 1989 basada en un método norteamericano del cual se obtuvieron resultados deficientes (Fernández & Rojas, 2017).

El sector pecuario colombiano ha venido mejorando la tecnología en procesos de estructuración y unificación generando mayor competitividad; asimismo, exigiendo a los productores dedicados la porcicultura implementar mejores técnicas de manejo y herramientas avanzadas para obtener un mayor impacto en la industria, permitiendo que la producción y reproducción sea cada vez más eficiente (Fernández & Rojas, 2017).

El uso de inseminación artificial permite que los productores colombianos tengan una mejor calidad de sus especies, reduce el impacto ambiental, mejor desarrollo sostenible, promueve el empleo de profesionales y técnicos en el sector pecuario. Por medio de esta técnica las granjas han podido aumentar las tasas de concepción, número de camadas, ser parte de mercados internacionales debido al alto valor genético de los animales y su certificación (Impormarkaz, 2023).

Por otra parte, la empresa Contegral menciona que para mejorar el campo colombiano es necesario tener en cuenta varios aspectos al momento de realizar la inseminación artificial siendo la calidad del semen indispensable, además es importante resaltar que este manejo se debe realizar en el tiempo ideal de ciclo reproductivo de la cerda, contar con la respectiva higiene para evitar la presencia de enfermedades, establecer un seguimiento de las cerdas inseminadas y pruebas de gestación (Contegral, 2022).

Capítulo 2. Factores que influyen en la tasa de fecundación en porcinos mediante el uso de inseminación artificial

La hembra porcina es poliestrica que al encontrarse en su zona de confort manifiesta la actividad sexual a lo largo del año, presentando un ciclo estral cada 21 días con un rango de 15 a 28 días, este ciclo estral se divide en cuatro fases, el proestro que es una fase que dura aproximadamente 2 días, donde la cerdas se montan entre sí pero aún no aceptan el macho; el estro que tiene una duración de tres días, mostrándose inflamación en la vulva, secreciones mucosas, inquietud y el reflejo de inmovilidad; el metaestro esta dura ente 6-7 días momento en el que se organiza el cuerpo lúteo y se comienza la producción de progesterona; y el diestro que dura 9 días y si hay fecundación se produce progesterona pero de lo contrario comienza la regresión del cuerpo lúteo, bajando los niveles de progesterona circulante, iniciando la maduración de los folículos y seguido de ello el comienzo del nuevo ciclo (Carvajal, 2021).

La reproducción porcina ha avanzado aplicando técnicas innovadoras como lo es la IA se ha convertido en el instrumento biotecnológico de la reproducción, que al aplicarlo en la producción animal mejora la eficiencia productiva, el desempeño reproductivo y un progreso genético (Compagnoni, et al., 2019).

La IA en los sistemas de producción porcina es la mejor forma de aprovechar el potencial genético de los verracos gracias al efecto multiplicador y de conservación que se tiene sobre el semen, permite implementar programas de cruzamiento y con ello lograr un aumento en el número de lechones producidos a partir de un progenitor de alta calidad (Valverde, et al., 2021).

La tasa de fecundación es el número de cerdas que al ser inseminadas o por monta natural entran a la etapa de gestación, expresado en porcentaje y en los sistemas productivos se intenta conseguir entre un 87% a un 95%. Al implementar un programa de IA en cerdos se deben tener en cuenta ciertos manejos que ayuden a que la fecundación sea exitosa, entre estos aspectos esta la calidad seminal, lugar de deposición del semen y el momento exacto de inseminar pues son pautas que al ser bien manejadas permiten que este programa reproductivo sea ventajoso para la granja (Villegas, 2022).

La calidad seminal es un factor de gran importancia dentro de un sistema productivo, dado que dependiendo de este material saldrán las futura crías y podrá llevarse a cabo un programa de inseminación artificial; es así que debe evaluarse, determinando su fertilidad y la cantidad de dosis que pueden obtenerse del eyaculado para conservar (Pérez, et al., 2015).

Cuando se quiere almacenar material seminal para el uso de la IA, es significativo conocer su calidad a través de los parámetros de aceptación, los cuales determinan si el eyaculado que se obtuvo puede utilizarse con éxito. La valoración del semen puede realizarse por dos métodos, la evaluación macroscópica, que incluye la medición del volumen, el pH, el olor y color; por otra parte, se hace el examen microscópico que evalúa la motilidad, concentración, morfología y la mortalidad espermática (Colenbrander, et al., 2017).

Otras valoraciones adicionales que complementan y categorizan la calidad seminal es el test de resistencia osmótica (ORT), la identificación de gérmenes y la integridad acrosomal (Compagnoni, et al., 2019).

Al hacer la evaluación macroscópica, el volumen del eyaculado en edad reproductiva debe enrase entre 100 -300 ml, estos valores pueden variar según la raza, salud y momento recolección (Vergara, 2014), el pH muestra la acidez o alcalinidad del eyaculado y debe realizarse seguidamente de la extracción; el olor debe ser típico indicando que no presenta anomalías por contaminación o porque el cerdo está enfermo; y el color generalmente es gris claro o blanquecino (Carvajal, 2021).

La valoración microscópica consiste en evidenciar que cantidad de espermatozoides están en movimiento y si este es progresivo, así mismo se observa la concentración que debe estar entre los 500, 000 espermatozoides / mm³ de semen y por último se observa la mortalidad espermática es la cantidad de espermatozoides muertos que se pueden evidenciar en la muestra, al hacer la revisión y si todos los parámetros se encuentran dentro de los rangos es un factor que indica fertilidad de los porcinos (Alcivar, 2023).

Teniendo un semen de buena calidad con características que indiquen alta fertilidad, es una buena vía para la implementación de biotecnologías reproductivas, como lo es el caso de la IA, al realizar esta técnica la deposición del semen según el lugar en el útero varia la concentración (cantidad de espermatozoides que se utilizan por dosis) y la longitud del catéter de inseminación (Gil, 2021).

Actualmente se conocen tres técnicas para la IA en porcinos, la primera es la inseminación artificial convencional (IAC), donde la dosis seminal es depositada en el cuello del útero, en los anillos caudales o el tercio medio del cérvix, variando según el catéter que se utilice (Compagnoni, et al., 2019).

La inseminación artificial post-cervical (IAPC), dado su nombre, se realiza atravesando el cérvix y se coloca la dosis en el cuerpo del útero (Hormaechea, 2016) y la inseminación artificial profunda (IAP), que la dosis se deposita en los cuernos uterinos, en él se favorecen a los espermatozoides a que estén más cerca de la unión útero tubárica, sitio cercano donde se produce la fecundación de los ovocitos (Arisnabarreta & Allende, 2017).

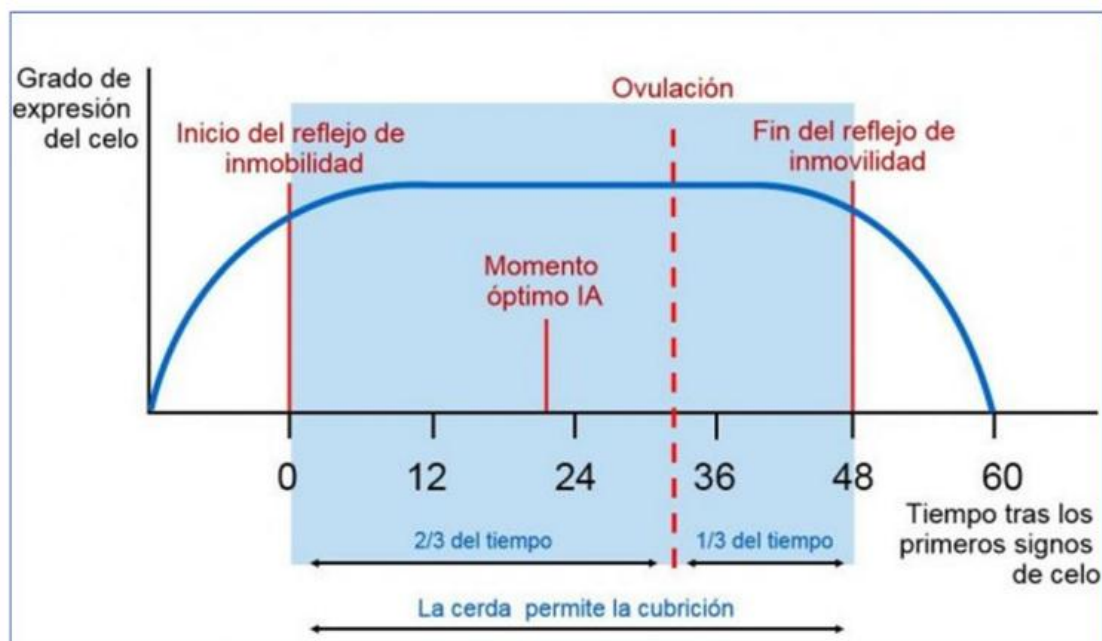
Otros factores que alteran la tasa de fecundación, está demostrado que la detección de celo, así como el momento de la inseminación o monta natural son elementos que hacen que haya unos bajos niveles reproductivos dado que en las granjas porcinas el personal al no hacer una detección de celos correcta, insemina sin verificar si es el momento adecuado (Cuellar, 2021).

La técnica de inseminación y la detección de celo están relacionadas con el manejo que tenga el sistema productivo (sistemas confinados en jaulas individuales o en corrales grupales), cada alojamiento tienes sus dificultades para la detección del celo; en alojamientos grupales, la detección de celos se realiza observado los movimientos de las cerda en el momento que el macho se coloca cerda del corral (Iñiguez, 2022) y para cerdas alojadas en jaula, se lleva el verraco durante 1 a 2 minutos paseándolo frente a las hileras donde se encuentran las cerdas y simultáneamente se hace presión en el cuarto tarsero del cuerpo de la cerda (Knox, 2017).

El momento de realizar la inseminación puede hacerse seguidamente de detectar el celo o horas después de manifestado el celo. Al detectar los celos en las cerdas se debe proceder a contar las horas en las que podrá hacerse la IA y que esta sea exitosa, el procedimiento de inseminación debe realizarse en lo posible lo más cerca a la ovulación, la ovulación se produce después de 30 – 40 horas de aparecidos los primeros celos (Knox, 2017).

Figura 2

Momento de realizar la inseminación artificial



Nota. El transcurso de grado de expresión del celo, pasando por la cubrición de la cerda y el tiempo que tarda cada momento. (Gil, 2020).

Gil, (2020), afirma que si se utiliza una sola dosis por inseminación debe emplearse a las 24 horas de la aparición del reflejo de inmovilidad, es decir cuando se hace la prueba en el cuarto tarsero del cuerpo de la cerda y esta se queda quieta.

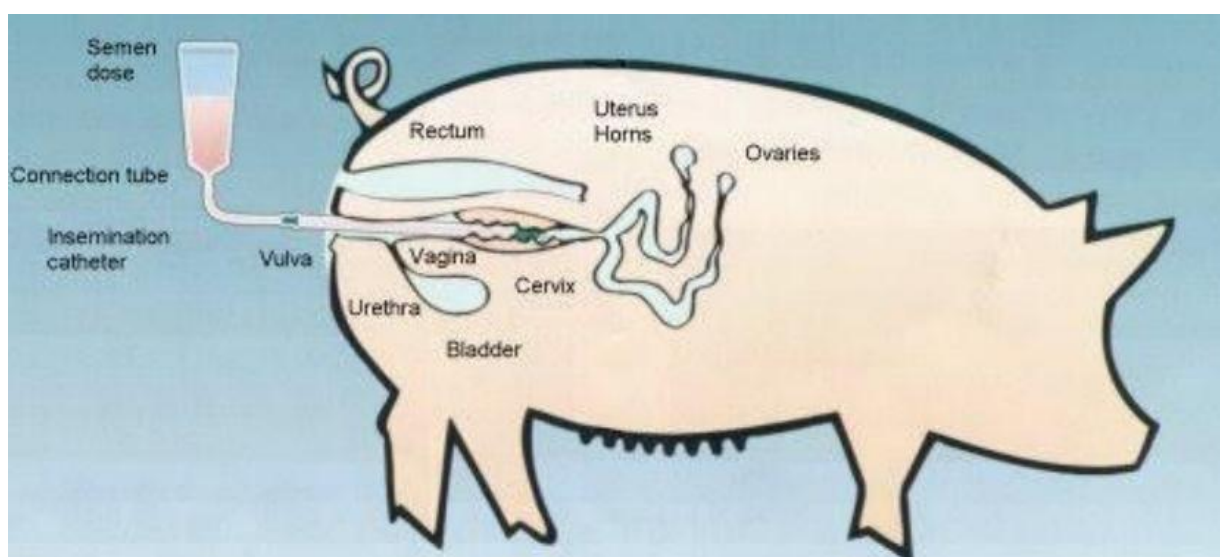
Por otro lado, cuando se utilizan dos aplicaciones por celo, la primera se realiza cuando hayan pasado 12 horas de los primeros signos de inmovilidad y la segunda dosis se aplica a las 24 de aparecidos estas características de celo (Fernández, 2020).

Capítulo 3. Técnicas de inseminación artificial en porcinos (convencional, post-cervical y profunda)

La inseminación artificial es una técnica que ha mejorado la productividad porcina a lo largo de los años, puesto que su aplicación ha aumentado en distintos países, contribuyendo al progreso genético, zootécnico y sanitario (Quirós, et al., 2018). En las prácticas de inseminación existen varias como la inseminación artificial convencional o cervical, esta consiste en detectar el celo para saber el momento indicado de la ovulación y poder inseminar (Cane, et al, 2019).

Figura 3

Inseminación de una cerda



Nota. Procedimientos materiales y órganos que se deben tener en cuenta a la hora de realizar una inseminación artificial en cerdos. (Cuellar, 2020).

Cuando se habla de detección de celo se enfoca en la etología que presenta la cerda como aumentar el nerviosísimo, se montan entre ellas, menor consumo de alimento, lordosis, además presentan cambios fisiológicos como flujo vulvar, tumefacción y cambio de color en la vulva (Pujadas, 2021).

La inseminación artificial cervical es de los métodos más utilizados debido a su fácil manejo y simple aplicación, en este caso, el semen diluido debe presentar un volumen de 70-100 ml con una cantidad de 2.5 a 4 millones de espermatozoides el cual se coloca en el útero a través del cérvix por medio de un catéter con una medida de 54cm (Tittarelli & Williams, 2019).

Por otro lado, una alta concentración de gametos permite retribuir a la deficiencia por reflujo seminal y por la reacción de la inflamación uterina; no obstante, este tipo de catéteres están fabricados para reducir estas pérdidas (Pujadas, 2021).

Realizar una correcta inseminación artificial convencional en cerdas logra una mejor eficiencia productiva, disminuye la presencia de enfermedades y favorece el manejo en el sistema pecuario, es importante realizar una adecuada desinfección en la vulva, el catéter se debe lubricar antes y contar con una inclinación de 45° para la inseminación; además, la cerda se tiene que estimular adecuadamente y que el macho esté presente (Encalada, 2022).

Cabe mencionar, que en las cerdas cuando se encuentran en periodo refractario no se deben inseminar, ya que reduciría la eficiencia en el traslado de espermatozoides y causaría un aumento de reflujo (Encalada, 2022).

Otras de las técnicas de inseminación artificial es la post- cervical que consiste en llevar la dosis seminal hasta el cuerpo del útero, reduciendo la concentración de esperma y permitiendo la fecundación en los dos cuernos uterinos. En esta técnica se utiliza una caula y un catéter guía, la cánula se introduce en el catéter que anteriormente se ha fijado en el cérvix como se hace en la inseminación convencional (Rocha, et al., 2015).

La inseminación post- cervical es una gran alternativa tanto a nivel económico como de tiempo de trabajo, en cuanto a lo económico se reduce el nivel de dosis a utilizarse, bajando drásticamente el número de espermatozoides por inseminación, aprovechándose al verraco de dos a tres veces más dosis en comparación con la inseminación cervical dado que la IACP se manejan $1-1.5 \times 10^9$ espermatozoides /dosis frente a la cervical $2.5-3 \times 10^9$; el tiempo ocupado para la inseminación es menor, la post cervical dura en promedio de 1- 2 minutos, y su absorción dura unos 25 segundos, tiempo que se están ahorrando los operarios o la persona encargada de este oficio. La aplicación de esta técnica es recomendada para cerdas multíparas ya que su tracto genital reproductivo se encuentra dilatado y ensanchado (Hormaechea, et al., 2016).

Tabla 2

Características de las técnicas de inseminación artificial SAI, PCAI, DUI.

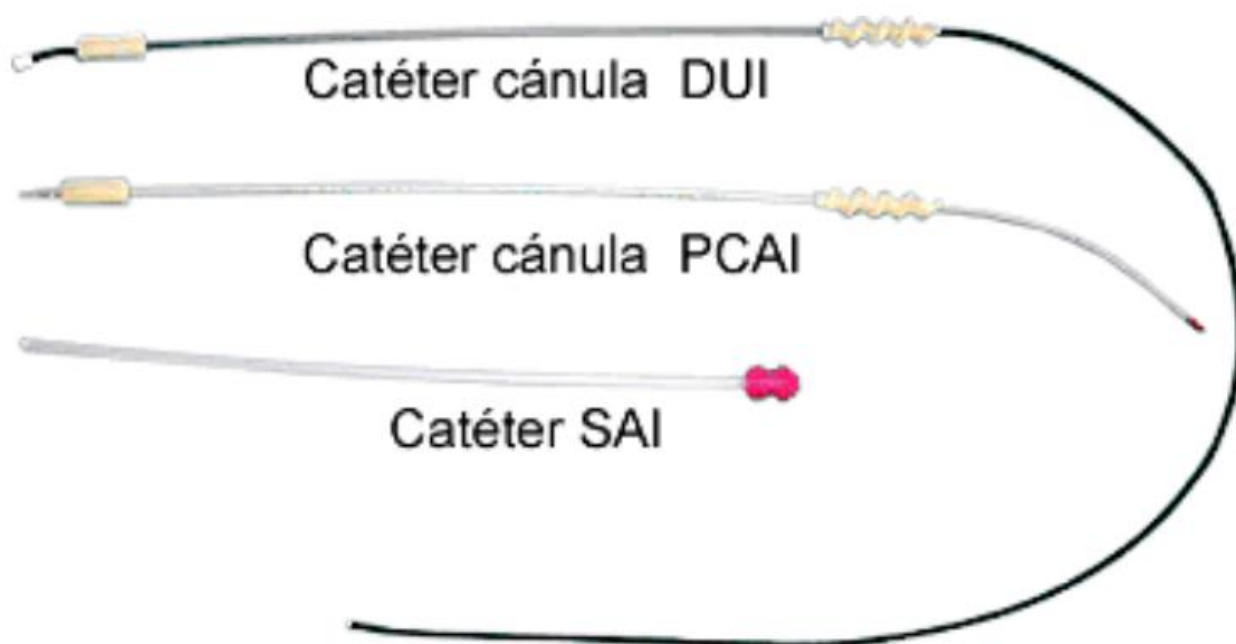
CARACTERÍSTICAS	SAI	PCAI	DUI
Longitud aproximada del catéter/cánula/ cánula. (cm).	54	73	148
Reducción del volumen de la dosis.	no	si	si
Reducción N° espermatozoides.	no	si	si
Volumen dosis recomendado. (ml).	90	30	5
No espermatozoides normalmente usados (millones).	3000	1000	150
N° mínimo de espermatozoide recomendados (millones).	1500	500	150
Más dosis por eyaculado.	no	si	si
Menor número de verracos.	no	si	si
Reducción coste instalación y mantenimiento de verracos.	no	si	si
Mayor uniformidad de cerdos a matadero.	no	si	si
Mayor utilización de verracos genéticamente superiores.	no	si	si
Mejor índice de transformación.	no	si	si
Mejor velocidad de crecimiento.	no	si	si
Menor coste Kg carne	no	si	si
Reducción tiempo de inseminación.	no	si	no
Facilidad de utilización en rutina de trabajo.	si	si	no
Utilización en todo tipo de cerdas.	si	no	no
Utilización en cerdas destetadas.	si	si	si
Utilización en nuliparas poco desarrolladas (1er y 2º celo).	si	no	no
Utilización en nuliparas bien desarrolladas (3er y 4º celo).	si	si	si
Disponibilidad de semen para fecundación en ambos cuernos.	si	si	no
Fecundación bilateral.	si	si	¿?
Óptimos parámetros reproductivos	si	si	no
Mayor rentabilidad semen congelado	no	si	si
Uso con semen sexado	no	¿?	si

Nota. Características de los métodos de inseminación artificial, teniendo en cuenta la Inseminación Cervical o Standard (SAI), Inseminación Post Cervical (PCAI) e Inseminación Intrauterina Profunda (DUI). (Gil, 2020).

Para la implementación de este método se utilizan catéteres o sondas, que dependiendo la experiencia y el gusto se utiliza uno u otro (Grafico 1), el catéter tipo espiral, tiene buena capacidad para ubicarse en el cérvix, el tipo esponja, es de fácil colocación y adaptación, pero en esta se puede presentar contaminación debido a que la cánula está expuesta y el tipo multianillos, sonda que permite que haya más higiene en la cánula y tiene mayor capacidad de penetración del cérvix (Cáceres, et al., 2022).

Figura 4

Tipos de catéter para inseminación artificial



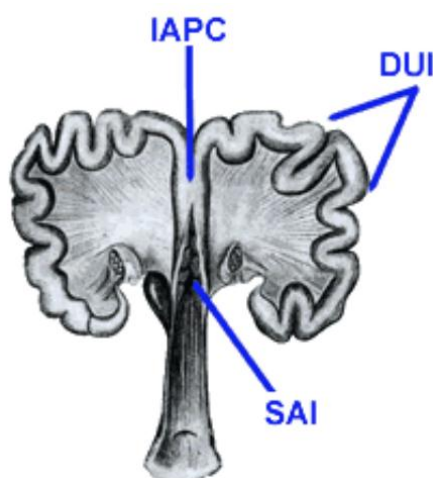
Nota. Modelo un tipo de catéter para Inseminación Cervical, un conjunto catéter cánula para Inseminación Post Cervical y otro para Inseminación Intrauterina Profunda. (Gil, 2020).

Diversos autores en sus investigaciones han llegado a ciertas conclusiones con el uso de IACP, destacando que es positivo implementar esta técnica en los sistemas productivos, Según Vanegas, et al., (2017) nos dice que al llevar a cabo la inseminación post cervical, se obtienen mejores resultados en los parámetros reproductivos.

Hoyos (2016) y Maldonado, (2018), afirman que IACP aumenta el porcentaje de parición o número de nacidos vivos, mejorando la rentabilidad del sistema. Los costos al hacer uso de esta técnica se reducen debido que el volumen y cantidad de espermatozoides del semen diluido para inseminación post cervical es menor aumentando el número de dosis derivadas por eyaculado y aumenta el número de cerdas inseminadas; García, (2020) explica que tiempo de trabajo y mano de obra es más factible dado no se requiere de mucho para su realización y que una persona lo puede realizar con facilidad.

Figura 5

Zonas donde realizar la inseminación artificial



Nota. Esquema de las zonas de deposición de inseminación cervical (SAI), Post Cervical (PCAI) e Intrauterina Profunda (DUI). (Gil, 2020).

Al realizar diversas investigaciones y con el fin de disminuir aún más el número de espermatozoides se desarrolló la inseminación artificial profunda (IAP), en el que su objetivo es depositar el espermatozoide en uno de los cuernos, lo más cerca posible de la unión útero tubárica (Aliaga, 2015).

Esta técnica fue diseñada para sexar haciendo que los valores de viabilidad y fertilidad sean mayores que los del semen fresco, incrementando el porcentaje de preñez. Se usan dosis de 50 – 200 millones de espermatozoides de semen y 70 a 140 millones de espermatozoides (Compagnoni, et al., 2019).

Utilizando IAP, ha resultado bajar el número de gérmenes en 3×10^9 espermatozoides por cantidades hasta 5×10^7 sin perturbar la producción ni la prolificidad (López, 2020). Este método permite que los espermatozoides se muevan más rápido al sitio donde van a ser fecundados eliminando los inconvenientes que se encuentren durante este recorrido, estando el semen acumulado de condición directa en el cuerno uterino (cerca de la unión útero tubárica), se evitan las pérdidas por reflujo (Cedeño & Pinargote, 2021).

Otra de las ventajas de este sistema es reducir la aglutinación del semen y aumento de la prolificidad, estos resultados se han dado en el campo experimental dado que el espermatozoide va directamente a la unión útero-tubárica (Manga & David, 2021).

Esta técnica en programación de selección genética es recomendable usar el semen congelado (Falceto, et al., 2021). La aplicación en este método de inseminación tendrá una sonda de mayor medida cerca de 148cm, contribuyendo a que el semen se deposite en uno de los cuernos uterinos; no obstante, los catéteres que se implementan son semejantes a los mencionados anteriormente como la esponja, espiral y multianillas (García, 2020).

Por otro lado, cuando se habla del peso al nacer se observaron estadísticas significativas de diferencia entre los tipos de inseminación.

Estos resultados demuestran que la IA intrauterina aporta un buen rendimiento en kilogramos de los lechones, en comparación con la técnica de la inseminación artificial cervical (Cedeño & Pinargote, 2021).

En varios países se han realizado estudios sobre las técnicas de I.A. Post Cervical y I.A. Convencional con el fin de definir tasa partos, nacidos totales, nacidos vivos y el número de espermatozoides utilizados, como se evidencia en la Tabla 3

Tabla 3

Comparación de la aplicación de las técnicas de inseminación artificial Post Cervical y Convencional

Granja	LA. Post Cervical						LA. Convencional					
	Millones esps	Cerdas	Partos	Tasa partos	Nac. totales	Nac. vivos	Millones esps	Cerdas	Partos	Tasa partos	Nac. totales	Nac. vivos
Tai. 1	1750	80	69	86,25	10,36	9,87	3500	80	64	80	10,19	9,69
Tai. 2	1500	50	44	88	11,3	9,91	5000	50	48	96	10,71	9,85
Tai. 3	1500	49	46	93,88	9,04	8,83	5000	48	45	93,75	9,91	9,2
Exp. Mur 1	1500	130	112	86,15	10,34	9,4	3000	110	86	78,18	10,79	9,84
Exp. Cat	1500	50	47	94	13,02	11,6	3000	51	50	98,04	13,32	12,34
Exp. CL 1	1500	30	22	73,33	12,82	11,59	3000	31	27	87,1	12,81	11,48
Fran.	1500	665	611	91,88	13,49	12,37	3000	683	620	90,78	13,74	12,57
Hun. 1	1250	455	316	69,45	9,96	9,55	3000	508	344	67,72	10,18	9,77
Exp. CL 1	1000	184	158	85,87	12,14	10,48	3000	163	141	86,5	12,74	10,98
Mex. 2	1000	76	58	76,32	11,02	10,81	3000	76	63	82,89	10,48	10,24
Exp. CL 2	1000	202	172	85,15	13,29	11,81	3000	165	152	92,12	12,6	11,35
Exp. CL 3	1000	69	54	78,26	12,5	11,19	3000	90	66	73,33	12,47	11,27
Exp. CL 4	1000	118	101	85,59	11,29	10,52	3000	212	185	87,26	11,76	10,56
Exp. CL 5	1000	298	260	87,25	12,84	11,31	3000	298	271	90,94	13,12	11,62
Exp. Ara 1	1000	661	516	78,06	11,33	10,78	3000	755	610	80,79	11,6	10,92
Exp. Ara 2	1000	64	48	75	10,98	10,4	3000	111	69	62,16	11,33	10,51
Exp. Ara 3	1000	127	109	85,83	10,57	9,95	3000	378	322	85,19	10,3	9,66
Exp. Ara 4	1000	45	38	84,44	11,82	10,61	3000	43	39	90,7	11,05	9,44
Exp. Ara 5	1000	170	157	92,35	13,5	11,7	3000	336	266	79,17	12,7	11,3
Exp. Mur 2	1000	50	44	88	12,64	11,3	3000	55	46	83,64	12,91	11,46
Exp. Mur 3	1000	43	38	88,37	12,32	11,84	3000	50	45	90	12,56	12,04
Exp. Mur 4	1000	50	34	68	11,47	10,65	3000	48	37	77,08	11,11	10,22
Exp. Cat 2	1000	514	413	80,35	13,17	9,55	3000	303	243	80,2	12,33	9,43
Ita. 1	1000	54	45	83,33	11,98	10,53	3000	75	69	92,86	12,01	10,48
Exp. CL 1	750	14	13	92,86	11,85	10,69	3000	14	11	78,57	13,55	11,64
EEUU 1 *	680	121	105	86,78	11,05	10,1	3000	121	94	77,69	11,14	9,89
Exp. Cat	500	23	20	86,96	14,05	12,65	3000	22	18	81,82	14,39	12,94
Exp. CL 1	500	31	25	80,65	11,04	9,64	3000	31	26	83,87	12,85	11,9
TOTAL		4423	3675	83,09	11,64	10,38		4907	4057	82,69	11,6	10,51
Lechones por 100 LA.					967,5	862,7					959,1	868,8

Nota. Resultados de la aplicación de las técnicas de inseminación artificial Post Cervical y Convencional en países como España, México, Francia, Estados Unidos y Tailandia en cuanto a parámetros de tasa partos, nacidos totales, nacidos vivos y el número de espermatozoides utilizados. (Gil, 2020)

Conclusiones

Es Al indagar sobre la importancia de la inseminación artificial porcina a nivel mundial y nacional esta práctica mejora la productividad y reproducción de la especie porcina, siendo cada vez más eficientes y obteniendo un mayor impacto el sector pecuario.

Identificando cada uno de los factores que influyen en la tasa de fecundación como lo es la calidad seminal, lugar de deposición del semen y el momento exacto de inseminación permite llevar un buen manejo y tener una rentabilidad en la producción porcina.

Caracterizando cada una de las técnicas inseminación artificial en porcinos como la convencional o también llamada cervical, post-cervical y profunda y al ser implementadas en la reproducción porcina, mejoran la productividad de la granja.

Referencias

- Alcivar, O. E. (2023). Evaluación andrológica en cerdos reproductores destinados a la producción de semen en la granja López Suarez Parroquia Guare (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023). [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14808/PI-UTBFACIAGVETERINARIAREDISC%
c3%91ADA000031.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14808/PI-UTBFACIAGVETERINARIAREDISC%c3%91ADA000031.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aliaga Lazo, D. R. (2015). Evaluación reproductiva de cerdas inseminadas con semen fresco por los métodos cervical y post cervical en la granja Gold Pig SAC– Arequipa. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3371/Aliaga%20Lazo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arisnabarreta, E., & Allende, R. (2017). Manual de inseminación artificial en porcinos. Argentina. Recuperado de [www. ciavt. com. ar/.../MANUAL-DEINSEMINACION-ARTIFICIAL-EN-PORCINOS](http://www.ciavt.com.ar/.../MANUAL-DEINSEMINACION-ARTIFICIAL-EN-PORCINOS).
<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Manual%20de%20inseminacion%20artificial%20en%20porcinos.pdf>
- Arteaga, M. A. C., Zambrano, J. J., & Arteaga, N. P. C. (2022). El uso del áloe vera y la glucosa como elementos protectores para la conservación del semen porcino. Polo del Conocimiento, 7(11), 1940-1956.
<https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/4968/12034>
- Cáceres, N. A., Méndez N. M., & Villegas, M. J. (2022). Evaluación bibliográfica de las técnicas de: inseminación artificial cervical comparada con la inseminación artificial post cervical en cerdas. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/28964/1/13101781.pdf>

- Cane, F., Pereira, N., Cane, V., Marini, P., & Teijeiro, J. M. (2019). Mejoramiento del porcentaje de parición mediante el uso de inseminación artificial en cerdas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(3), 583-594. Obtenido de <https://scielo.org.mx/pdf/rmcp/v10n3/2448-6698-rmcp-10-03-583-es.pdf>
- Carmen Carrillo, J. L., & García Vílchez, S. J. (2022). Análisis del presente y futuro de la inseminación artificial en cerdos en el departamento de Piura. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/4147>
- Carvajal Marín, S. (2021). Manual de procedimientos de inseminación para mejoramiento de índices reproductivos en granja porcícola-Avícola Marcano Agropecuaria, Republica Dominicana. <https://repository.ucc.edu.co/items/f5276c95-abd5-4c74-9bea-f8a135487dc5>
- Cedeño, C. A., & Pinargote, K. I. (2021). Evaluación de dos técnicas de inseminación artificial (Intrauterina y cervical) en cerdas reproductoras del hato porcino ESPAM MFL (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAMMFL). <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1607/1/TTMV24D.pdf>
- Colenbrander B, Feitsma H, Grooten HJ. (2017). Optimizing semen production for artificial insemination in swine. *J Reprod Fertil Suppl.* 1993;48:207-15. PMID: 8145205. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8145205/#:~:text=The%20best%20approach%20to%20prevent,or%20even%20reduce%20their%20number>
- Compagnoni, M. V., Tittarelli, C. M. & Williams, S., R., (2019). Inseminación artificial en la especie porcina: dosis inseminante en relación con el lugar de deposición. *Analecta Veterinaria*, 39. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/25/25743007/html/>

Contegral, (2022). Inseminación artificial en cerdas. Obtenido de

<https://www.contegral.co/noticias/inseminacion-artificialencerdas#:~:text=La%20inseminaci%C3%B3n%20artificial%20en%20cerdas%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20eficaz%20y,buen%20desarrollo%20del%20campo%20colombiano>

Cuellar, J. (2020). Inseminación artificial porcina: reproducción eficiente.

<https://www.veterinariadigital.com/articulos/inseminacion-artificial-porcinareproduccion-eficiente/>

Compagnoni, M. V., & Tittarelli, C. M. (2019). Inseminación artificial en la especie porcina:

dosis inseminante en relación con el lugar de deposición. *Analecta Veterinaria*, 39.

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/98496>

Encalada, I. J. (2022). Evaluación de dos técnicas de inseminación en cerdas multiparas de la granja porcigran recinto el achote provincia del guayas. (Tesis posgrado).

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ENCALADA%20VERA%20IVO%20JARDEL.pdf>

Falceto, M., Mitjana, O. y Suárez, A. (2021). Situación actual de la inseminación.

http://academiadeporcinomsdanimalhealth.com/Repropig10/assets/resources/10_Inseminacion.pdf

- Fernández Roldán, I. R., & Rojas Cetina, M. A. (2017). Evaluación de un programa de mejoramiento genético porcícola de inseminación artificial post cervical versus monta natural en la granja del Instituto Técnico Agropecuario Antonio Nariño en el municipio de Sácama. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/11826/51651387.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, R. E. (2020). Evaluación de la eficiencia reproductiva en cerdas, realizando Inseminación artificial y monta directa (Bachelor's thesis, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias). <https://repositorio.uho.edu.cu/handle/uho/8565>
- García, X. A. (2020). Comparación de la inseminación artificial cervical, pos cervical e intrauterino profunda en cerdos: Revisión de Literatura. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e8f2869e-9fb1-4ccc-89a7-25637969d27a/content>
- Gómez, D., T., Carranza, Y. & Ramos, C., A. (2016). Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. <https://www.redalyc.org/journal/5717/571763480010/html/>
- Gil, J. (2020). Consejos para la detección del celo. https://www.3tres3.com/latam/articulos/consejos-para-la-deteccion-delcelo_12332/
- Gil, J. (2021). Características de las dosis de semen: volumen, concentración y conservación. 3tres3. https://www.3tres3.com/latam/articulos/caracteristicasde-las-dosis-de-semen-del-verraco_12535/

Hormaechea, S. G. (2016). Inseminación artificial post cervical en cerdas.

<https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/6fd28a72-553b4029-8aa8-731a4c9ed44a/content>

López, P. J. (2020). Optimization of post-cervical insemination in gilts and development of a new method of deep intra-cervical insemination based on the study of the reproductive system. Proyecto de investigación: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/99877>

Hormaechea, S., Giordano, A., Fernández, M & Cabodevila, J. (2016). Inseminación artificial post cervical en cerdas.

<https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/6fd28a72-553b4029-8aa8-731a4c9ed44a/content>

Hoyos Mesa, M. (2016). Inseminación tradicional vs pos cervical en cerdas de alto valor genético (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).

http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1499/1/Inseminacion_tradicional_vs_poscervical.pdf.pdf

Impormarkaz, (2023). Inseminación artificial en porcinos: una revolución en la producción porcina colombiana. Obtenido de

<https://www.impormarkaz.com/blog/post/inseminacion-artificial-enporcinos-una-revolucion-en-la-produccion-porcina-colombiana.html>

Iñiguez, F. (2022). Las claves de la técnica de inseminación artificial para una producción lechera eficaz. <https://www.ganaderia.com/destacado/las-clavesde-la-tecnica-de-inseminacion-artificial-para-una-produccion-lechera-eficaz>

Knox, R. (2017). Consejos prácticos para inducir el celo en nulíparas y cerdas.

https://www.3tres3.com/latam/articulos/consejos-practicos-para-inducir-elcelo-en-nuliparas-y-cerdas_11946/

Maldonado Nájera, J. R. (2018). Comparación del número de lechones nacidos vivos en cerdas primerizas f1 línea Newsham, utilizando dos métodos de inseminación artificial, cervical y post-cervical (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/10252/1/Tesis%20Med%20Vet%20Rodrigo%20Maldonado.pdf>

Manga, D., & David, G. (2021). Implementación de un protocolo de inseminación artificial en cerdas en la granja experimental Villa Marina-Norte de Santander.

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/6220/1/Duran_2020_TG.pdf

Pérez, Y. A., Puente, H. F., Pardo, R. R., Quirino, C. R., & Torres, I. M. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial.

REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 16(7), 1-7.

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63641400005.pdf>

Pujadas, J. (2021). Ganado porcino: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) vs inseminación artificial convencional (IA). Obtenido de

<https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/0c6cd4c6-0784-49d3-b1bb-dab8c189396a/content>

- Quirós-Rojas, Mariela, Madrigal-Valverde, Mónica, Madrigal - Calvo, Marlen, & Valverde, Anthony. (2018). Efecto del catéter de inseminación y el orden de parto sobre parámetros de producción en ganado porcino. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(3), 86-97. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037939822018000300086
- Rocha, G., Castañeda, J. & Valencia, J. J. (2015). Factores que afectan la producción de dosis de semen en centros de inseminación artificial porcina. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83790304.pdf>
- Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. doi: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Solís, D. (2019). Enfoque cualitativo de la investigación. *Investigaliacr*. Recuperado 13 de diciembre de 2022, de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-deinvestigacion>
- Tittarelli, C.M & Williams, S. (2019). Inseminación Artificial en la especie porcina: dosis inseminante en relación al lugar de deposición. *Analecta*. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/25/25743007/html/>
- Valverde, A., Barquero, V., & Carvajal, V., (2021). Biotecnología aplicada al estudio de la movilidad del semen porcino. *Agronomía Mesoamericana*, 662- 680. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7922502.pdf>

- Vanegas, A., Ramírez, C., Salazar, J. & Rincón, J. (2017). Efecto de la inseminación artificial post cervical sobre algunos parámetros reproductivos en la porcicola Villa Melissa (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias de la Salud. Medicina Veterinaria y Zootecnia).
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/dba722d6-a048-43c9-9b26-5ec796dd6eac/content>
- Vergara, C. R. (2014). Factores que influyen en la calidad y principales características seminales del verraco. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/1562>
- Villegas, G., J. (2022). Evaluación de la calidad seminal de cerdos criollos *Sus scrofa domesticus* de la comuna Colonche de la zona rural de la provincia de Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022).
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8792/1/UPSE-TIA-2022- 0069.pdf>
- Yeste M, Estrada E, Pinart E, Bonet S, Miró J, RodríguezGil JE. (2014). The improving effect of reduced glutathione on boar sperm cryotolerance is related with the intrinsic ejaculate freezability. Cryobiology.obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24530509/>