

Comparación de la inseminación artificial cervical, pos cervical e intrauterina profunda en cerdos: Revisión de Literatura

Xavier Alejandro García Vásquez

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Comparación de la inseminación artificial cervical, pos cervical e intrauterina profunda en cerdos: Revisión de Literatura

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Xavier Alejandro García Vásquez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Comparación de la inseminación artificial cervical, pos cervical e intrauterina profunda en cerdos: Revisión de Literatura

Presentado por:

Xavier Alejandro García Vásquez

Aprobado:



Rogel Castillo, M.Sc.
Asesor Principal



Rogel Castillo, M.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria



[John Hincapié \(Nov 17, 2020 10:41 CST\)](#)

John Jairo Hincapié, D.Sc.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico

Comparación de la inseminación artificial cervical, pos cervical e intrauterina profunda en cerdos: Revisión de Literatura

Xavier Alejandro García Vásquez

Resumen. La inseminación artificial juega un papel muy importante en la reproducción animal en especial en la especie porcina, mejorando de una manera significativa de la piara con manejos sanitarios, reproductivos y disminuyendo los costos. El trabajo se hizo con el fin de analizar las diferencias de cada tipo de inseminación artificial dependiendo del sitio de deposición del semen como: inseminación artificial cervical (IAC), inseminación artificial pos cervical (IAPC) e inseminación artificial intrauterina profunda (IAIUP). También se discutió acerca del manejo y recolección del semen para el uso posterior en la inseminación. Durante el desarrollo del trabajo se encontró una mejora en el uso de la inseminación artificial pos cervical (IAPC) en comparación a los diferentes tipos de técnicas según su sitio de deposición ya mencionado.

Palabras clave: Especie porcina, manejo de semen, recolección de semen, sitio de deposición, tamaño de camada.

Abstract. Artificial insemination plays a very important role in animal reproduction, especially in swine species, significantly improving the herd with health and reproductive management and reducing costs. The work was done in order to analyze the differences of each type of artificial insemination depending on the semen deposition site such as: cervical artificial insemination (IAC), post cervical artificial insemination (IAPC) and deep intrauterine artificial insemination (IAIUP). The handling and collection of semen for later use in insemination was also discussed. During the development of the work, an improvement was found in the use of post cervical artificial insemination (IAPC) in comparison to the different types of techniques according to the aforementioned deposition site.

Key words: Deposition site, litter size, semen collection, semen handling, swine species.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros y Figuras	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CAPÍTULO 1.....	3
3. CAPÍTULO 2.....	7
4. CAPÍTULO 3.....	9
5. CAPÍTULO 4.....	11
6. CONCLUSIONES.....	18
7. RECOMENDACIONES.....	19
8. LITERATURA CITADA	20

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Valores de referencia para semen fresco.....	6
2. Características de inseminación artificial cervical (IAC), inseminación artificial pos-cervical (IAPC) e inseminación artificial intrauterina profunda (IAIUP).....	9
3. Secuencia de inseminación de acuerdo con el número de detección de celo.....	10

Figuras	Página
1. Ejemplos de anomalías espermáticas de cabeza	5
2. Ejemplos de anomalías de la pieza intermedia.....	5
3. Ejemplos de anomalías de la cola	5
4. Ejemplos de anomalías de gota citoplasmática	6
5. Ciclo estral de la cerda	8
6. Momento de realizar inseminación artificial de acuerdo con el celo	10
7. Sitio de deposición del semen en inseminación artificial cervical.....	11
8. Tipos de catéteres en inseminación artificial cervical en el mercado	12
9. Sitio de deposición del semen en inseminación artificial cervical.....	13
10. Tipo de catéteres o sondas en inseminación artificial pos cervical.....	15
11. Sitio de deposición del semen en inseminación artificial intrauterina	16
12. Tamaño de catéter en la IAIUP	17

1. INTRODUCCIÓN

La carne de cerdos posee propiedades alimenticias de mucha importancia es una potente fuente de ingreso para los países productores de la misma. Las exportaciones realizadas para carne porcina aumentaron, esto se debe a la responsabilidad social que tiene cada empresa con la seguridad alimentaria. Se estimó que para el 2018 incrementaría 0.6%, el crecimiento marginal comparado al año anterior (FAO 2019).

Las carnes son reconocidas como excelentes fuentes de aminoácidos esenciales, vitaminas del grupo B y minerales (Hierro y Zinc). Sin embargo, se debe tener extremo cuidado con el consumo excesivo de lípidos dietarios, pues se ha relacionado con enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes (Ulbricht y Southgate 1991).

Actualmente, se están realizando investigaciones en como producir carne porcina de forma rentable mejorando sus características nutritivas y sanas. Los sectores de producción animal trabajan de la mano con el sector de salud para cumplir con las demandas del mercado en cuanto a nutrición y calidad de la carne. Los lípidos que se presentan en la carne se destinan para la industria alimentaria para producción de embutidos o hamburguesas (Cuyana 2009).

La inseminación artificial (IA) es una herramienta de mucha ayuda para el mejoramiento animal, dicha estrategia logra potenciar al verraco ya que de una sola eyaculación se pueden obtener diferentes números de dosis y este número depende del volumen designado y concentración de espermatozoides por dosis. Cabe mencionar que la dosificación, a su vez, dependerá del tipo de práctica que se quiera realizar dentro de las cuales existen tres, y son: inseminación cervical o standard (IAC), inseminación pos-cervical (IAPC) e inseminación intrauterina profunda (IAIUP) (Luchetti *et al.* 2016).

La IAC es un procedimiento muy parecido al natural, es decir, que el verraco monte a la hembra a excepción que en la IAC se cuenta con mano de obra para introducir el semen en cérvix y reducir el tiempo de la monta. Mediante este método únicamente se pueden inseminar un número limitado de cerdas. Por otro lado, se encuentra la IAPC, que es una técnica que se está implementando en mayor medida dentro de las granjas porcinas. Esta técnica consiste en que el semen se deposita pos-cervicalmente. Con la introducción del semen atravesando el cérvix se puede disminuir el volumen de semen utilizado en la IAC. Además, se puede disminuir la cantidad mínima de espermatozoides presentes en la dosis y una mayor eficiencia que practicando la inseminación artificial cervical. Ambas reducciones colaboran en la disminución de costos ya que, mediante el menor volumen de semen y tasa de espermatozoides mínima, se pueden inseminar más cerdas. Cabe mencionar que esta reducción de espermatozoides y volumen de semen no presentan una disminución en el tamaño de la camada ni la tasa de parto de cada cerda (Belstra 2002).

Otro factor importante que se debe considerar son los partos que ha tenido la cerda que se va a inseminar. Existen dos términos que definen una cerda y su número de partos: cerda múltipara o cerda nulípara. Una cerda múltipara es aquella que ha tenido más de un parto. Por otro lado, las cerdas nulíparas (chanchillas o primerizas) son aquellas que no han parido ninguna vez. El número de partos influye en el procedimiento o técnica de inseminación artificial que se desea usar. Una

de las ventajas de la IA es que permite, al productor, seleccionar el macho reproductor con las características destacadas. Además, se mantiene una buena higiene ya que el macho no monta la hembra. Al hacer esta práctica se evita la contaminación tanto del sistema reproductor masculino como el femenino (König 1979).

Se presenta una diferencia dentro de la fisiología del sistema reproductor de las cerdas, dependiendo si es primeriza o multípara. Esta diferencia es la longitud de los cuernos uterinos, las cerdas multíparas poseen cuernos uterinos de mayor largo y flexibilidad en comparación a las cerdas nulíparas, debido a esto se recomienda realizar IAC e IAPC. Las cerdas nulíparas presentan un mayor número de celos pos-inseminación, menor tasa de prolificidad y menor fecundidad o menos partos (Kirkwood 2016).

Esta técnica de IA únicamente se puede realizar mediante la recolección del semen del verraco que posee las características requeridas para sus crías. Para ejecutar esta técnica es importante considerar previamente algunos factores previos, durante y posterior, dentro de una granja para realizar la colecta del semen de la mejor manera, y son: área de colección, material para colección del semen, preparación del verraco, obtención del semen y fracciones del eyaculado. El área para recolectar el semen también es conocido como potro y la función de este es soportar el peso del macho cuando monte y facilitar la sujeción del pene al practicante (Carmona 2004). Además, se pueden usar bolsas plásticas o vasos de vidrio (para precipitado) pero estos deben ser esterilizados previo a la recolección.

Es de vital importancia mantener la temperatura de los medios de colección entre (33-37 °C), ya que de no cumplirse dicha temperatura no se podrán obtener espermatozoides viables o el número sería reducido por el choque térmico. Así mismo, la diferencia de temperatura entre el eyaculado y el medio de recolección no debe ser superior a 2 °C, y en caso de ocurrir esta diferencia no se debe dejar el semen en el recipiente por más de 15 minutos antes de hacer la dilución (Torrentes *et al.* 2013).

Al hablar de la preparación del macho se enfoca en retirar los vellos del prepucio de mayor longitud que pueden contaminar el semen. También se debe realizar un masaje en la punta del pene como medio de estimulación. En este paso se busca hacer que el verraco monte el potro y esta acción se facilita al introducir un pañuelo con orina de cerdas en celo al área de colección (Hazel 2005). Cabe mencionar que no se debe recolectar toda la eyaculación. Cada eyaculación se divide en tres fases: pre-espermática, espermática y la pos-espermática. Se trabajará con la fracción espermática debido a la cantidad de espermatozoides presentes y la viabilidad de estos (Córdova *et al.* 2015).

Investigaciones previas han probado estas técnicas de inseminación artificial. No se presentó diferencia alguna en el número de lechones vivos y muertos, porcentaje de parición y preñez, ni en el número de lechones por parto (Chávez y Fortín 2019). Es importante destacar que a investigación realizada fue con semen congelado, no se incluyó la raza Duroc y se siguió el procedimiento para descongelar semen de “Swine Genetics International”.

2. CAPÍTULO 1

Manejo del semen

La técnica de inseminación artificial se basa en obtener los mejores caracteres posibles del macho que se va a realizar la recolección de semen. Es por esto que la recolección de semen va a jugar un papel fundamental para la obtención de los mejores resultados, como lo son la sanidad en las hembras servidas o la prolificidad en las mismas. Según Martín (1982) menciona que en la recolección del semen depende de su calidad ya que en la monta natural solo se afectaría a una hembra mientras que por inseminación artificial se podría afectar a 20 o 30 hembras, dependiendo del volumen y la concentración de la dosis, evidentemente por esto es necesario realizar pruebas de valoración espermática.

Recolección del semen

En grandes explotaciones porcinas la primera discusión que se enfrenta es la selección de los verracos o donantes, ya que su selección se basa en factores genéticos, sanitarios y reproductivos. Ya al momento de la extracción del material seminal se utiliza un potro o maniquí hecho de varios materiales dependiendo del presupuesto o de los materiales accesibles dentro de la zona.

La recolección del semen para su posterior evaluación y almacenamiento se puede dar por tres métodos de recolección como:

- A) Vagina Artificial: El principio que tiene este método es recrear el ambiente como en la naturaleza o similar al tracto genital femenino, es decir se va a proveer un ambiente de temperatura y presión con la finalidad de producir estímulos suficientes en el macho para provocar la eyaculación (Bravo 2015).
- B) Electroeyaculación: El uso de la electroeyaculación está basado en verracos lesionados, de bajo libido o animales viejos de gran valor. Esto se da ya que no se puede dar una correcta evaluación de la fertilidad del verraco y no se puede observar la libido del macho seleccionado (Bravo 2015).
- C) Masaje Manual: Según Mazzarri (1984) “este es el método más utilizado el cual consiste en mantener presionado el glande, recolectando el eyaculado en un recipiente previamente calentados a 37 °C y filtrado para retener la porción sólida, la cual se descartará”.

Evaluación del semen

La valoración seminal se da a través de evaluaciones tanto macroscópica como microscópica, todo esto se hace para determinar sus rasgos y definir correctamente los verracos óptimos para la utilización para la inseminación artificial (IIP 2008).

Evaluación macroscópica

Color y olor. El color del semen del verraco debe ser de color blanquecino lechoso, esta característica da una guía de cómo se encuentra el semen. Por el contrario, la aparición de colores como marrón, rojo o amarillo da una idea de que puede tener la presencia de alteraciones por

patologías o simplemente por la mezcla del semen con orina, mientras que el olor debe ser inoloro (Kubus 2010).

Densidad. La densidad varía entre la concentración del eyaculado que da el animal. Martínez *et al.* (2010) menciona que: “altas concentraciones resultan en densidades más altas y viceversa. Es por esto por lo que los eyaculados muy densos pueden dar lecturas superiores a 1,020 millones de espermatozoides/mL mientras que los pocos densos son inferiores a 1,010 millones de espermatozoides/mL”, para hacer la medición se utiliza el densímetro de Karras. Sin embargo, la lectura de la densidad no es necesaria si se conoce la concentración.

pH. El pH es un indicador de la concentración de iones de hidrógeno (Martínez *et al.* 2006). La medición del pH es de gran importancia debido a que puede haber grandes variaciones en poco tiempo después de su recolección. El pH de la fracción rica del semen es 6.8 a 7.4 y de la fracción pos espermática es 7.0 a 7.6 (Martín 1982). Los aumentos de pH se pueden ver influenciados por procesos infecciosos o por alteraciones en las glándulas del aparato reproductor (Organización Mundial de la Salud, OMS 1987). Por otra parte, Austin y Short (1993) dicen que en verracos sanos los valores se da una participación leve de las vesículas seminales o fluido prostático.

Volumen. El volumen de eyaculado del verraco puede depender de factores como: raza, edad, frecuencia de recolección y condiciones ambientales como temperatura, según Pig Improvement Company (PIC 2003). Por otro lado, “el volumen normal del eyaculado de un verraco adulto varia de 125 a 500 mL con un promedio de 200 mL. Sin embargo, en ocasiones se puede obtener eyaculados de 700 a 800 mL, esto debido al desarrollo de las vesículas seminales o a procesos inflamatorios de glándulas externas” (PIC 2003).

Evaluación microscópica. Todas las pruebas siguientes mencionadas se evaluarán mediante la visualización utilizando un microscopio.

Motilidad. Para la correcta visualización de la motilidad de los espermatozoides se coloca una gota de semen en un portaobjetos previamente calentado a 38-39 °C, para posteriormente observar su movimiento a un aumento de 100x a 200x. Con esto se puede determinar el movimiento individualmente y en masa de los espermatozoides encontrados (Torrentes *et al.* 2013). Por otro lado, se tiene que hacer la evaluación de motilidad inmediatamente después de la recolección ya que el semen es afectado por factores como la luz, excesivo calor, frío o agentes químicos extraños (Martínez *et al.* 2006). El mismo autor indica que el verraco después de una larga inactividad sexual puede presentar baja motilidad y elevado número de espermatozoides muertos.

Atipias. Esta evaluación consiste en detectar las formas anormales que se pueden apreciar a través de la lectura de frotis con semen fresco. Martínez *et al.* (2010), menciona que el porcentaje de atipias de las células espermáticas es variable. Sin embargo, el porcentaje óptimo para la inseminación artificial y elaboración de pajillas no debe superar el 10% (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Existen varios tipos de atipias o anomalías en los espermatozoides.



Figura 1: Ejemplos de anomalías espermáticas de cabeza. 1: Espermatozoide normal, 2: Microcabeza, 3: Macrocabeza, 4: Doble, 5: Piriforme, 6: Afilada, 7: Achatada, 8: Alargada, 9: Desintegrada, 10: Suelta.

Fuente: Kubus 2010.



Figura 2: Ejemplos de anomalías de la pieza intermedia. 11: Engrosado, 12: Filiforme, 12: Doble, 14: Partido, 15: Desprendido, 16: Flexionado, 17: Retorcido, 18: Excéntrico.

Fuente: Kubus 2010.

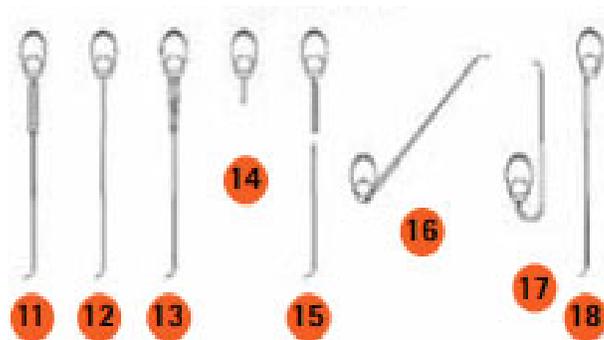


Figura 3: Ejemplos de anomalías de la cola. 19: Doble, 20: Partida, 21: Flexionada, 22: En látigo, 23: En ovillo, 24: Suelta.

Fuente: Kubus 2010.

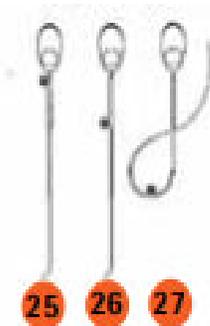


Figura 4. Ejemplos de anomalías de gota citoplasmática. 25: Proximal, 26: Distal, 27: Distal y cola en látigo.

Fuente: Kubus 2010.

En el Cuadro 1 se presentan ciertos parámetros que se deben tener en consideración al momento de realizar una recolección de semen para su posterior uso con semen fresco. De este modo Bravo (2015), recomienda parámetros de motilidad mayor a 75%, la concentración de espermatozoides con un rango de $700-800 \times 10^6/\text{mL}$. Así mismo, las atipias que se encuentran no deben ser superiores al 10%, ya que en el uso de inseminación artificial la concentración se disminuye para así lograr mayor cantidad de dosis.

Cuadro 1. Valores de referencia para semen fresco

Parámetros	Valores de Referencia
Motilidad	+75%
Concentración	$700-800 \times 10^6/\text{mL}$
Atipias	10%
pH	6.6-7.4

Fuente: Bravo (2015)

3. CAPÍTULO 2

Características del ciclo estral de la cerda

Los ciclos estrales en la cerda están caracterizados por presentarse cada 21 días, aunque puede haber variaciones de 18 a 23 días. Los ciclos comienzan inmediatamente después de la llegada de la pubertad en los animales, y su variabilidad en cuanto al apareamiento del primer ciclo estral depende de las consecuencias implicadas en el manejo que exista en la finca (Sterle y Safranski 2005).

La cerda es un animal poliéstrico y depende de manifestaciones internas como externas, su ciclo se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro (Figura 5) (Fuentes *et al.* 2006).

Proestro

Esta fase tiene una duración de 2 a 3 días. Durante esta fase se encuentran características típicas que indican que la cerda se encuentra en proestro como la monta entre si sin la receptividad del macho, así también como el cambio de coloración de la vulva enrojecido y apareamiento de secreciones. En el interior de la cerda está ocurriendo el desarrollo del folículo terciario en el ovario, debido a esto se tiene un incremento de secreción de estrógenos, lo que provoca los cambios y comportamientos ya mencionados anteriormente (Torrentes *et al.* 2013).

Estro

Esta fase es la más importante del ciclo estral ya que es el momento donde ocurre el apareamiento o donde se realiza la inseminación artificial. La duración de esta fase es aproximadamente de 2 a 5 días, con características muy peculiares como la disminución de apetito, presentación de más secreciones vulvares e inflamación, la cerda se muestra agresiva y realiza gruñidos y por último y el que se considera importante es el reflejo de inmovilidad o quietud lo que se le conoce como lordosis. Así mismo, luego de transcurrir de 26 a 40 horas de haber iniciado el celo ocurre la ovulación (Fuentes *et al.* 2006).

Metaestro

Durante esta fase se empieza a ver la disminución de secreciones vulvares, así también la disminución de lordosis gradualmente. De 4 a 5 días es la duración de esta fase, ya que en este tiempo es donde empieza a producirse el cuerpo lúteo y se da la producción de progesterona (Torrentes *et al.* 2013).

Diestro

En caso de no haber gestación la producción de progesterona va a predominar, así mismo con la regresión del cuerpo lúteo finalizando con la disminución de progesterona en la sangre. En esta fase empieza la maduración de nuevos folículos y con esto el inicio de un nuevo ciclo estral, la duración de esta fase es alrededor de 9 días (Fuentes *et al.* 2006).

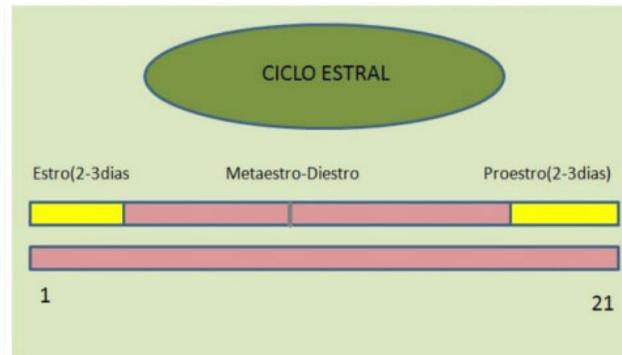


Figura 5. Ciclo estral de la cerda.

Fuente: Torrentes *et al.* 2013.

Detección de celo

La detección de celo en una finca donde se ha implementado la inseminación es la base para determinar el momento exacto para hacer el servicio, tomando en cuenta que la hembra ovula en la segunda mitad del ciclo, entre las 36 a 48 horas de iniciado el celo (Burke 1999). Es por esta misma razón que se debe prestar atención a ciertas características que la hembra presenta para de esta manera poder inseminarla en el tiempo adecuado y no perder ningún ciclo estral.

La primera característica evidente en la cerda es el enrojecimiento de la vulva, esto determina 2 a 6 días previos al inicio del celo, así también como la descarga mucosa de la vulva, y disminución en el pH vaginal. Sin embargo, estos patrones presentados no son un método certero para la detección de celo (Hughes y Varley 1980).

Los siguientes comportamientos son el contacto naso-nasal y naso-genital con otras hembras en caso de estar en corral y montas entre sí. Terminando con el acercamiento al verraco (Hughes y Varley 1980).

Finalizando con la aceptación del macho o el efecto lordosis. Este indicativo es el más certero al momento de hacer la detección de celo. Se caracteriza ya que la hembra permanece absolutamente inmóvil, arqueando su espalda y levantando las orejas. En caso de estar encerradas en corrales separados se debe pasar el macho por el frente y realizar presión sobre la espalda para ver si esta inmóvil la cerda (Hughes y Varley 1980). Por otra parte, PIC (1995) menciona que existen otros reflejos como temblores, ojos vidriosos y movimiento de la cola de arriba hacia abajo, teniendo una duración de 1 a 2 días en cerdas nulíparas y de 2 a 3 días en cerdas adultas.

4. CAPÍTULO 3

Inseminación artificial

Los inicios de la inseminación artificial porcina datan en Rusia empezando el siglo XX, hoy en día esta técnica se ha ido diseminando a lo largo de varios países implementando varios avances, nuevas técnicas y tecnologías para su continua mejoría (Torrentes *et al.* 2013). Actualmente la inseminación artificial está cobrando un papel fundamental en los países de América Latina, debido a sus grandes beneficios que permiten mejorar la eficiencia reproductiva de la granja porcina en donde se esté implementando. Según Bravo (2015) en su artículo “Inseminación artificial en cerdos” especifica “que al implementar esta técnica nos podemos encontrar con varios beneficios como buen porcentaje de concepción, utilización de machos de alto valor genético, ventajas sanitarias, etc.”

Dentro de los parámetros para obtener una correcta inseminación y los mejores beneficios de esta es el sitio de deposición del semen dentro del aparato reproductor de la hembra, así también como la detección del celo y el momento de la inseminación (Duna 2005). Es por esto existen tres tipos de inseminación artificial en cerdas como lo son la inseminación artificial cervical, inseminación artificial pos cervical y por último esta la inseminación artificial intrauterina profunda (Cuadro 2). Cabe recalcar que la técnica utilizada en cada uno de estos tipos de inseminación existe variación en el procedimiento a realizar y el sitio donde se ubicará el semen del verraco seleccionado.

Cuadro 2. Diferentes tipos de características en inseminación artificial cervical (IAC), inseminación artificial pos cervical (IAPC) e inseminación artificial intrauterina profunda (IAIUP).

Características	IAC	IAPC	IAIUP
Longitud aproximada del catéter (cm)	54	73	148
Reducción del volumen de la dosis	No	Si	Si
Reducción de N° de espermatozoides	No	Si	Si
N° espermatozoides normalmente usados (millones)	90	30	5

Fuente: Pascual (2007)

Momento de la inseminación

La ovulación de la cerda ocurre dentro de 30 a 40 horas después de iniciado el celo y dura alrededor de 3 a 7 horas en la liberación de los óvulos. Por esta razón la correcta inseminación se debe realizar entre las 20 a 30 horas después de la detección del inicio de celo, ya que coincide con el período óptimo de supervivencia del espermatozoide (18-24 horas) (Mazzarri 1984).

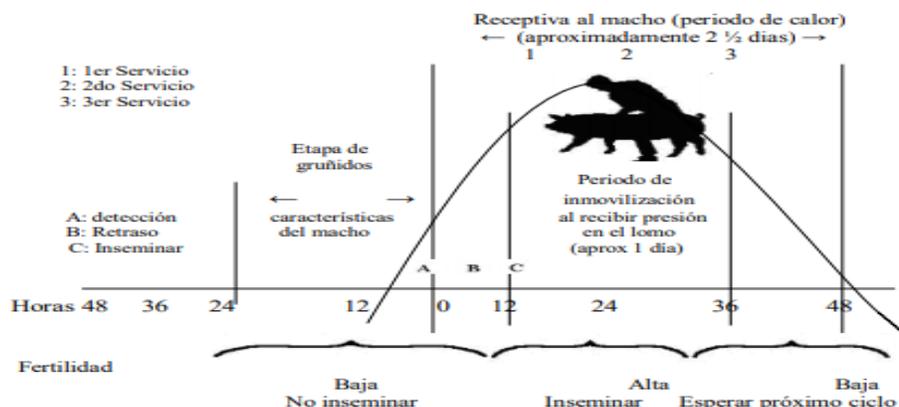


Figura 6. Momento de realizar inseminación artificial de acuerdo al celo.
(Fuente: PIC 2011).

PIC (1995) recomienda un esquema de tres inseminaciones a las 12, 24 y 36 horas de inicio del celo, para así tener altas tasas de fertilidad.

Así mismo, Soede *et al.* (1998) indican que las inseminaciones que se realizaron durante las 0 a 24 horas antes de la ovulación mostraron altas tasas de fertilidad y consecuentemente en un aumento en el tamaño de camada. Por otro lado, si se da inseminaciones fuera de este tiempo el porcentaje de fertilidad disminuye terminando en una baja prolificidad.

En el Cuadro 3 se presenta la secuencia para realizar las inseminaciones de acuerdo con la cantidad de detecciones de celo que se realicen al día. El tiempo de frecuencia de la detección de celo y posterior inseminación se basará únicamente en la disponibilidad de mano de obra (PIC 2011).

Cuadro 3. Secuencia de inseminación de acuerdo con el número de detección de celo.

Una sola detección	Día 1	Día 2	Día 3
Mañana	Celo 1 IA	Celo 2 IA	Celo 3 IA
Tarde	-----	-----	-----
Detección Mañana y tarde			
Mañana	Celo	Celo 2 IA	Si hay celo 3 IA
Tarde	Celo 1 IA	-----	-----
Mañana	-----	Celo 1 IA	Si hay celo 3 IA
Tarde	Celo	Celo 2 IA	-----

Fuente: Bravo (s.f).

5. CAPÍTULO 4

Tipos de inseminación artificial según su sitio de deposición

Inseminación artificial cervical (IAC). La inseminación artificial cervical o convencional consiste en depositar el semen en la segunda porción del canal reproductivo de la cerda, el semen se coloca en la entrada de la cervix. Esta parte de la cerda actúa como barrera natural a través de sus criptas, lo que dificulta la llegada de espermatozoides con anomalías al útero, además facilita la expulsión de estos mediante el reflujo (Roche 2014). En este tipo de técnica se debe asegurar tener una cantidad aceptable de espermatozoides, pensando en todas las dificultades que tienen que pasar los espermatozoides hasta obtener la fecundación (Torrentes *et al.* 2013). Según el estudio de Pascual (2007) dice que al momento de utilizar este tipo de técnica se tiene que procurar simular al verraco al momento de la monta con masajes estimulantes, utilización de semen caliente o utilizar técnicas de auto inseminación ya que con esto se ayuda a que la cerda absorba mejor el semen.

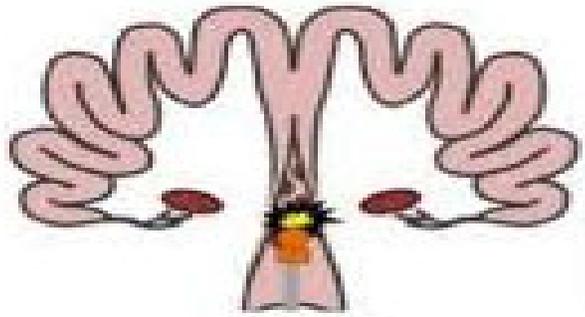


Figura 7: Sitio de deposición del semen en inseminación artificial cervical.
Fuente: Hormaechea *et al.* 2016.

Normalmente se utiliza 1.5 a 4.0 mil millones de espermatozoides por inseminación, en un gran volumen de diluyente (70 a 100 mL) (Bortolozzo *et al.* 2015). De este modo los protocolos de inseminación artificial cervical recomiendan realizar 2-3 inseminaciones. Por esta misma razón se puede decir que este tipo de inseminación artificial impide un uso eficiente del verraco, debido al número de cerdas a utilizar y cantidad de espermatozoides en la dosis de la pajilla (Speroni 2014). También el uso de inseminación artificial cervical (IAC) limita a un uso eficaz del tiempo ya que el tiempo de absorción de dosis es de 3 a 8 minutos, en este tiempo se va a corroborar la entrada del semen al tracto de la hembra. Una de las ventajas que se encuentra es que este sistema está recomendado para cerdas nulíparas o múltiparas ya que el catéter o sonda no pasa la cervix (Roche 2014).

Tipos de catéteres o sondas en inseminación artificial cervical (IAC). Para una correcta implementación de la inseminación artificial en una finca o piara se debe conocer los tipos de

catéteres que pueden existir (Figura 8), esto debido a que cada uno que existe en el mercado se coloca de una manera diferente. Aproximadamente el catéter en este tipo de inseminación tiene una longitud de 54 cm (Pascual 2007).

- A) Espiral: Este tipo de catéter simula la forma del pene del verraco, para este tipo de catéter se debe introducir con un movimiento rotatorio, en contra de las manecillas del reloj. Este movimiento hace que sea más delicado y menos traumática para la cerda (Pascual 2020).
- B) Multianillas: Este tipo de cánulas es más traumático para la cerda debido que el inseminador realiza varios movimientos o golpes para así introducirlo. A consecuencia de este golpe la cerda reacciona y se da una contracción de la cérvix lo que resulta en un cuello del útero total o parcialmente cerrado, de este modo el catéter quedara colocado muy superficialmente evitando así la correcta deposición del semen en el tracto femenino (Pascual 2020).
- C) Esponja: este tipo de catéter cumple la misma función que el catéter multianillas, ya que su forma es muy similar. Sin embargo, el material del cual es elaborado este catéter presenta una diferencia debido a su firmeza (Pascual 2020).



Figura 8: Tipos de catéteres en inseminación artificial cervical en el mercado. A: Catéter espiral, B: Catéter multianillas, C: Catéter tapón.

Fuente: Pascual 2020.

Procedimiento en inseminación artificial cervical (IAC) según Sterle y Safranski (2004). Para este tipo de procedimiento no se debe olvidar del papel del verraco. Para esto se pasa unos minutos el macho en frente de la cerda, para que la estimule y esta realice las contracciones al momento de inseminarla y pueda absorber el semen de una manera correcta.

La limpieza de la zona de la vulva es esencial para no entrar patógenos o impurezas que puedan causar infecciones posteriores.

A continuación, se lubrica muy bien el catéter siempre teniendo en cuenta de no obstruir el orificio donde saldrá el semen.

Se introduce el instrumento cuidadosamente y sin forzarlo a un ángulo de 45°, por la vagina hasta hacer contacto con la cérvix. La ubicación del catéter dependerá únicamente de cual tipo se esté utilizando. Por ejemplo: el catéter en espiral se hace una rotación al sentido contrario a las

manecillas del reloj para así fijarlo, mientras que el de esponja o multianillas se deja hasta hacer contacto con la cérvix.

En este momento se sacará la botella o bolsa con el semen ya que de esta manera se evita cambios innecesarios de luz y temperatura. Posteriormente se conecta al catéter y se vierte el líquido de una manera gradual. Debido a las variaciones de las contracciones de la cerda, este procedimiento puede variar entre cerdas nulíparas a multíparas. Se debe tomar en cuenta que este procedimiento está reemplazando al macho y este se demora en la monta natural un promedio de 5 a 10 minutos.

Una de las consideraciones a tomar en cuenta es que si existe un reflujo de semen corregirlo de manera inmediata y en caso de ser excesivo se debe repetir el procedimiento. También, se debe manejar con tranquilidad y suavidad a la cerda debido a que al ser el semen el transporte en la fertilización, muchas veces la cerda no da el paso el semen por medio de sus contracciones al verse en peligro. En vista de esto, el inseminador tiene que tratar de imitar al verraco masajeando sobre los flancos y haciendo presión sobre el lomo. A consecuencia de estos hechos, la cerda aumentará sus contracciones teniendo así una mejor absorción del semen aumentando su fertilidad y fecundación (Sterle y Safranski 2004).

Luego de haber transcurrido el tiempo necesario se retira la pipeta. Finalmente, se debe colocar a la hembra en un lugar tranquilo y sin estrés por 20 a 30 minutos. De esta manera se garantiza el transporte del semen y la fertilización.

Inseminación artificial pos – cervical (IAPC). En los inicios de los años 2000 se desarrolla como alternativa la inseminación artificial pos cervical, esta técnica consiste en depositar el semen directamente en el cuerpo del útero, lo cual era su principal objetivo al momento de la invención. Con esto se obtiene una reducción considerable en la concentración de espermatozoides al momento de realizar la dosis, ya que con el catéter o cánula se va a traspasar el cérvix sin causar daños a la cerda. Para ello se fija el catéter en la cérvix donde normalmente se haría la inseminación cervical y por medio de otro catéter se pasa esta barrera para así depositar en el cuerpo del útero (Gil 2007).

Esta técnica es una gran alternativa a la inseminación artificial cervical, tanto en su nivel productivo como económico, ya que al haber pasado el cérvix el volumen de la dosis utilizado va a disminuir, así también como el diluyente usado para a la preparación (Hormaechea *et al.* 2016). Adicionalmente se habla de una reducción en el tiempo necesario para hacer la inseminación reflejado en tiempo de trabajo, como en la productividad de los trabajadores de la piara (Bravo 2015). Por último, con la IAPC se puede hacer una reducción en el número de verracos y con ellos disminuir el costo de mantenimiento y dar uso de instalaciones para más vientres eso sin dejar a un lado que se mejorará notablemente el uso de verracos genéticamente superiores y con mejores características (Valladares 2003).

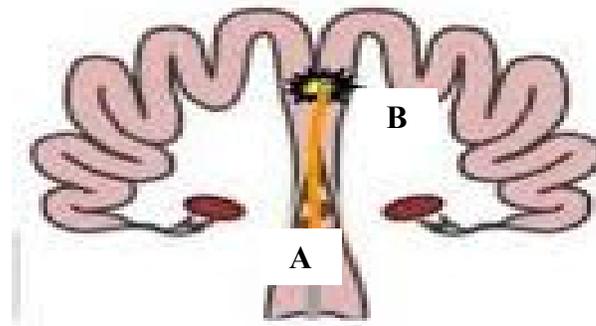


Figura 9. Sitio de deposición del semen en inseminación artificial pos cervical. A) Lugar de fijación del catéter, B) Sitio de deposición del semen en inseminación artificial pos cervical.
Fuente: Hormaechea *et al.* 2016.

Roche (2014), menciona en su estudio que esta técnica no es recomendada para cerdas nulíparas, ya que puede ser un proceso lento y doloroso para la cerda ya que su tracto genital reproductivo no se encuentra dilatado ni ensanchado. Por otro lado, menciona que, para que esta técnica sea usada en cerdas nulíparas se debe cumplir con requisitos como ser hembras de hasta tercer celo o tener un peso de 136 kg. La inseminación artificial pos cervical permite pasar la cérvix y depositar el semen en el cuerpo del útero, gracias a esto, los espermatozoides no tienen que pasar el primer tramo donde se realiza una disminución en la población debido a la fagocitación, así mismo evitar el reflujo en comparación con la IAC o monta natural (Hormaechea *et al.* 2016).

Varios estudios han demostrado que el número de espermatozoides por inseminación puede reducirse drásticamente cuando se deposita en el cuerpo del útero en cerdas (Martinez 2002). Así mismo, el uso de inseminación pos cervical permite una reducción de la dosis hasta en una tercera parte, es decir 30-50 mL, eso sin comprometer los valores de fertilidad o prolificidad de las cerdas (Magapor 2005). Sin embargo, Chávez y Fortín (2019) mencionan en su estudio que el uso de inseminación cervical (IAC) o inseminación artificial pos cervical (IAPC) no afectan los porcentajes de preñez y parición, número de lechones por parto, número de lechones vivos y muertos. Pero, al contrario, en el estudio de Cáceres Carcamo (2008) difiere en que la inseminación pos cervical obtiene mejores resultados en el porcentaje de parición. Cabe recalcar que ambos estudios se hicieron con semen congelado.

Tipos de catéteres o sondas en inseminación artificial pos cervical (IAPC). La utilización de un catéter u otro va a depender únicamente del inseminador, ya que exclusivamente su elección será en base a su experiencia con la inseminación artificial cervical (IAC). La longitud de este catéter va a ser de 73 cm, a consecuencia que este tipo de inseminación pasa la cérvix y deposita el semen en el cuerpo del útero, de este modo se puede permitir la movilización de los espermatozoides a los dos cuernos uterinos (Pascual 2007).

A) Tipo espiral: este catéter tiene una buena capacidad de adaptación debido a su forma, además de fijarse correctamente en el cérvix. Así mismo, puede introducirse en el meato urinario como también la descolocación durante el periodo de relajación (Roche 2014).

- B) Tipo esponja: esta sonda presenta una fácil adaptación y colocación. Sin embargo, la forma de la sonda impide la completa penetración de la cérvix, así mismo, puede presentar contaminación ambiental debido a la cánula expuesta (Roche 2014).
- C) Tipo multianillas: Esta sonda permite la higiene en la cánula, así mismo presenta una muy buena capacidad de penetración de la cérvix. Sin embargo, presenta una dificultad al momento de la extracción después de la estimulación (Roche 2014).

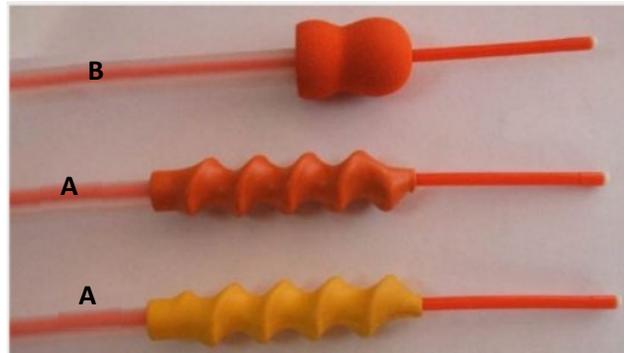


Figura 10: Tipo de catéteres o sondas en inseminación artificial pos cervical (IAPC). A: Catéter tipo espiral, B: Catéter tipo esponja. (Fuente: Roche 2014).

Procedimiento en inseminación artificial pos cervical (IAPC) (Magapor 2018). Limpiar la zona vulvar para ello se puede realizar con toallas de papel. Esto se hace con la finalidad de retirar impurezas y limpieza de patógenos.

En este tipo de técnica no se debe estimular a la cerda, debido a que las contracciones de la cerda al momento de estar estimulada van a dificultar el paso de la sonda hacia el cuerpo del útero del animal.

Tomar el catéter por la parte media y retirar la sonda para así aplicar solución lubricante en la punta. Para introducir el catéter se debe abrir la vulva con una mano y con la otra introducir el catéter. El catéter se introduce dirigiendo la punta hacia arriba en un ángulo de 45°. Si se introduce mal el catéter, este se dirigirá al meato urinario, observándose un líquido amarillento concluyendo con la desaprobación de la cerda. En este caso se debe desechar el catéter y empezar nuevamente el procedimiento.

Una vez introducido el catéter se empuja la sonda para así lograr pasar la cérvix del animal. Este procedimiento se realiza con extremo cuidado para así no dañar las paredes del tracto reproductivo. La sonda se debe introducir hasta el final de la cérvix, este proceso puede tardar unos minutos debido a que la cerda debe empezar a producir contracciones en la cérvix lo que permitirá el paso de la sonda, su prorroga dependerá en si la cerda es múltipara o nulípara.

Al momento de introducir la dosis seminal se debe corroborar que el catéter este anclado a la cérvix. La presión que se ejerce para la introducción de la dosis debe ser ligeramente menor, ya que el

diámetro de la sonda es menor que la cantidad en la dosis. Por otra parte, Roche (2014) sostiene que “el tiempo de introducción de cerdas múltiparas oscila entre los 15-25 segundos mientras que en las nulíparas debe ser de 30-40 segundos”. Por último, se retirará la sonda muy cuidadosamente para evitar reflujos y desperdicio del contenido de la dosis.

Inseminación artificial intrauterina profunda (IAIUP). El primer experimento que realizó el uso de esta técnica fue en por Martinez *et al.* (2001); el propósito de esta técnica es la deposición del semen en un lugar más cercano a la unión útero tubárica (lugar de la fecundación) para así disminuir la concentración de espermatozoides. Este tipo de técnica es muy similar a la de la inseminación pos cervical, con diferencia que el catéter utilizado va a variar considerablemente en su longitud. El objetivo de esta técnica es depositar el semen en uno de los cuernos, esto dificultará la fecundación bilateral y puede haber una disminución en la prolificidad al momento del parto (Martinez *et al.* 2010).



Figura 11. Sitio de deposición del semen en inseminación artificial intrauterina.
Fuente: Hormaechea *et al.* 2016.

Debido a los resultados prometedores llevados a cabo en la primera investigación por parte de Martinez *et al.* (2001), en años posteriores se desarrolló un catéter flexible que permitió la deposición del semen en el tercio superior del cuerno uterino de la cerda de forma rápida y sencilla. Gracias a varios estudios de esta técnica se ha podido comprobar que es capaz de reducir significativamente la cantidad de espermatozoides usados en el proceso de inseminación (150×10^6 por dosis), así también como el volumen de la dosis de (5 mL) debido a que no existe reflujo por parte de la cerda (Gomez y Castillo 2018). El uso de IAIUP es una herramienta de mucha ayuda para el uso de espermatozoides en estado débil que han sido congelados - descongelados o que han sido previamente sexados (Bortolozzo *et al.* 2015).

Por otra parte, ya que con el empleo de la IAIUP se puede reducir notablemente el número de espermatozoides (20 veces a comparación de la IAC), se han hecho varios estudios donde Martinez (2002) mencionan textualmente que “a un volumen de dosis de ($0'15 \times 10^9$ espermatozoides/5 mL) no se afectan los porcentajes de parto ni de tamaño de camada cuando la ovulación de las cerdas a inseminar fue hormonalmente inducida”. Sin embargo, en un siguiente estudio Martinez (2002), mencionan textualmente que “cuando se utilizó IAIU en cerdas destetadas con ovulación espontánea, el tamaño de la camada fue menor (1-2 lechones) en comparación a la IAC”. Así

mismo, esta anomalía se puede mejorar con el aumento en el volumen de la dosis a $0'6 \times 10^9$ espermatozoides y 20 mL (Martinez *et al.* 2010).

Tipos de catéteres o sondas en inseminación artificial intrauterina profunda (IAIUP). En este tipo de inseminación la implementación será una mayor longitud en la sonda, que ayudará en la deposición del semen en uno de los cuernos uterinos, aproximadamente el tamaño de este alcanza los 148 cm. Sin embargo, las formas de los catéteres son muy similares a los ya vistos en capítulos anteriores como: espiral, multianillas o esponja. El uso está simplemente determinado por el inseminador de acuerdo con su elección y accesibilidad en la finca (Pascual 2007).



Figura 12. Tamaño de catéter en la IAIUP.
Fuente: Pascual 2007.

Procedimiento en inseminación artificial intrauterina (IAIUP) (Collell 2007). No se debe olvidar que la intención de estos tipos de técnicas no es dejar a un lado el macho, por el contrario, el macho va a jugar un papel fundamental para la detección de celo de las hembras. En este caso se recela de la manera convencional, pasando el macho para que esta entre en celo y este más susceptible al momento de la inseminación.

La limpieza de la vulva se hace para evitar la contaminación del catéter y la entrada de patógenos o impurezas en el tracto reproductivo que pueda repercutir en enfermedades posteriores. Se extrae la sonda del catéter, de esta manera al momento de colocarlo no dañara ninguna parte del tracto. Es importante la lubricación del catéter para que exista una entrada sin ninguna fuerza de por medio.

Al momento de empujar la cánula interior se debe tomar el tiempo necesario. Como en el capítulo anterior es explicado, la cerda debe empezar a hacer contracciones y estas hará que la sonda interna empiece a avanzar por la cérvix hasta llegar al punto de deposición final del semen.

Por último, se conecta la bolsa o frasco que contiene la dosis y se ejerce una ligera presión hasta que finalice toda la dosis. Es recomendable dejar unos minutos el catéter ya que de esta manera se evita un reflujo en el semen. Luego de esperar se retira cuidadosamente el catéter.

6. CONCLUSIONES

- Con el uso de la inseminación artificial pos cervical se obtienen mejores resultados en cuanto al tiempo y costo, además de no afectar directamente los parámetros reproductivos como porcentaje de preñez, porcentaje de parición ni tamaño de camada.
- La inseminación artificial cervical es recomendada para el uso de cerdas primerizas debido a que su aparato reproductivo no se encuentra ensanchado. Sin embargo, para el uso de inseminación artificial pos cervical hay que tener ciertas recomendaciones como número de celo y peso del animal.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios comparativos de la inseminación artificial pos cervical e intrauterina para determinar si existen diferencias en el porcentaje de preñez, tamaño de camada de acuerdo con las dosis recomendadas.
- Probar el efecto de la inseminación intrauterina sobre los parámetros reproductivos usando semen congelado.
- Utilizar la inseminación artificial intrauterina (IAIU) en cerdas nulíparas y múltiparas para determinar si existen diferencias en cuanto a los parámetros reproductivos.

8. LITERATURA CITADA

- Austin CR, Short RV. 1993. *Reproduction in mammals: germ cells and fertilization* (Reproduction in mammals' series). 1st ed. edited by Austin Colin Russell, Short RV. London: University Press Cambridge; [18 de sep de 2020]. ISBN 13: 9780521096904.
- Belstra B. 2002. Intrauterine (transcervical) and fixed-time artificial insemination in swine. [internet]. EEUU: NC State Swine Extension; [consultado el 23 de ago de 2020]. <https://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/07/review-intrauterine-and-fixed-time-artificial-insemination-in-swine.pdf>
- Bortolozzo FP, Menegat MB, Mellagi AP, Bernardi ML, Wentz I. 2015. New artificial insemination technologies for swine. *Reproduction in Domestic Animals*. 50(2): 80-84. doi: 10.1111/rda.12544.
- Bravo O. 2015. *Inseminación artificial en cerdos*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agrícola (INTA); [consultado el 26 de jul de 2020]. inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_inseminacin_artificial_en_cerdos.pdf
- Burke P. 1999. The successful introduction of AI. *Advances in Pork Production*, Volume 10. EEUU: Pig Improvement Company, PIC; [consultado el 17 de sep 2020]. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.487.7214&rep=rep1&type=pdf>
- Cáceres Cárcamo W. 2008. *Evaluación de la inseminación artificial intra cervical y pos cervical con semen congelado en cerdas multíparas*. [Tesis de pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 15 p.
- Carmona MM. 2004. *Crecimiento y finalización del cerdo* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México-México. 347 p.
- Chávez G, Fortín V. 2019. *Evaluación de la inseminación cervical y pos cervical en cerdas multíparas con semen congelado* [Tesis de pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 17 p.
- Collell M. 2007. *Inseminación artificial*. [internet]. Barcelona, España: 3tres3; [consultado el 14 de ago del 2020]. https://www.3tres3.com/articulos/inseminacion-artificial_1734/
- Córdova A, Pérez JF, Méndez HW, Villa AE, Huerta CR. 2015. Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana. *Revista Veterinaria*. 26(1): 69-74. doi: <http://dx.doi.org/10.30972/vet.261253>.
- Cuyana V. 2009. *Producción de carne porcina y alimentación humana* [Tesis]. Universidad Católica de Cuyo, Rivadavia-Argentina. 47 p.
- Duna N. 2005. *Un paso adelante: inseminación artificial intra-uterina*. Bogotá: Porcinos Colombia; [consultado el 16 de ago del 2020]. www.porcinoscolombia.org.co/archivador/Revista.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2019. *Producción y comercio mundial de carne de cerdo en 2018*. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura; [consultado el 14 de ago del 2020]. <https://www.elsitioporcin.com/news/31806/fao-produccion-y-comercio-de-carne-porcina-en-2018/>

- Fuentes M, Pérez L, Suárez Y, Soca M. 2006. Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *Revista Electrónica de Veterinaria, REDVET*. 7(1): 1-36.
- Gil J. 2007. Inseminación artificial en porcino según el punto de deposición de la dosis seminal. España. 3tres3; [consultado el 20 de ago de 2020]. http://www.3tres3.com/losexpertos-opinan/inseminacion-artificial-en-porcino-segun-el-punto-de-deposicion_1973/
- Gomez T, Castillo C. 2018. Nuevos estudios de conservación seminal en el verraco [Tesis de pregrado]. Universidad de Extremadura, Badajoz-España. 70 p.
- Hazel LN. 2005. The science and practice of pig production [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México-México. 292 p.
- Hormaechea S, Giordano A, Fernández P, Belén M, Cabodevila J. 2016. Inseminación artificial post cervical en cerdas [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil-Argentina. 21 p.
- Hughes P, Varley M. 1980. *Reproduction in the pig*. 1st ed. London (England): Butterworth. 241 p. ISBN-13: 978-0408709460
- [IIP] Instituto de Investigaciones Porcinas. 2008. Manual de procedimientos técnicos para la crianza porcina. Cuba: Instituto de Investigaciones Porcina; [consultado el 20 de ago de 2020]. <http://www.iip.co.cu/>
- Kirkwood R. 2016. Control de problemas de celo en cerdas nulíparas y múltiparas. España: 3tres3; [consultado el 15 de jul de 2020]. https://www.3tres3.com/articulos/inseminacion-artificial_1734/
- König I. 1979. *Inseminación de la cerda*. 3^a ed. Zaragoza (España); Editorial Acribia S.A. 200 p. ISBN: 978-84-200-0429-7
- Kubus SA. 2010. *Inseminación artificial porcina*. España: Kubus; [consultado el 18 de ago de 2020]. <https://kubus-sa.com/wp-content/uploads/2014/06/KUBUS-Manual-de-Inseminacion.pdf>
- Luchetti CG, Renoulin E, Lombardo D, Carou M. 2016. Inseminación artificial en cerdas: ¿Es aplicable la pos-cervical en nulíparas? *Taurus: La Revista de Reproducción Animal*. 69: 30-33.
- Martin RS. 1982. *Reproducción e inseminación artificial porcina*. 1^a ed. Barcelona(España): Aedos. 86 p. ISBN 10: 8470032550.
- Magapor. 2005. Un nuevo y sencillo sistema de inseminación transcervical en la especie porcina. España: Magapor; [consultado el 18 de sep de 2020]. <https://magapor.com/sala-prensa/como-elegir-el-mejor-diluyente-para-semen-porcino/>
- Magapor. 2018. Recomendaciones para realizar inseminación post cervical en cerdas nulíparas. España: Magapor; [consultado el 21 de ago del 2020]. <https://www.porcicultura.com/micrositio/Magapor/Recomendaciones-para-realizar-inseminacion-postcervical-en-cerdas-nuliparas>
- Martinez EA, Vasquez JM, Roca J, Lucas X, Gil MA, Parrilla I, Vasquez JL, Day BN. 2001. Successful non-surgical deep intrauterine insemination with small numbers of spermatozoa in sows. *Reproduction*. 122(2): 289-96. doi: 10.1530/rep.0.1220289

- Martinez E. 2002. Inseminación uterina profunda en la especie porcina: una nueva tecnología. España: Real Academia de Ciencias Veterinarias de España (RACVE); [consultado el 02 de sept de 2020]. <http://www.racve.es/publicaciones/inseminacion-uterina-profunda-en-la-especie-porcina-una-nueva-tecnologia/>
- Martinez EA, Vasquez JM, Parrilla I. 2006. Incidence of unilateral fertilizations after low dose deep intrauterine insemination spontaneously ovulating sows under field conditions [Tesis de maestría]. Universidad de Murcia-Murcia, España. 47 p.
- Martinez EA, Vasquez JM, Roca J. 2010. Nuevas técnicas de inseminación artificial con semen fresco en la especie porcina. España: 3tres3; [consultado el 14 de ago de 2020]. https://www.3tres3.com/articulos/nuevas-tecnicas-de-inseminacion-artificial-en-fresco-en-cerdos_3109/
- Mazzarri G. 1984. Control de la reproducción e inseminación artificial en cerdos. Fonaiap Divulga. 2(15): 11-14.
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. 1987. Manual de laboratorio de la OMS para el examen del semen humano y de la interacción entre el semen y el moco cervical. 4ª ed. Buenos Aires (Argentina): Editorial Médica Panamericana. ISBN: 8479036230.
- Pascual JG. 2007. Inseminación artificial en porcino según el punto de deposición de la dosis seminal. España: 3tres3; [consultado el 17 de ago de 2020]. https://www.3tres3.com/articulos/inseminacion-artificial-en-porcino-segun-el-punto-de-deposicion_1973/
- Pascual JG. 2020. Consejos para la inseminación cervical. España: 3tres3; [consultado el 26 de ago de 2020]. https://www.3tres3.com/articulos/consejos-para-la-inseminacion-cervical_44625/
- Pig Improvement Company, PIC. 1995. Artificial insemination: estrus detection and insemination. technical update. Inglaterra: PIC; [consultado el 14 de sep de 2020]. <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=183840>
- Pig Improvement Company, PIC. 2003. Especificaciones nutricionales. Estados Unidos: PIC; [consultado el 12 de ago del 2020]. http://www.pic.com/Images/Users/1/SalesPortal/Literature/Manuals/NutritionSpecs08_Spanish.pdf
- Pig Improvement Company, PIC. 2011. Especificaciones nutricionales. Estados Unidos: PIC; [consultado el 06 de sep de 2020]. http://www.pic.com/Images/Users/1/SalesPortal/Literature/Manuals/NutritionSpecs08_Spanish.pdf
- Roche A. 2014a. Inseminación artificial porcina - 1a Parte. Zaragoza: Magapor; [consultado el 02 de sep de 2020]. <https://www.porcicultura.com/micrositio/Magapor/Inseminacion-artificial-porcina-1a-Parte>
- Roche A. 2014b. Inseminación artificial porcina - 2a Parte. Zaragoza: Magapor; [consultado el 31 de ago del 2020]. <https://www.porcicultura.com/micrositio/Magapor/Inseminacion-artificial-porcina-2a-Parte>
- Soede NM, Hazeleger W, Kemp B. 1998. Follicle size and the process of ovulation in sows as studied with ultrasound. *Reproduction in Domestic Animals*. 33(3-4): 239–244. doi: 10.1111/j.1439-0531.1998.tb01350.x

- Speroni NA. 2014. Inseminación artificial en porcinos - 1ª Parte. Revista Veterinaria Argentina. [consultado el 18 de ago de 2020]. <https://www.veterinariargentina.com/revista/2014/06/inseminacion-artificial-en-porcinos-1%C2%AA-parte/>
- Sterle J, Safranski T. 2004. Inseminación artificial porcina. MU Guide. Estados Unidos: Universidad de Missouri; [consultado el 15 de sep de 2020]. <https://extension2.missouri.edu/g2312>
- Sterle J, Safranski T. 2005. Artificial insemination in swine: breeding the female. Estados Unidos: Universidad de Missouri; [consultado el 05 de sep de 2020]. <https://extension.missouri.edu/media/wysiwyg/Extensiondata/Pub/pdf/agguides/ansci/g02312.pdf>
- Torrentes MR, Torrez QK, Vanegas D, López FJ, Guevara ML. 2013. Manual de inseminación artificial porcina. 1ª ed. Managua (Nicaragua): CENIDA. 87 p.
- Ulbricht TL, Southgate DA. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. The Lancet. 338(8773): 985-992. doi: 10.1016/0140-6736(91)91846-m
- Valladares R. 2003. Efecto de la disminución en la concentración espermática en las dosis de inseminación artificial en cerdas utilizando inseminación pos cervical [Tesis de pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano- Honduras. 9 p.