



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO FACULTAD DE
AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Médico Veterinario

Modalidad: Monografía

Inseminación artificial en cerdos

Sebastián Henze

DNI N° 35.670.865

Director: Med. Vet. Esp. Juan Claudio Trolliet.

Co-director: Med. Vet. Lucas Milanesio.

Río Cuarto - Córdoba 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO FACULTAD
DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Inseminación artificial en cerdos.

Autor: Henze, Sebastián.

DNI: 35.670.865.

Director: Med. Vet. Esp. Juan Claudio Trolliet.

Co-Director: Med. Vet. Lucas Milanesio.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
Comisión Evaluadora:

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de Río Cuarto, por abrir sus puertas a jóvenes como yo, darme la oportunidad de estudiar, prepararme para un futuro competitivo y formarme como persona de bien.
- A mi director de tesis, Médico Veterinario Especialista Juan Claudio Trolliet. Por dedicarme su tiempo y esfuerzo, de manera adecuada, aportándome su experiencia, conocimientos, capacidad, y por sobre todo, su amistad, durante la realización de este trabajo.
- De igual manera a mi co-director el Médico Veterinario Lucas Milanesio por su apoyo y colaboración en este trabajo.
- A mi familia, por ser quienes, a lo largo de mi vida, han apoyado y motivado mi formación académica, por la educación que me brindaron, porque creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.
- A mis amigos por compartir momentos inolvidables en esta facultad, que me han servido como motivación para poder llevar a cabo este trabajo.
- A mi novia por ser parte de mi vida y estar siempre apoyándome en todo.
- A todos muchas gracias...

RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado con el objetivo de aprender acerca de la inseminación artificial en cerdos y ofrecer al técnico y productor la información para llevar a cabo una exitosa inseminación. Describiéndose todos los componentes que involucra, como es la anatomía y fisiología (ciclo estral) de la cerda, la detección de celo, el momento óptimo de inseminación, las diferentes técnicas con sus ventajas y desventajas, la extracción del semen, preparación de las dosis seminales, los puntos críticos y los problemas que pueden presentarse, etc. Con el objetivo de que cualquier personal de la granja pueda entender la técnica y aplicarla en el futuro. Desde sus inicios, la inseminación contempla la deposición del semen mediante un catéter o pipeta que permite situarlo en el tracto reproductivo de la hembra. A partir de aquí, el mismo tiene que atravesar el cérvix, cuerpo y llegar al cuerno del útero donde allí se producirá la fecundación entre el ovulo y el espermatozoide.

Esta biotecnología brinda una serie de ventajas las cuales, una de las más importantes es la de proveer de el mejor material genético a los productores para mejorar sus parámetros productivos y reproductivos. Su tributo ha logrado la máxima utilización del potencial genético de los reproductores de alto valor, y es un instrumento fundamental en la prevención de las enfermedades transmisibles en los cerdos y mejor manejo dentro las granjas. Actualmente existen diferentes técnicas disponibles a nivel de granja para la aplicación del semen que dependen del lugar de deposición de la dosis seminal en el tracto genital de la hembra, a saber: (1) depositar el semen dentro del cérvix, en su parte central y caudal, conocida como IA cervical, tradicional o convencional (IAC); (2) deposición no quirúrgica del semen en el interior del cuerpo del útero una vez atravesado el cérvix, conocida como IA post-cervical o tras-cervical (IA-PC); (3) deposición profunda no quirúrgica del semen al final de un cuerno uterino, conocida como IA uterina profunda (IA-IP); (4) deposición quirúrgica de los espermatozoides aproximadamente a 5 cm de la unión utero-tubarica.

INDICE GENERAL

• AGRADECIMIENTOS.....	II.
• RESUMEN.....	III.
• INTRODUCCION.....	1.
• OBJETIVOS.....	3.
• INSEMINACION ARTIFICIAL.....	4.
• VENTAJAS DE LA IA.....	6.
• DESVENTAJAS DE LA IA.....	7.
• EL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA.....	8.
• CICLO ESTRAL.....	13.
• EL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO.....	14.
• EXTRACCION DEL SEMEN.....	17.
• PROCESAMIENTO DEL SEMEN.....	18.
• FRACCIONES DEL EYACULADO.....	18.
• EVALUACION DEL SEMEN.....	19.
• DETECCION DE CELO.....	21.
• MOMENTO OPTIMO DE LA INSEMINACION.....	22.
• EQUIPAMIENTO Y MATERIALES NECESARIOS.....	24.
• TECNICAS DE INSEMINACION.....	25.
• PUNTOS CRITICOS EN LA IA.....	34.
• PROBLEMAS EN LA IA.....	35.
• CONCLUSION.....	38.
• BIBLIOGRAFIA.....	39.

INTRODUCCION

En la actualidad existe una demanda creciente de proteína de origen animal, debido principalmente a que el índice de crecimiento demográfico es superior al de la producción de alimentos. Esto último ha originado problemas de subalimentación y desnutrición que atañen a la medicina veterinaria y zootecnia. La producción porcina, al igual que otras actividades pecuarias, cumple funciones importantes para el desarrollo socioeconómico y así evitar estos problemas de falta de alimentos (Burke, 1996)

Con el fin de aprovechar al máximo el potencial de los animales y reducir la subfertilidad e infertilidad, se está investigando la forma de aumentar la eficiencia reproductiva a través de la utilización de ciertas técnicas como lo es la inseminación artificial (IA), la cual ha permitido el desarrollo de una producción más eficiente y, brindando además ventajas de tipo zootécnicas, sanitarias y de manejo. (Burke, 1996).

La inseminación artificial ha intensificado su uso principalmente en los países con alto desarrollo tecnológico como (Holanda, Francia, Alemania, España, Noruega y Finlandia) en los cuales más del 80% de las hembras son inseminadas artificialmente, la industria porcina se ha empeñado en los últimos años en buscar la manera de optimizar esta biotecnología, para hacer un uso más eficiente del semen y de esta manera utilizar machos de alto valor genético sin estar pendiente de la monta natural, con el fin de hacer de la producción una actividad más rentable, esto sin dejar de ofrecer al mercado un producto de excelente calidad. (Toalombo, 2007).

Como respuesta a estas condiciones de optimización, los investigadores buscaron la forma de mejorar un recurso biológico como lo es el semen, y maximizar al mismo tiempo la producción (Calderón, 2011).

Esta biotécnica es una de las más utilizadas en las explotaciones animales; en los últimos 15 años ha venido incrementando su ejecución, llegando a un 80 % en los países desarrollados. Tiene como objetivo ser competitiva, incrementando el número de cerdas inseminadas, aumentar la fertilidad, incrementar el número de animales nacidos por camada, y mejorar la genética de los animales. (García et al, 2012).

La reproducción en las explotaciones animales es un factor determinante para el éxito productivo, ya que de esta depende gran parte de la rentabilidad de la producción, la cual asociada a una alta genética, se va a ver reflejada en un producto de excelente calidad para el mercado. Por esto, los investigadores a nivel mundial, han encaminado sus estudios

en la búsqueda de aspectos que indiquen los factores que inciden en la reproducción porcina y con base en esto, mejorar la práctica de inseminación artificial. (Toalombo, 2007).

Durante mucho tiempo se han hecho estudios que buscan disminuir el número de espermatozoides por dosis con la aplicación de la inseminación artificial convencional (IAC), que comienza aproximadamente con una concentración $5-10 \times 10^9$ espermatozoides en 50 – 200 ml de esperma, hasta 3×10^9 espermatozoides en 80- 100 ml de esperma, obteniéndose los mismos parámetros reproductivos de fertilidad que con la monta natural. (Weitze, 2000).

Buscando aprovechar más aun el semen del padrillo, se apuntó a introducirlo más cerca del lugar de la fecundación, así se tendría menos pérdida de espermatozoides en el trayecto desde el cérvix hasta la porción anterior del cuerpo uterino. Al depositar el semen en profundidad de un cuerno uterino, se puede disminuir la concentración de la dosis hasta 100 veces, creando así una nueva técnica reproductiva: la inseminación intrauterina profunda. El desarrollo de este sistema que permita realizar la práctica de inseminación artificial en la profundidad del cuerno uterino es de enorme interés para la industria porcina, ya que durante mucho tiempo la introducción de un instrumento en la profundidad de los cuernos uterinos ha sido difícil debido a la compleja anatomía del canal cervical y curvatura de los mismos.

Actualmente existen diferentes opciones disponibles para la aplicación del semen que dependen del lugar de deposición de la dosis en el tracto genital de la hembra, a saber: (1) depositar el semen dentro del cérvix, en su parte central y caudal, conocida como IA cervical, tradicional o convencional; (2) deposición no quirúrgica del semen en el interior del cuerpo del útero una vez atravesado el cérvix, conocida como IA post-cervical o tras-cervical; (3) deposición profunda no quirúrgica del semen al final de un cuerno uterino, conocida como IA uterina profunda; (4) deposición quirúrgica de los espermatozoides aproximadamente a 5 cm de la unión utero-tubarica (García et al, 2012).

El objetivo de la inseminación artificial es disminuir la cantidad de espermatozoides por cada inseminación teniendo así un impacto sobre el padrillo del cual se realiza la extracción, disminuyendo la cantidad de sementales dentro de las granjas y mayor aprovechamiento y vida útil del mismo. (Roberts et al, 2005).

OBJETIVOS

Generales:

- Describir las distintas técnicas de inseminación artificial en los cerdos.
- Desarrollar los puntos claves para realizar la técnica de manera adecuada.
- Mencionar y explicar cuáles son los pasos para la inseminación.

Específicos:

- Comparar cada técnica.
- Determinar las ventajas y desventajas de cada una de las técnicas.

INSEMINACION ARTIFICIAL

En los tiempos actuales, hablar de reproducción es también hablar de inseminación artificial, una técnica ya muy difundida a nivel mundial que permite, sin lugar a dudas brindar una serie de ventajas al productor, logrando eficiencia en los niveles de producción (Dennis, 2007).

Como está demostrado la misma, en comparación con la monta natural, tiene ventajas zootécnicas, económicas, sanitarias y de manejo. Estas ventajas las podemos resumir en una palabra: “eficiencia” (Kubus, 2011).

La inseminación artificial en cerdos como en las demás especies, es una de los métodos más importante para el mejoramiento genético de animales, debido a que unos pocos machos seleccionados producen suficiente cantidad de espermatozoides para inseminar miles de hembras al año. En contraste, cada hembra seleccionada puede producir relativamente poca progenie, aun mediante transferencia de embriones. (Hunter , 2000).

La técnica consiste en el depósito de semen en el tracto genital de la hembra mediante diferentes instrumentos denominados pipetas o catéteres. Es una de las biotecnologías más antiguas habiendo sido aplicada por primera vez por Ivanov en los años 1900. (Fote, 2002).

Las técnicas de inseminación en cerdos tienen distintos nombres que varían de acuerdo al lugar donde es depositado el semen. La más práctica y utilizada en uso a nivel de las granjas comerciales, es la técnica de inseminación convencional (IAC) en la cual se utilizan catéteres que simulan la forma del pene del macho y el semen se deposita en el cérvix. La otra técnica utilizada es la post-cervical (IA-PC), para esta última existen diferentes modelos de catéteres disponibles en el mercado, tanto de punta en espiral o de goma espuma similares a los que son utilizados para (IAC) que sirven de guía para una cánula interior adicional de unos 73 – 75 cm, que es la que atraviesa los anillos cervicales y llega hasta el cuerpo del útero (García et al, 2012).

Es una de las técnicas reproductivas que se están utilizando en la mayoría de los países del mundo, teniendo así como inicio en el año 1779 por Lauro Spallanzani. Desde la mitad de la década de los 70 del siglo XX, la cual ha ido incrementando su presencia en la producción porcina hasta superar un 90 % de la uso en Europa y América del norte. (Weitze, 2000).

Es importante recordar que la inseminación artificial (IA) es una herramienta que solamente tendrá éxito si se la aplica y se la realiza de manera adecuada, las desventajas en términos generales son pocas. Sin embargo, es necesario contar con un personal capacitado en comparación con la monta natural (MN). Además contar con instalaciones adecuadas para realizar la detección del celo o estro, la extracción del semen y su posterior procesamiento.

Cuando un padrillo monta a la hembra el semen no está expuesto a cambios ambientales, pero en la inseminación este puede sufrir variaciones afectándose su capacidad de fertilización. Es posible que mientras se extrae, se diluye, se transporta y luego se lo deposita artificialmente en el tracto reproductivo de la hembra, es más probable que ocurran cambios que afecten el propio semen. (Paz, 2004).

La higiene del instrumental es muy importante en todo el proceso de la inseminación, hoy es posible manejar el semen usando materiales descartables, lo que evita la tarea de limpiar rigurosamente estos. Tal vez la mayor ventaja que ofrece es que le permite al productor el uso de genética superior, a un costo potencialmente menor que algunos de los sistemas de monta natural y con menos riesgos de transmisión de enfermedades. Comprar el semen permite que puedan usarse distintos genes para optimizar los sistemas de cruzamientos en las granjas más pequeñas y aumentar el progreso genético. Esto se puede lograr sin el gasto de comprar y mantener el padrillo de genética superior. Además, los mejores machos pueden usarse más, que los que se utilizan para monta natural (MN) porque con la IA se aumenta el número de dosis de inseminación por eyaculado (Paz, 2004).

El principal objetivo de la (IA) es el mejoramiento genético ya que es un método reproductivo de bajo costo comparado con el servicio natural y de otros métodos de reproducción, pues permite usar semen de padrillos probados de alto nivel genético a bajo costo. (Hafez, 2012).

Uno de los pilares más importantes en la producción porcina es la eficiencia reproductiva que es evaluada en la productividad de las cerdas, midiendo los parámetros importantes como el porcentaje de preñez y la prolificidad. Estos parámetros causan variaciones directamente en la rentabilidad dentro de las explotaciones, pudiendo estar influenciada por múltiples factores que se pueden mejorar con las tecnologías reproductivas. (Watson, 2001).

Según (Roca J, 2006) la masividad de utilización de la inseminación fue causa de los grandes beneficios que ofrece en el mejoramiento genético de los animales.

La tendencia mundial

La IA es una práctica corriente que comenzó a ser incorporada en los grandes países productores de cerdos, sustituyendo prácticamente la monta natural, de tal manera que del 100% de la hembras, un alto porcentaje es cubierta por IA, es el caso de España con 82%, Noruega 70%, Alemania y Francia 50%, en el caso de nuestro país en los últimos ocho años se ha difundido este método de manera que en los últimos dos años se ha cuadruplicado el número de cerdas cubiertas por IA. Usando la técnica de inseminación post cervical el 70% de ellas; en el 30 % restante se realiza la IA tradicional recomendable en nulíparas (reposición) y en alguna cerda que no permite la post cervical. El porqué de esta rápida aceptación e implementación de la inseminación post cervical se explica principalmente por dos motivos, uno debido a la necesidad de optimizar a los padrillos de mayor valor genético para transmitir el máximo potencial a la descendencia, el otro motivo fue que en la década de los 80-90 se comenzó a incrementar el tamaño de las granjas, y por consiguiente el número de animales. A pesar de que se pensaba en un primer momento que haría falta de un personal muy capacitado para su manejo, la demanda ha ido aumentando con el paso del tiempo debido a la simplicidad del proceso (permite el uso del sistema por cualquier persona entrenada de forma adecuada) y las enormes ventajas que conlleva. (Gil, 2007).

A continuación se hará mención de las numerosas ventajas que se obtienen en la inseminación artificial, las cuales son clasificadas como zootécnicas, sanitarias y manejo según el manual de Kubus (Rillo, 2010)

Ventajas zootécnicas

- Posibilidad de reducir el número de padrillos, disminución de espacio, costo en la alimentación y el manejo. Al obtener, evaluar y preparar dosis seminales de menos machos también puede haber una reducción de tiempo en esta tarea que se puede dedicar a un mejor control de la calidad seminal.
- Difusión rápida del progreso genético, mejorando los rendimientos al utilizar sementales de mayor valor genético obteniéndose una mejora más rápida en las explotaciones porcinas.
- Mejora en los parámetros productivos, índice de conversión, velocidad de crecimiento, Producción de lotes más homogéneos con destino al frigorífico.
- Incremento en la intensidad de selección por aumentar el número de concepciones por semental vía IA en comparación con monta natural, por lo que se reduce el número de sementales a ser seleccionados.

- Permite controlar la calidad espermática de los padrillos que están sujetos a múltiples efectos del medio ambiente, de manejo y sanitarios.
- Mejor aprovechamiento de los mejores padrillos, comparando la (IAC) vs (IA-IP) al poder hacer más dosis con cada uno, de dos a tres veces más (1000-1500 espermatozoides/dosis frente a 2500-3000 espermatozoides/dosis en la tradicional).

Ventajas sanitarias

- Herramienta fundamental en la prevención y lucha contra las enfermedades porcinas, al evitar el contacto directo macho-hembras, por lo que se impide la transmisión de enfermedades por vía venérea y por contacto.
- Se reduce la entrada de animales portadores de enfermedades del exterior.

Ventajas de manejo

- Se requiere menor tiempo por inseminación con lo que se puede dedicar más tiempo a otras tareas (atender partos, repasar comederos....). Con la inseminación tradicional el tiempo medio dedicado es de 7 a 15 minutos (absorción de la dosis es de 3 a 8 minutos) mientras que para la post-cervical es de 1 a 2 minutos (la absorción no dura más de 25 segundos). Se facilita del manejo, y se reduce el tiempo y trabajo por cerda inseminada. Se evita el movimiento de los reproductores.
- Permite usar animales de distinto peso en el cruzamiento.
- Reduce el stress de animales con problemas de claudicación durante la monta.

Sin embargo, el hecho de que la IA sea ampliamente utilizada y las ventajas de su utilización sean muchas, no significa que esta biotecnología sea sencilla de implementar o que no presente desventajas. (Gil, 2007).

Dentro de las principales **desventajas**, se pueden considerar las siguientes:

- Como en toda técnica, se requiere un conocimiento de la misma. Un mal uso puede causar heridas y reflujos (reflujos superiores al 25% en las cerdas inseminadas puede disminuir significativamente la probabilidad de fertilización ovocitos).
- Mayor costo del catéter (conjunto: catéter guía + sonda). Al costo del catéter tradicional, que hará las veces de guía, hay que añadir el costo adicional que supone utilizar la sonda intrauterina.
- El principal inconveniente es tener que atravesar una barrera natural como es el canal cervical de aparato reproductor de la hembra, el “cérvix”. Por este motivo, se requiere un cuidado añadido para evitar lesiones y un entrenamiento inicial del personal.

- Este sistema no está recomendado para cerdas nulíparas porque el aparato genital todavía está en desarrollo y su tamaño no suele permitir el acceso del catéter post cervical. Así, el proceso se puede hacer mucho más lento y engorroso, o incluso “imposible”. Cuando se cumplen una serie de requisitos mínimos, algunos autores sí recomiendan la IA-PC en nulíparas: tienen que ser hembras de tercer celo y pesar como mínimo 136 kg.
- Al igual que en la técnica tradicional, una inseminación fuera de celo puede provocar problemas infecciosos (metritis, vaginitis, etc.), sobre todo si se causan heridas y erosiones.

Para lograr una correcta inseminación artificial y alcanzar la eficiencia es fundamental conocer la anatomía y la fisiología (ciclo estral), tanto de la cerda como del padrillo, ya que es el punto de partida (Gil, 2007).

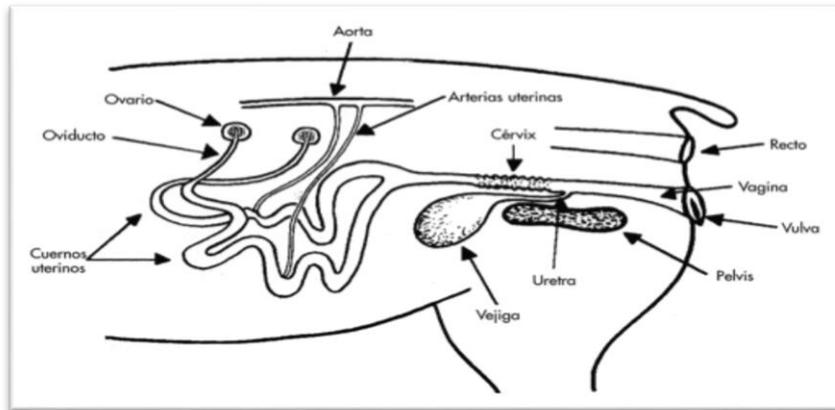
EL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA

La cerda (*Sus scrofa domesticus*) presenta dos ovarios en forma de racimos de uva, que son capaces de madurar un gran número de folículos, el oviducto se divide en tres partes y es donde se lleva a cabo la fecundación de los óvulos. El útero es bicornual, los cuernos son largos y el cuerpo es corto, el cérvix es más largo que el cuerpo y los anillos cervicales tienen forma de espiral, la vagina es larga y es la que comunica al cérvix con la vulva. (Hafez, 2012).

Anatomía topográfica: En la hembra, sólo la vagina y el vestíbulo vaginal se alojan en la cavidad pelviana, ya que otros órganos genitales como los ovarios, las trompas uterinas (oviducto) y el útero, están en la cavidad abdominal. No obstante, la cavidad pelviana es la referencia principal del canal del parto. (Hafez, 2012).

Los ovarios se sitúan próximos al techo de la cavidad abdominal, suspendidos por largos ligamentos a escasos centímetros de la entrada de la pelvis y un tanto desplazados lateralmente, el infundíbulo de la trompa se sitúa próximo al extremo tubárico (craneal) del ovario, y en él se aprecia un orificio abdominal relativamente amplio, el útero se localiza en el tercio caudal de la cavidad abdominal, entremezclándose los cuernos con las asas intestinales.

En la cerda gestante, en cambio, el peso de los cuernos hace que lleguen a descansar sobre el suelo de la pared abdominal, quedando el intestino situado dorsalmente al útero (Gil, 2007).



➤ Figura N° 1: anatomía y topografía del tracto reproductivo de la cerda (Hafez, 2012).

Estructura y función de los órganos del aparato reproductor de la cerda

Según (Barrios, J, 2012) la estructura y función de los órganos del aparato reproductor se describen:

Ovarios: Se encuentran ubicados en la cavidad abdominal, adheridos y sostenidos en la parte dorsal y lateral por parte del ligamento ancho llamado mesovario. Son redondos y pueden estar situados en o cerca del borde lateral del estrecho anterior de la pelvis, la glándula tiene un aspecto lobulillado irregular y están irrigados por las arterias ováricas. Pueden tener un diámetro de 5-7 centímetros, de superficie lisa tienen apariencia de mora debido a sus folículos o cuerpo lúteos, miden entre 7 y 8 mm los folículos y los cuerpos lúteos entre 12 y 15 mm de diámetro. La corteza del ovario contiene los folículos ováricos, los cuerpos lúteos y varios estados de desarrollo o regresión de los mismos, la ovulación o liberación de los óvulos se produce hacia el término del primer día de celo, suelen producir 20 a 22 óvulos en cada periodo de celo y en cerdas multíparas unos 25 ovocitos. Los cuerpos lúteos se desarrollan después del colapso producido en el folículo por la ovulación, la progesterona es secretada por las células luteínicas de la granulosa. La función de los ovarios es por un lado la producción de las hormonas sexuales (estrógenos y progesterona) y por otro las células sexuales femeninas (ovocitos).



- Figura N° 2: ovario de una cerda con sus folículos en distintos grados de madurez (Hafez, 2012).

Oviducto: Está suspendido por el mesosalpinx, tiene una longitud de 15-30 cm, se divide en cinco partes, es donde se produce la fecundación de los óvulos.

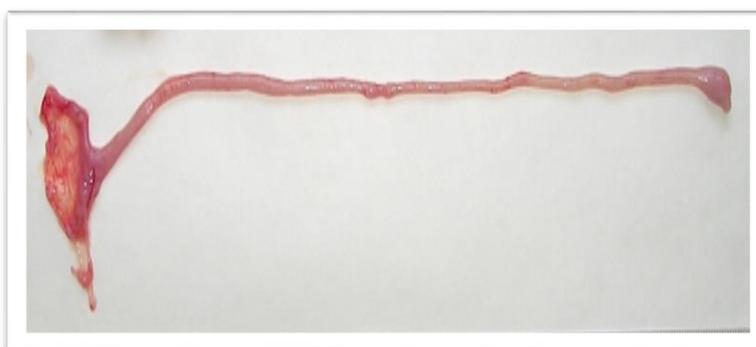
-Fimbrias: Son digitaciones que le dan un aspecto de embudo al infundíbulo, permiten la recogida del ovocito en la ovulación.

-Infundíbulo: Cubre un área aproximada de 5-10 cm, en la abertura presenta un proceso irregular en la extremidad del oviducto.

-Ampolla: Se encuentra a la altura de la mitad del oviducto y termina donde comienza el istmo, posee una abertura abdominal como es un tejido muscular formado por una cinta en donde ocurre la fertilización y el clivaje.

-Istmo: Se conecta directamente con el útero donde aparece una formación poliploide a manera de prolongaciones como dedos del epitelio. En ella se haya la inervación adrenérgica que participa en la regulación del transporte de los óvulos fecundados.

-Unión útero-tubárica: Actúa a modo de válvula, controlando su abertura para permitir el paso de los espermatozoides hacia el oviducto y controlar el paso del embrión hacia el útero en el momento óptimo.



- Figura N° 3: oviducto de una cerda. (Hafez 2012).

Útero: consta de dos largos cuernos y de un cuerpo muy corto de sólo 6 cm de longitud los óvulos fecundados o embriones son desplazados desde el oviducto hasta el interior del útero, la mucosa forma muchos pliegues y en ellas se encuentran incluidas glándulas cuyas secreción nutre el embrión durante las primeras etapas de su desarrollo, más tarde se insertan los embriones en la mucosa pasando a alimentarse por la comunicación entre la madre y el embrión.

-Cuernos uterinos: estos cuelgan de un mesenterio, el ligamento ancho del útero, La longitud de los cuernos aumenta con la edad, en la cerda de 6 meses miden 30 cm, a los 12 meses miden de 65-70 cm, en las hembras viejas pueden medir 170-250 cm y son extremadamente flexuosos y libremente visibles, gracias a la gran extensión de los ligamentos anchos, fuera del estado de gestación adoptan un aspecto parecido al del intestino delgado, su longitud puede ser de 1.2-1.5m.

-Cuerpo del útero: Comunica los cuernos uterinos con el cérvix, la diferencia es de que la capa muscular está más desarrollada en particular en el punto de unión con el cuello de la matriz, mide sólo 5 cm de longitud.

-Cérvix: En la cerda por término medio mide de 12 a 20 cm más largo que el cuerpo del útero, el interior del cuello de la matriz está revestido por una mucosa glandular, en su porción exterior está rodeado por serosa. Es notable por su longitud porque continúa directamente con la vagina sin proyección intravaginal.



➤ Figura N° 4: útero, con sus diferentes partes cuerpo, cuello y cuernos (Hafez, 2012).

Vagina: La vagina comunica la vulva con el cuello, se divide en cuerpo vaginal y vestíbulo de la vagina, su longitud incluido el atrio vaginal es de 20 a 25 cm. En la vagina es donde se desarrolla la mayor reacción antígena – anticuerpo contra los espermatozoides.

Vulva: La vulva mide unos 7.5 cm de longitud, los labios son gruesos y están cubiertos con un tegumento que forma arrugas.



➤ Figura N° 5: Vulva de una cerda (Hafez, 2012)

CICLO ESTRAL

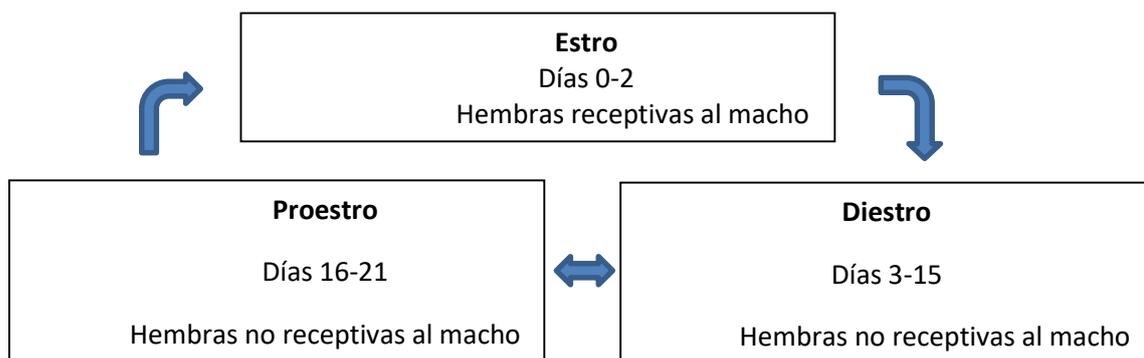
La cerda es un animal poliéstrico que en condiciones favorables manifiesta su actividad sexual a lo largo de todo el año. Su ciclo estral es aproximadamente de 21 días con un rango de 15 a 28 días. De acuerdo a los cambios que tienen lugar tanto en sus manifestaciones internas como externas, se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro (Fuentes et al., 2006).

Proestro: Esta fase dura 2 a 3 días y las hembras comienzan a montarse entre sí, sin aceptar al macho. Comienzan a reflejarse síntomas externos como enrojecimiento vulvar y secreciones. En algunas hembras esta fase se puede prolongar hasta por 4 días. Internamente se desarrolla el folículo terciario en el ovario, incrementándose la secreción estrogénica e iniciándose la preparación de los órganos tubulares y de la vulva con su tumefacción característica.

Estro: El mismo dura de 2 a 5 días, existiendo inflamación vulvar, pueden presentarse secreciones mucosas en la comisura de la vulva, la hembra gruñe con frecuencia, come poco y se muestra inquieta, se puede mostrar agresiva y lo más característico es el reflejo de inmovilidad o de quietud (lordosis), el cual es aprovechado para la monta o inseminación artificial. Entre 26 y 40 horas de haber comenzado el celo debe ocurrir la ovulación, es la fase más importante del ciclo estral porque es el momento en que se realiza el apareamiento (Fuentes et al., 2006).

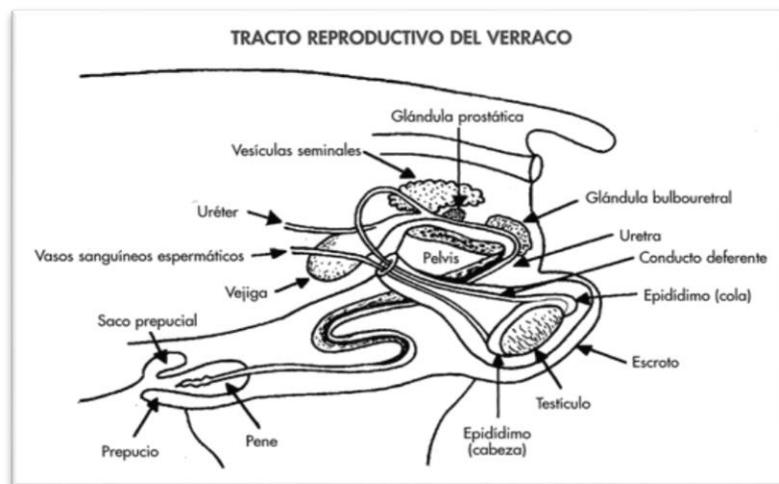
Metaestro: Esta fase dura alrededor de 4-5 días, momento en que se organiza el cuerpo lúteo y comienza la producción de progesterona. Disminuye la hiperemia de las mucosas y la secreción de las glándulas en ellas, desapareciendo gradualmente hasta su totalidad el reflejo de inmovilidad.

Diestro: Dura alrededor de 9 días, con predominio de producción de progesterona, si no ocurre la gestación al final comienza la regresión del cuerpo lúteo disminuyendo el nivel en progesterona circulante en sangre, comenzando la maduración de nuevos folículos y con ello el inicio de un nuevo ciclo estral (Fuentes et al., 2006).



EL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO

Los principales órganos internos son los testículos, el epidídimo, los conductos deferentes y las glándulas accesorias. El pene por su parte, es un órgano externo, junto con el escroto que es el saco que envuelve los testículos. Los testículos producen espermatozoides y liberan a la sangre hormonas sexuales masculinas (testosterona). Un sistema de conductos que incluyen el epidídimo y los conductos deferentes almacenan los espermatozoides y los conducen al exterior a través de la uretra peniana. A continuación se observa una imagen con los distintos órganos del aparato reproductor masculino.



➤ Figura N° 6: Anatomía del aparato reproductor del padrillo (Hafez, 2012).

Estructura y función de los órganos del aparato reproductor del padrillo

Escroto: El escroto del cerdo presenta una posición perineal o subanal, por lo que la situación de los testículos es fácilmente identificable. Tiene siete capas, de las cuales dos son musculares. De estas dos últimas, la más superficial es el dartos y la más profunda el cremáster. La primera frunce la piel y la segunda eleva los testículos aproximándolos al abdomen. Estos músculos se contraen ante estímulos variados, sobre todo de temperatura. Al variar la temperatura exterior, la capa superficial el dartos le permite movimientos al saco escrotal para acercar o alejar los testículos del cuerpo y así mantenerlos a la temperatura ideal para la producción de los espermatozoides. (Gil, 2007).

Testículos: Las funciones primarias de los testículos son producir espermatozoides y hormonas. La mayor parte del testículo está formada por los túbulos seminíferos. Los túbulos

seminíferos son una red de conductos en los cuales se producen los espermatozoides. Las células de Sertoli son células especializadas implicadas en la maduración del espermatozoide y en la producción de hormonas que ocupan el interior de los túbulos seminíferos.

Las células intersticiales de Leydig, la sangre, los vasos linfáticos y los nervios están situados entre los túbulos seminíferos. Las interacciones entre las células de Sertoli y de Leydig regulan virtualmente cada aspecto de la función reproductiva masculina. De los túbulos seminíferos salen otros túbulos que se conectan formando el parénquima testicular que está situado en el centro de cada testículo (Flowers W., 2010).

Los testículos se encuentran situados en el exterior del cuerpo dentro del escroto. Están a una temperatura entre 3-4 °C por debajo de la corporal. Los testículos del verraco son de grandes dimensiones. Su morfología es elíptica y su orientación oblicua, de forma que su borde libre se sitúa caudodorsalmente, y su polo caudal, que se relaciona con la cola del epidídimo. (Gil, 2007).



➤ Figura N° 7: testículos de un padrillo, observese la forma y tamaño (Hafez, 2012).

Epidídimo: es también de grandes dimensiones, presenta un conducto epididimario enormemente largo y flexuoso (17- 18 metros), que se evidencia por transparencia del mesesepidídimo que lo envuelve (Gil, 2007).

La red testicular entra en los conductos eferentes, forman eventualmente un solo conducto. El epidídimo es similar a los túbulos seminíferos, se enrosca sobre sí mismo varias veces diferenciándose en tres secciones distintas: cabeza, cuerpo y cola.

El epidídimo está rodeado por una capa prominente de fibras circulares formadas por unepitelio ciliar pseudo-estratificado. Los espermatozoides se encuentran comúnmente a lo largo del lumen, en el interior del epidídimo, la función primaria del epidídimo es la maduración del esperma, su transporte y almacenaje. (Flowers W., 2010).

Conductos deferentes: El conducto deferente es un tubo grueso y musculoso, a través del cual el espermatozoide es transportado desde la cola del epidídimo a la uretra, en este punto convergen las estructuras del sistema genital del verraco con la zona urinaria justo antes de la vejiga (Flowers W., 2010).

El inicio del conducto deferente es también flexuoso y se sitúa medialmente al epidídimo, posteriormente se incorpora al cordón espermático, y junto con él atraviesa el canal inguinal para entrar en la cavidad abdominal. Ambos conductos deferentes confluyen a la entrada de la cavidad pelviana, situándose dorsalmente a la vejiga y medialmente a los uréteres, los conductos deferentes desembocan en el colículo seminal de la uretra, mediante los orificios eyaculadores, después de haber atravesado la próstata (Gil, 2007).

Próstata: La próstata está situada al lado de las glándulas seminales con la mayor parte de su cuerpo encajado en la capa del músculo que rodea la uretra pélvica. Las secreciones de la glándula de la próstata durante la eyaculación son sobre todo alcalinas y contienen calcio, fosfatasa ácida y fibrinolisisina. La función primaria del líquido de la glándula de la próstata es neutralizar las secreciones vaginales ácidas (Flowers W., 2010).

La próstata está formada por un cuerpo pequeño, oculto por las glándulas vesiculares y una porción diseminada, que se infiltra en la pared de la uretra pélvica. Pese a su menor desarrollo aparente, es la glándula genital accesoria que aporta una mayor cantidad de líquido seminal al eyaculado (50-75%). La secreción prostática se vierte a ambos lados del colículo seminal mediante numerosos conductillos (Gil, 2007).

Vesículas seminales: La vesícula seminal se localiza al lado de la porción terminal del conducto deferente. En el verraco, son grandes, lobuladas y relativamente difusas. Aparecen a menudo con un color anaranjado. Son responsables de aportar la mayoría del volumen del semen. Además, secretan grandes cantidades de fructosa y de ácido cítrico así como inositol, ergotionina, varios aminoácidos y glicerilfosforilcolina. La mayoría de estos compuestos son utilizados como sustratos de energía.

Glándulas bulbo uretrales: Las glándulas bulbo uretrales tienen forma alargada y cilíndrica, se localizan en cualquier lado de la uretra pélvica cerca del arco isquiático de la pelvis. Las glándulas bulbo uretrales secretan la fracción de gel o tapioca característica del eyaculado del verraco (Flowers W., 2010).

Pene: En el verraco, el pene tiene forma de una espiral en sentido de las agujas del reloj. El pene está muy inervado y se debe estimular correctamente para que ocurra la eyaculación. El pene del verraco está formado por la porción extra pelviana de la uretra y tres cuerpos cavernosos que rodean a la uretra, cuando está en reposo, el pene está contraído y forma un doblez característico de "S" llamado flexura sigmoidea. En este estado de reposo el extremo libre está contraído y se localiza en el prepucio (Flowers W., 2010).

Se trata de un pene de naturaleza fibroelástica, relativamente fino y que en estado flácido alcanza una longitud aproximada de 60cm. El cuerpo del pene diferencia un asa sigmoidea que se sitúa bajo la piel de la región inguinal. Distalmente al asa, los músculos retractores del pene se fijan a la parte ventral del cuerpo del pene. En el extremo de la porción libre se sitúa el glande, con una capacidad bastante limitada de erección. En su parte distal, la uretra se abre al exterior mediante un orificio poco prominente (Gil, 2007).

Prepucio: El prepucio del cerdo es bastante más largo que la parte libre del pene a la que aloja. En el techo de la cavidad prepucial se sitúa un estrecho orificio por el que se accede al divertículo prepucial. El divertículo lo forman dos amplias cavidades que acumulan un líquido muy maloliente (esmegma) mezcla de orina y secreciones cutáneas en descomposición. Este líquido suele vaciarse para lubricar el pene antes de la cópula por acción del músculo prepucial craneal. Su contenido en feromonas induce una reacción de inmovilidad en las cerdas en celo, que actúa como marcador territorial (Gil, 2007).

EXTRACCIÓN DEL SEMEN

Existen varios métodos de extracción del semen: La vagina artificial, el masaje manual y el electro eyaculación. No se debe proceder a la extracción de semen hasta que el líquido contenido en el saco prepucial sea expulsado, ya que la contaminación del semen con este líquido tiene un efecto adverso sobre los espermatozoides (Mazzari, 1984).

El método de la vagina artificial es crear un ambiente de temperatura y presión similar al tracto genital de la hembra capaz de producir estímulos suficientes en el macho y provocar la eyaculación (Calderón, 2011).

El más utilizado es el de masaje manual, el cual consiste en mantener presión firme a nivel del glande, recolectando el eyaculado en un recipiente de vidrio o plástico precalentados a 37°C y provistos de un embudo con gasa para retener la porción sólida, la cual se descarta (Mazzari, 1984).

La técnica de electro eyaculación tiene un valor limitado en el examen de evaluación de la fertilidad del padrillo, ya que no puede ser observada la libido y la habilidad de la monta. Su uso está indicado en machos lesionados, de baja libido o animales viejos de gran valor (Calderón, 2011).

PROCESAMIENTO DEL SEMEN

Según (Kubus, 2011) antes de efectuar la extracción de semen, debemos cumplimentar dos pasos previos muy importantes:

1)- Preparación del diluyente: sobre la balanza electrónica colocamos la bandeja plástica y sobre una esta bolsa para dilución y luego el embudo en la boca de esta. Se procede a efectuar la tara de la balanza, y a continuación se comienza a llenar la bolsa con agua BID estilada (pH 6,7-7) hasta llegar a los 600- 700 grs.

Luego, se coloca un sobre de diluyente por el embudo completando después con agua bidestilada hasta los 1000 Grs. Recordar que por cada kilo o litro de agua corresponde un sobre de diluyente.

2)- Atemperamiento del diluyente: la bolsa con el diluyente se retiran de la bandeja de la balanza, y se la coloca sobre una placa térmica, la cual mantendrá el diluyente a una temperatura de 36-37 C°.

3)- Recolección del semen: cuando los machos están habituados a montar el potro de extracción, la misma debe realizarse en la sala de extracción y no en el corral individual. La monta se hace sobre un potro fijo, y se aprovechan los rimeros intentos del macho para vaciar la bolsa prepucial por presión manual, a efecto de eliminar los resto de orina que pudiera haber. Luego, cuando el padrillo ha montado el potro y exterioriza el pene, se sujeta manualmente la porción espiral y se tracciona con suavidad hasta lograr su total exteriorización hasta que comience la eyaculación.

El semen eyaculado es colectado en un recipiente de vidrio (esterilizado) con un filtro en su boca, o una metodología más moderna es colectarlos en bolsas descartables que ya tiene un filtro incorporado y que se hallan dentro de un termo o envase de telgopor.

Fracciones del eyaculado

La duración de la eyaculación en el cerdo oscila entre 4 y 7 minutos y se compone de tres fracciones.

-Fracción pre-espermática: es la primera emisión del eyaculado, es de origen prostática, líquido transparente con pocos espermatozoides, suele tener una carga altamente contaminante y de escaso volumen 10-15 ml aproximadamente.

-Fracción espermática: es de color blanco y muy denso, de aspecto lechoso, la cual contiene una concentración de 500.000 a 1.000.000 de espermatozoides/ml y un volumen cercano a los 100 ml esta es la fracción que más nos interesa recolectar para la inseminación artificial.

-Fracción post-espermática: está constituida por secreciones de las glándulas accesorias y con escasos espermatozoides, es de color blanquecino transparente, con grumos gelatinosos a lo largo de su emisión, con un volumen aproximado de 200 ml cuya concentración espermática disminuye hasta 100.000 espermatozoides/ml (Kubus, 2011) Durante toda la eyaculación, sobre todo en la primera y tercera fase se expulsan unos grumos gelatinosos conocidos como tapioca, procedentes de las glándulas de Cowper que actúan como tapón para el cérvix de la cerda en condiciones de monta natural. Este gel o tapioca no interesa recoger ya que provoca la gelificación del líquido seminal.

4)- Evaluación de la colecta seminal: llegada la muestra seminal al laboratorio, se realizan las siguientes tareas.

- quitar el filtro de la bolsa de extracción.
- observar el aspecto y color del semen (examen macroscópico).
- pesar la colecta y anotar el volumen extraído.
- colocar la muestra sobre la placa térmica, mientras se evalúa la temperatura
- controlar el pH de la muestra.

Evaluación del semen

La evaluación del semen es fundamental para detectar problemas de subfertilidad e infertilidad en el padrillo, consecuencia de distintos factores que influyen sobre la calidad seminal, como los factores medioambientales, el estado nutricional, condiciones sanitarias, etc.

examen microscópico: con el bulbo del termómetro sumergido en el centro de la muestra, se coloca una gota en un porta objeto previamente atemperado, luego se coloca el cubre objeto. Observándose aspectos de la motilidad a 100X (aumentos). La motilidad espermática es el parámetro más utilizado para determinar la calidad del eyaculado. Primero se observa la

motilidad en masa que nos representa el campo del microscopio en general, evaluando subjetivamente que porcentaje de motilidad tiene (por ej.: 80-90-95%). Luego se observa la motilidad individual o sea el tipo de movimiento de cada espermatozoide, clasificándose en una escala de 0 a 5.

5)- determinación del número de dosis: es fundamental el cálculo de concentración espermática del eyaculado, ya que de acuerdo al volumen y a la concentración de células espermáticas podemos calcular el número de dosis a preparar. A tal efecto, se utiliza la Cámara de Burker.

La observación y el conteo en la cámara nos permite determinar el número de dosis que se puede obtener de la muestra colectada, como así también observar las formas anormales que pueden presentarse.

6)- Dilución del semen: después de la colección, el eyaculado debe diluirse dentro de aproximadamente 10 minutos, debido a que posteriormente su viabilidad decrece. Durante el lapso requerido para la evaluación de la concentración, motilidad y el cálculo de las dosis, el eyaculado y el diluyente deben ser mantenidos a igual temperatura, preferentemente entre 32°C y 35°C, en un baño María o en gabinete temperado. Los cambios de temperatura pueden afectar la calidad del semen, es decir su longevidad y la fertilidad de la dosis de inseminación.

La dilución debe efectuarse en forma lenta y gradual, pero cuidadosa, pues de otro modo puede afectar a las células espermáticas. Algunos minutos tras la dilución debiera efectuarse una evaluación final de la motilidad, para descartarse eyaculados con tasas de motilidad menores a 70%. La utilización de tales dosis de semen de baja motilidad aumentaría las fallas de fertilidad (Kubus, 2011).

7)-Almacenamiento: las dosis de semen deben permanecer aproximadamente 90 minutos a temperatura de 20°C, luego deben almacenarse en una caja de aire acondicionado. El rango ideal de temperatura de almacenamiento se sitúa entre 16°C y 18°C. A esta temperatura, el metabolismo espermático y el consumo de nutrientes se reduce, conservar en anaerobiosis; por lo no se debe dejar en las botellas un espacio de aire superior al 20% de su volumen.

El semen almacenado debe ser mezclado suavemente cada 12 horas, para mantener los espermatozoides en suspensión en el diluyente; las dosis seminales almacenadas previamente deben ser observadas en el microscopio (motilidad) para comprobar si guardan la suficiente viabilidad para ser utilizadas (Kubus, 2011).

Al utilizar diluyentes de almacenamiento corto BTS, el período de almacenamiento puede alcanzar a 2 o 4 días.

DETECCION DEL CELO

La detección del estro o celo es uno de los factores más importante que se debe llevar a cabo en todas las granjas de producción porcina, sin tener en cuenta si la reproducción es por monta natural o a través de inseminación artificial, siendo más importante en esta última ya que de ello depende el éxito de cada inseminación, las detecciones deben realizarse de manera correcta y separada por 12 horas aproximadamente. (Martinez , 2009).

Para la detección de celo en la cerda se pueden usar diversos métodos que varían en cuanto a su exactitud:

1. Observación de signos externos
 - Edema e hiperemia vulvar.
 - Actitud inquieta.
 - Gruñidos característicos.
2. Observación del comportamiento sexual
 - Búsqueda del padrillo.
 - Monta a otras hembras.
3. Desencadenamiento del reflejo de inmovilización
 - Por el padrillo: pasando el macho por delante de las jaulas.
 - Por el hombre: por estímulos simuladores del padrillo (presión sobre el dorso de la cerda).

Una IA exitosa depende no solamente de una colección apropiada y de un manejo correcto de las técnicas de inseminación, sino que también requiere de un entendimiento completo de los ciclos reproductivos normales y anormales de la hembra

El mejor método para la detección del celo es la utilización de un padrillo (celador), dos veces al día, a primeras horas de la mañana y ultimas de la tarde, procurando adaptarlo al manejo habitual de la granja (Rillo, 2010).

La estimulación máxima del padrillo sobre la hembra, ocurre cuando esta es expuesta a concentraciones de ferohormonas presentes en la saliva del padrillo. Esto solamente es porque este está en contacto físico directo con ella.

El mismo autor refleja que los signos visibles del estro son: la hembra se quedara quieta cuando se aplique presión en el lomo, la vulva que se había hinchado en el proestro, se relajara, la vagina secretara más mucosidad, la hembra puede volverse arisca, reacia a comer, emitirá sonidos e intentara montar a otros animales en el corral.

Los signos del celo son:

- Tumefacción y coloración intensa de la vulva
- Presencia de mucosidad en la vulva
- Nerviosismo y pérdida de apetito
- Abundante salivación
- Gruñido característico
- Montan y se dejan montar por otras cerdas
- Reflejo de inmovilidad

El macho generalmente gruñirá, salivará e intentará montar a la mayoría de las hembras. En las nulíparas, el estro puede durar solamente uno o dos días, pero en las cerdas adultas el ciclo es más largo. Otra técnica ampliamente difundida consiste en aplicar presión manual sobre el lomo de las cerdas mientras están en presencia del macho para determinar si están en celo. (Hunter , 2000).



- Figura N° 8: reflejo de inmovilidad frente y obsérvese la posición de las orejas (Kubus, 2011).

MOMENTO ÓPTIMO DE LA INSEMINACION

Otro punto de mucha importancia en la inseminación artificial es el momento óptimo de inseminación el cual debe hacerse lo más cerca posible a la ovulación. Teniendo en cuenta que la ovulación se produce en la cerda alrededor de 30 a 40 horas después de la aparición de los primeros síntomas de celo y, por otro lado, que la vida media de los espermatozoides es de unas 36 horas y alcanzan el máximo de su actividad después de llevar 6 horas en el interior de los genitales de la cerda, se llega a la conclusión de que la inseminación debe hacerse unas horas antes de que se produzca la ovulación. (Mazzari, 1984).

Estudios cubanos (Arias et al, 1990) han demostrado que la ovulación ocurre en las cerdas adultas entre las 28-40 horas después de presentado el reflejo de inmovilidad y en las cachorras un poco antes, entre las 26-36 horas. Posteriormente otro estudio (Dennis, 2007) comparo dos sistemas de monta, donde se cubría un grupo a la hora cero y el segundo grupo pasadas las 8-10 horas del comienzo del celo y obtuvieron mejores resultados al inseminar por primera vez a la hora cero.

Gardon Juan (2012), afirma que la monta o la inseminación artificial se deberían realizar en función al intervalo destete-estro. Aquellas cerdas que presentan celo entre el día 0 y el día 4 después del destete pueden inseminarse de acuerdo al siguiente esquema:

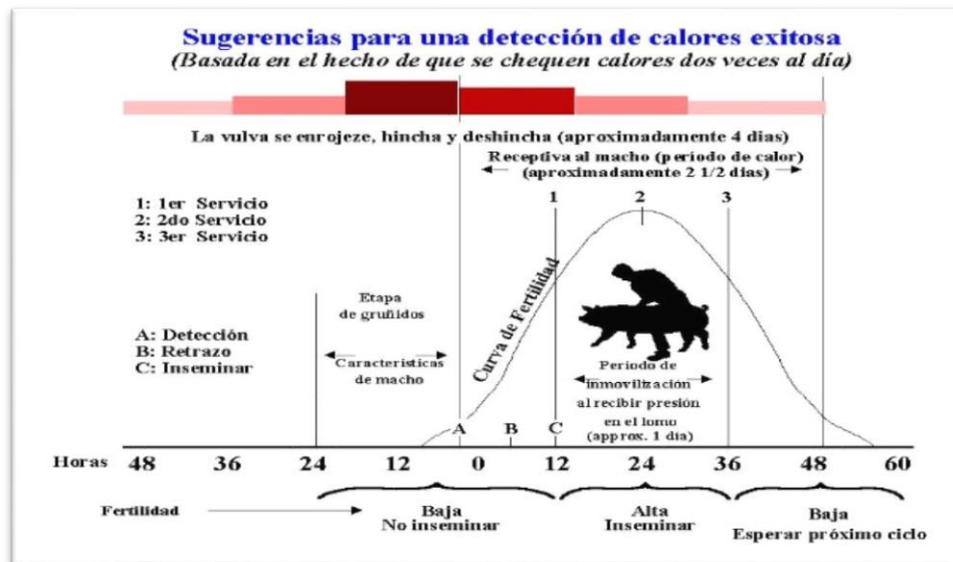
- Primera Inseminación Artificial (IA): 18 a 24 horas,
- Segunda IA: 30 a 36 horas y
- Tercera IA: 42 a 48 horas.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, la duración del celo varía entre 40 y 65 horas, siendo de 53 horas promedio (Pinheiro Machado, 1973). Por lo tanto, dos IA con 12-24 horas de intervalo permiten inseminar próximo a la ovulación. Cerdas en celo entre el día 5 y 6 después del destete pueden utilizar:

- Primera IA: 12-18 Horas y
- Segunda IA: 24-30 horas.

Las cerdas que presenten celo entre el día 8 y el día 14 después del destete no deberían ser inseminadas, ya que el número de lechones nacidos vivos por camada se reduce

en forma significativa. En este caso, y si es económicamente viable, sería conveniente dejar pasar un ciclo e inseminarlas en el próximo celo.



➤ Figura N° 9: Momento óptimo de inseminación, según los signos de la hembra (Kubus, 2011).

En resumen, si se utiliza una sola dosis por inseminación (poco recomendada), debe aplicarse a las 24 horas de la aparición del reflejo de inmovilidad. En el caso de realizar dos aplicaciones por celo, la primera de ellas se hará cuando hayan transcurrido entre 12 y 24 horas desde que se observaron los primeros síntomas de inmovilidad, y la segunda aplicación, entre las 24 y 36 horas (12 horas después de la primera aplicación) (Mazzari, 1984).

EQUIPAMIENTO RECOMENDADO

- Microscopio de hasta 400 aumento.
- Placa termostática.
- Balanza electrónica.
- Conservadora de semen a 15 °C.
- Bandeja plástica.
- Soporte de llenado.
- Jarra para la recolección.
- Cámara de Burker o colorímetro digital.
- Accesorios complementario (termómetros, porta y cubre objetos).

Este material que se necesita es para montar un laboratorio, en el cual el semen que se colecta de los padrillos se lo utiliza para fraccionar las dosis que luego serán envasadas para ser utilizadas en las hembras. Sin embargo, este equipamiento puede no ser necesario en el caso de que las dosis seminales se compren a un centro de inseminación, el cual las comercializa a granjas que no hacen extracción. En este caso no será necesario el equipamiento sino material que se menciona a continuación.

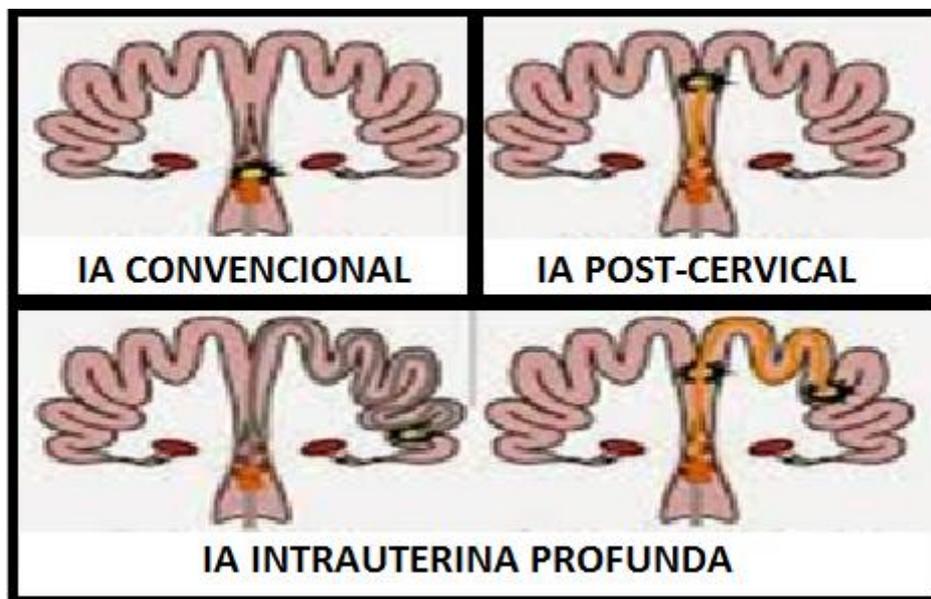
MATERIAL NECESARIO PARA INSEMINACION ARTIFICIAL

- Semen: debe mantenerse en su previo almacenamiento hasta que esté listo para usarse.
- Es necesario utilizar toallitas húmedas o papel, para limpiar y desinfectar la vulva.
- Tijera para realizar cortes sobre el envase que contenga el semen dependiendo del tipo de tapón que traigan.
- Es necesario utilizar gel lubricante estéril que no sea espermicida, para lubricar los catéteres antes de la introducción. Poseen acción bacteriostática, por lo que reduce la carga bacteriana en las vías reproductiva. Pueden emplearse introduciendo 10-15 ml en el cuello uterino post-inseminación, reduciendo así el rechazo del material seminal.
- Una sonda o catéter descartable de inseminación. Existen diversos modelos y también varían según que técnica de IA se utiliza.
- La oxitócica es opcional para quien la quiera utilizar, jeringas y agujas. (Dennis, 2007).
- Estimuladores para la IA: son instrumentos que se colocan sobre el dorso del animal para simular la presión del padrillo sobre el lomo de la cerda.

Hay existencia en estudios sobre el uso de estrógenos, oxitócica y prostaglandinas con los cuales se llega a la conclusión que al incorporarse a las dosis seminales, reduce el tiempo de la absorción del semen al inseminar por primera vez, aunque no se nota un gran cambio en el tamaño de la camada. (Aguaron A, 2007).

TÉCNICAS DE INSEMINACIÓN

La inseminación artificial en la cerdas se puede realizar de distintas maneras de acuerdo al lugar anatómico según donde se deposite el semen. Estas técnicas requieren de un personal capacitado de tal manera que el proceso sea empleado correctamente.



- **Figura N°10:** ubicación del catéter de inseminación según el lugar donde se deposita la dosis (Kubus, 2011).

Comparación de las características principales de los métodos de IA Tradicional, Intrauterina Post cervical (IA-PC) e Intrauterina Profunda (IA-IUP).

CARACTERISTICAS	IAC	IA PC	IA IUP
Longitud del catéter (cm)	54	73	148
Volumen de dosis (ml)	70-100	30-90	5
N° de espermatozoides por dosis (10^6)	2000-4000	1000-3000	150
Apto para todo tipo de cerdas	Si	No	Si

A- Inseminación artificial cervical, estándar o convencional

La técnica de IA cervical es la más utilizada en nuestro medio. Los tipos de catéteres que se utilizan son descartables, pudiendo ser espiralados o los esponja, estos últimos de diferente diseño para multíparas y nulíparas. Tiene por objetivo depositar el semen dentro del cérvix, en su parte central y caudal. Es conveniente que la hembra en celo tenga contacto

visual con el macho para que se produzca la cadena de reflejos que acontece en la monta natural.

Según (Lopez, 2003) los pasos para la inseminación son:

- 1) El primer paso es la identificación de la hembra.
- 2) El semen conservado debe calentarse previamente a la aplicación, a una temperatura de 35 °C para lo cual es necesario disponer de un baño de María o estufa a temperatura, cercano al lugar de inseminación para evitar pérdidas de calor; en caso contrario se debe transportar la dosis en termos.
- 3) Se utiliza una toalla desinfectante antes de proceder a la inseminación. Esto ayudará a prevenir adecuadamente la contaminación del interior del tracto reproductor y una posible infección.
- 4) Se debe lubricar el extremo del catéter con algún gel lubricante para tal fin, que no sea espermicida para que se deslice suavemente en los genitales femeninos sin lesionar la mucosa.
- 5) Introducir cuidadosamente el catéter de inseminación por la vagina hasta el cérvix con un ángulo de 45 °C, el que se va deslizando por el techo de la vagina hasta encontrar una resistencia (cuello del útero).
- 6) Si se utiliza el catéter espiralado, se ejercerá un movimiento rotatorio en sentido contrario a las agujas del reloj se lo hará penetrar en el cérvix. Si son esponjas, al llegar al cuello, basta una leve presión y el catéter queda fijado en los pliegues del cuello uterino.
- 7) Una vez fijo el catéter, se acopla el envase que contiene el semen, el cual debe bajar por gravedad o una leve presión sobre el envase. Una vez terminada la inseminación se deja colocado el catéter por unos minutos, teniendo la precaución de tapar su orificio posterior para evitar de que no entre aire en el útero.
- 8) Para retirar el catéter se lo va girando en sentido horario mientras que se va sacando.

La duración de esta operación oscila entre 2 a 5 minutos. En las granjas donde se realizan varias inseminaciones diarias, se utiliza el sistema denominado “manos libres” valiéndose para tal fin de mochilas o arcos plásticos que sostienen el recipiente del semen.

En la inseminación cervical o convencional (IAC), el número de espermatozoides por dosis inseminante para alcanzar una óptima fertilidad ha disminuido a 1.5×10^9 espermatozoides en 70 – 100 ml, esto es debido a la mejora de los diluyentes utilizados. Por cada servicio se utilizan 3.0×10^9 (dos inseminaciones por cerda) (Llovera, M., 1999).

Las ventajas: que se obtienen con IAC se van a describir a continuación, algunas de las cuales son las mismas para las demás técnicas.

- Una de las mejores ventajas que ofrece la (IA) es elevar la oportunidad de utilizar sementales con alto nivel genético.
- Existe el gran beneficio de desarrollar su propio material genético.
- Disminuye la posibilidad de introducir enfermedades.
- Reduce el número de eyaculaciones por semental.
- Se elimina la necesidad de movilizar la cerda de su jaula de gestación hacia el corral de servicio.
- Se utilizan padrillos de mayor tamaño en hembras pequeñas.
- Se reducen gastos por alimentación de los machos.
- Se obtienen animales más uniformes. (Guadalupe, 2005).

La inseminación artificial nos permite incrementar el nivel de la genética de nuestros animales no solamente en el color, si no que la carne será más magra y lógicamente más sana para el consumidor. Estos animales requerirán menos cantidad de alimento saliendo más rápido hacia el mercado a una edad más joven. (Perez H, 2001).

Las Desventajas:

- Se requiere de adecuada detección de celo para establecer el momento ideal para efectuar la inseminación.
- Riesgo de cometer errores humanos durante el proceso.
- Incremento de costos con el fin de colocar un pequeño laboratorio en la granja.



➤ Figura N° 11: catéter para inseminación artificial convencional (obsérvese las diferentes formas y el extremo donde se acopla la dosis seminal) (Kubus, 2011).

B- Inseminación post-cervical (IA-PC)

Durante la (IA-PC) el semen se introduce directamente en el cuerpo del útero utilizando una cánula, más larga (de 74 a 75 cm según el modelo y fabricante). Esta cánula pasa a través de los anillos del cérvix hasta llegar al cuerpo del útero, y al igual que en la (IA- IUP) es necesario un catéter de IA tradicional o convencional, que se fijara a los anillos del cuerpo uterino utilizándose como guía para la introducción de la cánula de diseño especial que va por dentro del primero. Es muy variable el volumen (de 30 a 80 ml) y la concentración (500, 750, 1000, 1500 x 10⁶ espermios/dosis).

La introducción del catéter es un procedimiento más lento que en la IA tradicional. El catéter post-cervical es similar al catéter tradicional, pero contiene una sonda en su interior más fina y larga. El uso de estos catéteres para (IA-PC), así como la técnica es un poco diferente a la tradicional, lo que hace necesario e imprescindible la formación del operario antes de su uso en la explotación. El riesgo de lesiones a nivel de cuello uterino y el posible daño tisular es alto si el personal no está debidamente entrenado. (Martinez 2006).

El reflujo de semen en la IA es un hecho común, que no depende del sitio donde se deposita el semen ni está relacionado con problemas reproductivos. El reflujo de semen durante o poco después de la inseminación ha sido considerado por muchos técnicos como un punto crítico en la técnica de IA. (Pérez H. 2001).

Ciertas maniobras en la cerda, como presión en la región lumbar y, sobre todo, la presencia de un verraco estimulador favorecen la realización de la inseminación. Algunos autores afirman que la presencia de un verraco estimulador durante la inseminación aumenta en un 10% la tasa de fecundación. (Pérez H. 2001).

Los pasos para realizar la técnica son: (Lopez, 2003).

1. Limpiar cuidadosamente la vulva de la cerda.
2. Sacar el conjunto canula-cateter guía de su envase.
3. Lubricar con gel.
4. Colocar el conjunto (catéter-cánula) de la misma manera que en la forma convencional, hasta que el catéter queda fijado en el cuello uterino. Luego presionar la cánula hasta abrir el tapón del catéter (aproximadamente 1,5 cm)
5. Infundir a través de la cánula 30 ml de diluyente a 42 °C (permite la apertura de los pliegues) esperar 2 minutos.

6. Con suaves pero enérgicos movimientos de presión, ir atravesando los anillos cervicales hasta alcanzar el cuerpo uterino, en donde la cánula progresa sin dificultad.
7. Introducir la cánula no más de 3 cm lo que nos garantizara que la inseminación se hará en el cuerpo uterino.
8. Acoplar el envase al extremo de la cánula y ejercer leve presión para que entre la dosis.
9. Finalizada esta operación se extrae el catéter y la cánula en forma convencional.

Las ventajas: que se obtienen en esta técnica son:

- Reducción del volumen de la dosis (entre 16 a 30 ml) contra los (80 a 100 ml de la tradicional).
- Se usan menos espermatozoides por dosis (500 millones contra 3000 millones).
- Mas dosis por eyaculado.
- Se evita el reflujo.
- Mayor aprovechamiento de los padrillos genéticamente superiores.
- Reducción del costo de compra y mantenimiento de los machos.



- Figura N° 12: catéter para inseminación post- cervical (obsérvese el catéter de IAC y por dentro el catéter que atraviesa los anillos cervicales) (Kubus, 2011).

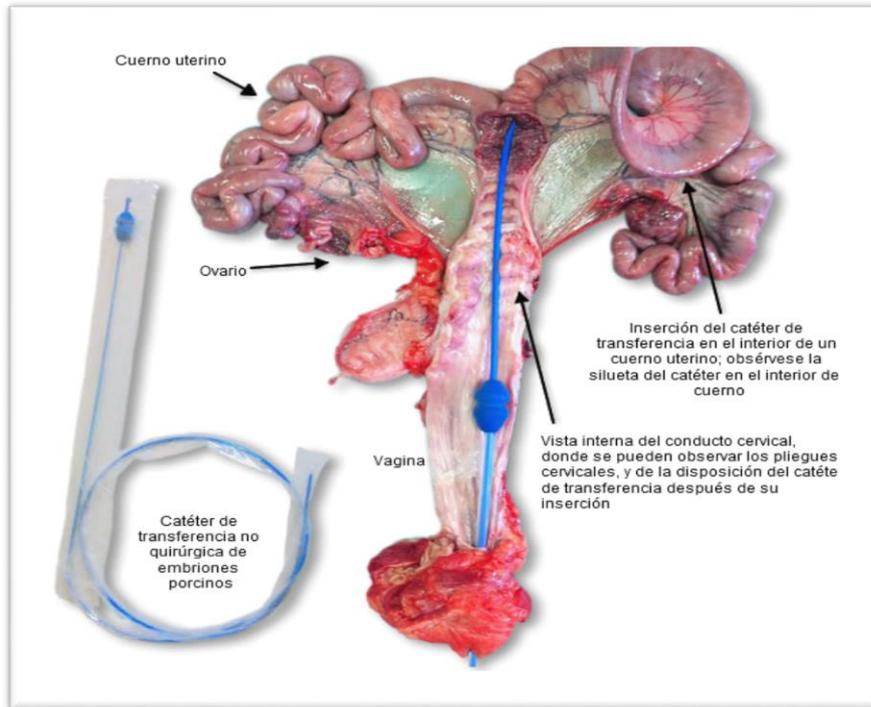
C- Inseminación intrauterina profunda (IA-IUP)

La (IA IUP) permite depositar los espermatozoides, en la profundidad de un cuerno uterino de forma rápida y sencilla, aunque el costo es elevado, el procedimiento se reserva para dosis seminales crío preservadas o sexadas. Los estudios llevados a cabo indican que con esta técnica se puede reducir 20 veces el volumen de la dosis de inseminación con semen fresco; es decir el número de espermatozoides/dosis sería $0,15 \times 10^9$ y el volumen de la dosis 5 ml sin que afecte la fertilidad y el tamaño de camada, en el caso de semen congelado el número de espermatozoides a utilizar puede ser reducida hasta 6 veces. (Ramírez, 2013).

Esta técnica Permite que los espermatozoides se desplacen más rápido hasta el sitio de la fertilización y elimina obstáculos en este recorrido, como las secreciones cervicales; el semen es directamente depositado en el tercio distal de un cuerno uterino, se evitan también las pérdidas por reflujo (Toalombo, 2007)

Para poder realizar la (IA IUP), y depositar los espermatozoides al final del cuerno uterino se diseñó un catéter de 1.80 metros de longitud, un diámetro externo de 4mm y un tubo interno de 1.80 mm de diámetro que permite alcanzar el extremo profundo del cuerno uterino. (Flowers W., 2010).

El procedimiento de inseminación consiste en hacer pasar este dispositivo a través de la luz de un catéter de IA tradicional que nos sirve para fijar el cuello uterino. Una vez situado el catéter de IA tradicional, el dispositivo de inseminación intrauterina es pasado a través de su luz empujando suave y a la vez firmemente para superar el canal cervical y progresar hacia el cuerpo uterino en primer lugar y finalmente alcanzar el cuerno uterino, sin embargo los espermatozoides son capaces de llegar al oviducto correspondiente del otro cuerno uterino y fertilizar un alto porcentaje de los ovocitos allí presentes, siendo necesario un tiempo medio de inseminación de unos 3 a 4 minutos (Martinez, 2006).



➤ Figura N° 13: ubicación del catéter de IA intrauterina profunda. (Kubus, 2011).

DISCUSION DEL USO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL PROFUNDA

La inseminación intrauterina profunda tiene ventajas muy marcadas en comparación con la inseminación estándar.

Hay que tener presentes las ventajas y desventajas de esta técnica.

- En el status de los machos permite incrementar entre 8 y 20 veces el rendimiento de las inseminaciones ya que existe la posibilidad de reducir el número de espermatozoides por dosis de inseminación.
- Se incrementan los machos de alto valor genético para una rápida diseminación de la genética. (Martinez , 2009).
- No se debe utilizar en cerdas nulíparas. Si se puede utilizar en cerdas después de su tercer celo mientras sean cerdas con un buen desarrollo corporal.
- Los costos del catéter y la inseminación son elevados tomando en cuenta que la calidad genética es sumamente elevada utilizando semen sexado.

Se requiere de operadores bien capacitados que dominen la técnica tomando en cuenta que la técnica no es sencilla (Roca, J. et al., 2006).

D- inseminación intrauterina por cirugía laparoscopia

La cirugía laparoscópica es una técnica para depositar el semen directamente en el útero o en el oviducto y podría ser realizada en granjas por personal calificado. En la cerda, la deposición de los espermatozoides por laparoscopia se hace en el cuerno uterino, cerca de la unión utero-tubrica, permitiendo obtener altos porcentajes de fecundación (92,3%) utilizando únicamente entre 10-20 x 10⁶ espermatozoides por cuerno. Una reducción mayor en el número de espermatozoides, hasta 5 x 10⁶, da lugar a una reducción significativa de las tasas de gestación obtenidas (81,9%). (Hafez, 2012).

Para llevar a cabo esta técnica los animales deben estar anestesiados y colocados en la posición de Tren de lemburg. Una vez en la posición, se procede a la realización de una incisión de 1,5 cm cerca del ombligo y tirando de los bordes de la incisión procederemos a la introducción de un trocar de 12 mm de diámetro que nos ayudará a introducir un laparoscopio dentro de la incisión. Una vez que hemos abordado la cavidad abdominal, una parte del trocar es retirado y sustituido por el laparoscopio. En este momento, la cavidad abdominal es inflada mediante la introducción de CO₂ hasta alcanzar una presión de 12 mmHg y se colocan dos puertos accesorios en el hemi-abdomen derecho e izquierdo, que

servirán para la introducción de unas pinzas Duval de laparoscopia cuya misión será la de manipular los cuernos uterinos y agarrar el oviducto para poder introducir dentro del mismo la aguja de inseminación. Tras la introducción del semen en ambos oviductos, los trocares y puertos son retirados y una mínima sutura será requerida en los puntos de entrada de los mismos. El tiempo requerido para la realización de esta cirugía de mínima invasión es de sólo 15 minutos (Hafez, 2012)

Las ventajas son las mismas que para las otras técnicas de IA, pero **las desventajas** a mi juicio de la IA por cirugía laparoscópica son más.

- El personal que realice la técnica, estar capacitado.
- El tiempo que se demanda es mayor en comparación con las otras inseminaciones.
- Mayores riesgos por complicaciones durante la cirugía.
- Complicaciones en el post- quirúrgico.
- El costo es mayor, debido al instrumental específico a utilizar.

IMPORTANCIA DE INSEMINAR EN EL MOMENTO ÓPTIMO

Cuando la cerda esta en celo tiene lugar a un desplazamiento y un mecanismo de defensa en el aparato reproductivo:

- Incrementa la actividad de leucocitos.
- Defensa mecánica por medio de secreción de moco y movimientos peristálticos de la musculatura uterina.
- La inseminación fuera de este periodo de seguridad puede favorecer la aparición de infecciones (Mozo, 2012).

PUNTOS CRITICOS DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL

- 1- técnica de inseminación.
- 2- calidad del semen.
- 3- detección del celo.
- 4- material que se va a utilizar (tipo de sonda) (Mozo 2012).

Para lograr una exitosa técnica de inseminación, tiene que tenerse en cuenta que estos puntos son los que definen el resultado de la técnica, ya que son el punto de partida. En contraste se

puede realizar la técnica de la mejor manera, pero si no se detecta celo correctamente o el semen se lo maneja ineducadamente el resultado no va ser bueno, Por eso la importancia de estos puntos.

FACTORES QUE PROVOCAN LA PRESENCIA DE REFLUJO

La presencia de reflujo se puede definir como “el principal enemigo en el proceso de inseminación artificial de la cerda” por lo tanto es importante conocer los factores que estimulan su presencia.

- Colocación inadecuada de la sonda.
- Capacidad del cérvix/útero, diámetro y grado de dilatación para la absorción del líquido a la velocidad introducida.
- Presión que se hace al aplicar la dosis seminal.
- Contracciones expulsivas.
- Grado de estimulación de la cerda.

Cuando las contracciones ascendentes no son adecuadas se producen reflujos seminales y se pierde mucho material seminal. (Gardon, J, 2012).

La autora Edy de paz hace mención de los problemas que pueden ocurrir, a distintos niveles de la técnica. Ya que estos pueden ser la causa de una falla.

IDENTIFICACION DE DISTINTOS PROBLEMAS EN LA INSEMINACION ARTIFICIAL

Problemas en los registros

- Cuando no se registran las características del semen: si bien la evaluación no es un indicador 100% seguro de fertilidad, es aconsejable conservar el registro de las características de cada macho en IA. Estos registros nos ayudan a determinar si los machos han estado sometidos a estrés térmico, se encuentran enfermos o son subfértiles o estériles.

- Cuando no se registra la edad del semen: es aconsejable que en la etiqueta de cada dosis esté identificado el macho o el pool de semen así como la fecha en que fue recolectado.

- No se registra la calidad del servicio: es de gran utilidad usar un código o un método numérico para determinar la calidad del servicio: presencia de sangre o pus en el catéter, identificación del operario, cerda repetidora, intervalo destete primer servicio o cualquier otra anomalía de la hembra.

Problemas en el Alojamiento de los machos

- padrillos alojados en ambientes sucios: el alojamiento en estas condiciones da como resultado la presencia de tierra, barro, heces, orina que son recolectados junto con el semen.
- Stress térmico: los efectos del stress térmico son muy variables entre los machos. Los signos típicos que se observan en la examinación del semen en el laboratorio son: disminución de la motilidad, aumento de anomalías de los espermatozoides (gotas citoplásmicas, defecto de la cola, de la cabeza etc.), también una posible disminución de la capacidad fecundante y del volumen obtenido en cada eyaculación.
- Proveer 18-24 hs luz no mejora la producción espermática. Trabajos científicos avalan que la producción espermática es mejor con 1-12 hs de luz por día.

(Ramírez, 2013)

Masturbación previa a la colecta

- El manejo rutinario de la alimentación, la limpieza de los boxes, el orden de recolección de los machos necesitan ser evaluados por sus efectos en la estimulación de la masturbación, por ejemplo si un macho se masturba en un box cuando otros son llevados al local de extracción la rutina debe ser cambiada y recolectar en primer lugar el semen de ese macho.

Inadecuado número de machos

- No hay duda que el número de machos necesarios para servir artificialmente las hembras pueden ser reducidos substancialmente en las granjas. Lo que no debe usarse es la relación número de cerdas inventadas por machos, el número de machos necesarios para abastecer el número de dosis estimadas por día o periodo de tiempo depende de: intervalo (descanso sexual) entre colecta por cada macho, del número de células espermáticas y/o volumen del eyaculación por extracción, su calidad seminal, la edad de los machos y el número de dosis necesario por día.

Problemas en la recolección

- pisos muy pulidos alrededor del potro pueden alterar el volumen del semen recolectado ya que los mismos influyen en la disposición del macho a trabajar. Un buen piso alrededor del potro es esencial para ayudarlo a montar, desenvainar y eyacular.
- Altura del potro, muchas veces uno observa que el potro es muy alto para machos muy jóvenes. Cuando el potro es muy alto el macho tiende a recular o bien a montar y deslizarse hacia tras. Si bien la altura óptima del potro esta está en relación con el peso del macho, no se ha determinado cual es la relación que optimice la obtención del esperma. Trabajos científicos indican que en promedio el número de espermatozoides por ml de semen fue mayor a una altura de 50cm. (84x106) que a 61 cm. (69x106) o a 76 cm (65x106) para machos de 94 a 149 Kg.
- Padrillos subfértiles: muchas veces estos son clasificados como machos de alta calidad para IA pero ello no significa que sean de alta fertilidad. Serios problemas de fertilidad ocurren cuando los machos no son evaluados en la granja cotidianamente.
- Uso de guantes de látex ciertas marcas de guantes látex son perjudiciales para la motilidad espermática. La motilidad ha sido hasta cero con solo un minuto de exposición del látex. Por lo tanto se recomienda el uso de guantes vinílicos y libres de talco.
- Contaminación del semen: Frecuentemente se observa el semen contaminado con líquido prepucial, orina, tierra y heces al momento de la colecta. Es importante que los machos tengan un lugar limpio y seco cuando se colecta el semen si es necesario puede cortarse los pelos largos alrededor del orificio prepucial y lavar el área antes de la colecta removiendo todo el fluido contenido en el prepucio. Si en el momento de la exteriorización del pene se observa fluir líquido puede tomarse una toalla de papel y colocarla suavemente entre la mano y el pene para que absorba el líquido.
- Frecuencia incorrecta e insuficiente número de células espermáticas por dosis de semen: La frecuencia con que se extrae semen de los machos en las granjas parece ser uno de los principales problemas ya que en general han reducido los mismos en demasía.

CONCLUSION

Finalmente se puede decir que la inseminación artificial en cerdos como en las demás especies en las que se aplica dicha técnica, nos ofrece múltiples ventajas en comparación con el apareamiento por monta natural. Sin embargo, también se pueden cometer errores en varios puntos críticos que se deben tener siempre en cuenta como lo son: la detección del celo, momento óptimo de inseminación, capacitación del personal, técnica empleada y los materiales utilizados, etc. Por lo tanto la aplicación de esta biotecnología en las granjas porcinas, cualquier sea su tamaño, debe ser controlada periódicamente para detectar las fallas que se puedan ocurrir, y así lograr la eficiencia reproductiva.

En cuanto al tipo de técnica a utilizar depende de las características de cada granja, en relación a la conveniencia y capacitación del personal en cada caso. De las técnicas que se describen en este trabajo las más empleadas a nivel de criadero son la IAC, IAPC. La IAIP y la IA quirúrgica son utilizadas más en forma experimental.

El objetivo a futuro de la inseminación artificial es la disminución del número de espermatozoides utilizados por dosis. Lográndose una mayor cantidad de dosis por cada padrillo, así mayor vida útil del mismo.

BIBLIOGRAFIA

Aguaron, A. (2007). Comparativa del uso de prostaglandinas como aditivo en el semen de verraco para inseminacion artificial. *cria y salud porcina*, 20:66-70.

Arias M, Morales JM,(1990). momento de la ovulacion a diferentes horas de haber comenzado el estro en cerdas recién destetadas. *ciencia y tecnica. ganado porcino*, 17-25.

Barrios, J. (2012). Estructura y característica del aparato reproductor de la hembra. (en línea).

Consultado el 16 nov. 2012. Disponible en: <http://jasielbarrios.es.tl/ESTRUCTURA-Y--CARACTER%CDSTICAS-DEL--APARATO-REPRODUCTOR-DE-LA-HEMBRA-.htm>

Burke, P. (1996). Beneficios de la inseminación artificial en porcinos. *porcinos*, 4-10.

Calderón, E. (2011). (En línea). Consultado el 10 jun. 2013. Disponible en: <http://www.slideshare.net/syandrea/recoleccion-del-semen-de-cerdo>

Dennis. (2007). Emery county swine artificial insemination for beginners: the insemination process. obtenido de www.porcicultura.com

Flowers, W. (2010). Anatomía y fisiología del verraco. (en línea). Consultado 13 jun. 2013. Disponible en: <http://66.147.240.151/~porcicul/articulos/?seccion=reproduccion&tema=rep026>

Fote. (2002). the history of artificial insemination:select notesand notables. Symposia supplement of animal Sci. ASAS 2001 Joint National Meeting (Vol 80 ESupl.2), Orlando, FL,USA.

Fuentes, M.; Pérez, L.; Suárez, Y.; Soca, M. (2006). Características reproductivas de la cerda.

Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. (en línea). *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET/ 7(1)*. Consultado el 29 oct. 2012. Disponible en: <http://www.um.es/anatvet/interactividad/ingles/pigs/Anatom%EDA%20Interactiva%20del%0Cerdo.pdf>

García et al. (2012). Técnica bifásica de IA con plasma seminal sintético (Predico como método para facilitar los procedimientos de inseminación convencional y post-cervical.: www.anaporc.com

- Gardon, J. (2012). inseminacion artificial en la especie porcina (en linea). <http://www.inmed.com.ar/apunteIA.pdf>(citado el 25 de abril de 2012).
- Gil, J. (2007). Inseminación artificial en porcino según el punto de deposición de la dosis seminal. (en línea). Consultado 29 nov. 2012. Disponible en: http://www.3tres3.com/losexpertos-opinan/inseminacion-artificial-en-porcino-segun-el-punto-de-deposicion_1973/
- Guadalupe, G (2005). introduccion del cello con gonadotropina serica y corionica con la aplicación de inseminacion artificial y monta natural en cerda. Riobamba Ecuador.
- Hafez. (2012). reproduccion e inseminacion artificial en animales. 7° edicion. Editorial Mc Graw-Hil. Mexico.
- Hunter, L (2000). reproduction of farm animals. En h. E.S.E, reproduccion e inseminacion artificial en animales (pág. 387). USA: McGraw-Hill interamericana.
- Kubus. (2011). manejo del padrillo para la extraccion de semen. Obtenido de Manual de Kubus (manejo del padrillo para la extraccion de semen): www.3tes3.com
- Llovera, M. 1999. Técnica de Inseminación Artificial. (en línea). Consultado 15 ago. 2013. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/fericerdo/llovera.htm>
- Lopez., M (2003). Estacion experimental Bernard Rosengurt facultad de agronomia, departamneto de produccion animal y pasturas grupo disciplinario fisiologia y reproduccion, Uruguay.
- Martinez, JC (2009). Control de la reproduccion e inseminacion en cerdos con sermen fresco. Obtenido de Control de la reproduccion e inseminacion en cerdos con sermen fresco: www.3tres3.com
- Martinez, JC (2006). incidence of unilateral fertilizations after low dose ddep intrauterine insemination inspontaneously ovulating sows under field conditions. *Reproduction in Domestic Animals*. 41:41-47.
- Mazzarri, G. 1984. Control de la Reproducción e Inseminación Artificial en Cerdos. (en línea). Consultado 03 dic. 2012. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd15/texto/control.htm
- Mozo, R (2012). recomendaciones para inseminacion post-cervical. http://www.magapor.com/images/salade_prensa/Doc_67.pdf citado el 25 de abril de 2012

- Paz, Edy. (2004). inseminacion en granjas porcinas y sus posibles problemas. porcinos, 34-38.
- Perez, H. (2001). inseminacion artificial porcina. recopliaciones separadas. biblioteca FCP-ESPONCH.
- Pinheiro Machado. (1973). ciclo sexual de la cerda. En C. Ing. Agr. Vieites, reproduccion an animales (págs. 1050-1056). cordoba: Hemisferio sur, buenos aires, Argentina.
- Ramírez, N. 2013. Manual de inseminación artificial en cerdas. (en línea). Consultado 25 jul. 2013. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32115/1/ramirezcamposnetzahualcoyotl.pdf>
- Rene, M. (2012). recomendaciones para inseminacion post cervical.: www.magapor.com
- Rillo, M . (2000). incremento de prolificidad a travez de la inseminacion artificial en el ganado porcino. Anaporc. Leon, España, p 5-17.
- Rillo, M (2010). ventajas de la inseminacion artificial. En etecnico, manual de inseminacion artificial porcina (págs. 9-10). las rozas (madrid)
- Roberts, P., K., Bilkei, G., 2005. Field experiences on post-cervical artificial insemination in the sows. *Reprod Domestic Animal* 40, 489–491
- Roca J, Vázquez JM, Gil MA, Martínez E. (2006) Challenges in pig artificial insemination. *Reproduction in Domestic Animal* 2006;42:43-53
- Toalombo Vargas, Paula (2007). Evaluación de la inseminación intrauterina profunda y cervical en cerdas.: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/>
- Watson, C (2001). Deep insemination of sows with reduced sperm numbers does not compromise fertility: a commercially-based field trial. Sixth international conference on pig reproduction, university of Missouri Columbia.
- Weitze, M (2000). Update on the worldwide application of swine AI. Obtenido de www.cerdospig.com