

Capítulo 2: Manejo de la Hembra en la IA Porcina

Anatomía del Sistema Reproductor de la Hembra

Estudiar y comprender las estructuras reproductivas de forma individual y a su vez las mismas como sistema, permite al productor entender la relación entre el sistema y el procedimiento implementado para cada labor, el conocimiento de su posición dentro del animal, facilitar y mejorar las labores de inseminación, así como las prácticas de manejo sanitario.

El sistema reproductor de la hembra porcina se compone por órganos internos y externos, los cuales permiten y dan lugar a la fecundación, gestación y parto, estos órganos se explican a continuación:

Órganos Externos

Los órganos externos son aquellos que se encuentran expuestos al medio ambiente, es decir, en la parte externa del cuerpo de la hembra, estos son los únicos que el inseminador puede observar sin ayuda de algún instrumento para su visualización, los órganos externos son la vulva y el clítoris (Kubus, 2010), los cuales se detallan a continuación:

1- Vulva: La vulva también llamada genital externo, está conformado por prolongaciones de piel llamadas labios vulvares y constituye el sitio de unión del sistema reproductor y urinario.

2- Clítoris: este órgano se asemeja a un pequeño dedo, se encuentra entre los labios vulvares, en la comisura ventral, se compone por tejido eréctil, tiene terminaciones nerviosas y es utilizado por el inseminador para estimular a la hembra.

Órganos internos

Sobre los órganos internos recae principalmente el proceso de la inseminación artificial, pues cada uno de ellos tiene un papel fundamental durante el mismo (Senger, 2006).

Los órganos internos de la hembra se explican a continuación:

1- Vagina: Posee forma tubular, un poco consistente y ligeramente inelástica, mide de 10 a 15 cm de largo. Es la proyección más cercana al exterior de los órganos internos. Este órgano permite la copula en la hembra; además, representa una barrera para los microorganismos y permite la salida del feto durante el parto.

2- Cérvix: este es un órgano intermedio entre la vagina y el útero, se caracteriza por ser más consistente e inelástico que la vagina. Tiene una estructura semejante a un esfínter y está formado por tejido conjuntivo. Su tamaño se encuentra entre los 5 cm y 10 cm de largo y de 2 cm a 5 cm de ancho. El cérvix de las cerdas sólo es palpable por medio de la disección del aparato reproductivo femenino, posterior a la muerte de la hembra.

Este órgano representa una barrera para los microorganismos, manteniendo la asepsia del útero. Así mismo, durante la monta natural representa el reservorio espermático. El cérvix permanece compactamente cerrado, excepto durante el celo, cuando se relaja levemente para permitir la entrada de espermatozoides.

3- Útero: este órgano comprende el tejido desde la unión con el cérvix hasta su unión con los oviductos mediante los cuernos uterinos. En la hembra porcina los cuernos son curvilíneos. El tamaño del útero es variable y su longitud puede oscilar en un rango de 120 cm a 150 cm de largo.

El útero se puede dividir en dos secciones: el cuerpo de útero, que representa el sector proximal con respecto al cérvix y se caracteriza por ser tubular; y los cuernos uterinos que son el sector más dista respecto del cérvix, estos se pueden percibir como una bifurcación del cuerpo uterino. Con respecto a la totalidad del útero, los cuernos pueden representar hasta un 90% de su longitud.

El útero posee una serie de funciones complejas y en general puede atribuírsele el transporte de los espermatozoides desde el punto del eyaculado hasta el lugar de la fertilización en el oviducto, además tiene por tarea regular la función del cuerpo lúteo e iniciar la implantación, gestación y parto.

4- Oviducto(s) o tubas uterinas: se caracteriza por tener forma tubular, la hembra posee un oviducto al término de cada cuerno uterino y son completamente independientes. El oviducto se extiende desde su conexión con los cuernos uterinos hasta cada ovario.

Sus funciones son capturar los ovocitos liberados por los ovarios, transportar los espermatozoides hacia el lugar de la fecundación, también es el lugar en donde se da la fecundación, mantiene el desarrollo del embrión en los primeros dos a tres días, mantiene el desarrollo del embrión hasta el útero y transporta el embrión hasta el útero.

5- Ovario(s): al igual que los oviductos existen dos ovarios independientes entre sí, son de apariencia redondeada, no uniforme. Los ovarios se ubican en la cavidad abdominal, sujetos por los oviductos.

El ovario desempeña funciones exocrinas (liberación de óvulos) y funciones endocrinas (liberación de hormonas)

Es decir, el ovario es reconocido como la gónada femenina, se encarga del proceso de la meiosis, para la producción de gametos, además de esto posee una alta actividad endocrina, función elemental para complementar los procesos de meiosis.

Siendo las cerdas multíparas, sus ovarios se caracterizan a diferencia de otras especies animales por madurar varios folículos en el cuerpo lúteo, dando una apariencia en el mismo de un racimo de uvas.

Fisiología del Sistema Reproductivo

El sistema reproductivo de la hembra cumple funciones hormonales y gametogénicas, además de esto se encarga de dar paso a la gestación y parto de los lechones.

El conocimiento del desarrollo y funcionamiento de este importante sistema permite al porcicultor obtener mejores resultados en las prácticas de inseminación artificial, diagnóstico de problemas reproductivos y manejo general de las hembras de la granja porcícola.

Pubertad

La pubertad es el periodo en el que la hembra comienza a liberar gametos, así como exhibir comportamiento sexual, el productor puede identificar este momento de la vida del animal cuando se presenta el primer celo en la lechona. En esta etapa se da una secreción hormonal pulsátil (Kubus, 2010).

Madurez Sexual

Posterior a la pubertad, la hembra experimenta la madurez sexual, esta se entiende como a la capacitación de la hembra para producir gametos viables, y de forma subsecuente su preparación para los procesos resultantes de la fertilización.

La hembra alcanza la madurez sexual a partir de los 220 días de edad aproximadamente, (Topigs, 2007). Algunos factores como la raza, el peso, la presencia de un verraco, el clima

de la zona, la nutrición, entre otros influyen en la edad en la cual la cerda manifieste el primer celo, mismo que **debe ser anotado en los registros** (ver anexos). Para que la hembra se encuentre lista para ser cubierta debe cumplir el criterio mínimo de edad, un peso entre 130 Kg y 140 Kg, encontrarse en el tercer celo y contar con buena salud (Topigs, 2007).

En las hembras a diferencia de los machos existe una cantidad finita de gametos que puede llegar a producir durante su vida reproductiva, este fenómeno se debe a la existencia de una diferenciación temprana de células sexuales. La misma ocurre desde el desarrollo del feto, donde las células germinales del ovario dan lugar a las ovogonias. Estas últimas sufren procesos de meiosis incompleta para su establecimiento en el ovario y posterior maduración, una vez la hembra madure sexualmente.

Algunos de los factores que propician la madurez sexual son: la reducción de la retroalimentación negativa de estradiol; la maduración del hipotálamo; el consecuente aumento en la producción de hormona LH y la liberación de conducta estral por aumento de estradiol.

Regulación hormonal

La regulación de la reproducción es un trabajo en conjunto de los sistemas endocrino y del sistema nervioso central, y además, del funcionamiento del eje hipotámico-hipofisario gonadal, integrado por el hipotálamo, la hipófisis y las gónadas (ovarios). En el cerebro se encuentra el hipotálamo y la hipófisis, estos órganos son los responsables de producir o suspender la producción de las hormonas FSH y LH; en cuanto al FSH, cabe señalar que provoca el crecimiento de folículos en el ovario, mientras que la LH provoca la ovulación y la secreción de estrógeno y progesterona. La segregación de FSH y LH provoca en el ovario la secreción de estrógeno y progesterona. Los órganos reproductores también pueden secretar las hormonas relaxina, prostaglandina 2 alfa, activina e inhibina. El momento y la cantidad de la producción de las hormonas va a depender de las demandas del sistema reproductor (Kubus, 2010).

El ciclo estral

El llamado estro o celo -como es llamado coloquialmente-, hace referencia al momento en el cual la hembra está receptiva sexualmente ante el macho, esto implica que es capaz de ser fertilizada (Hafez y Hafez, 2003; Kubus, 2010; Senger, 2006).

Por su parte, se habla de ciclo estral debido al continuo cambio y retorno del comportamiento en la hembra durante un tiempo determinado a lo largo de su vida. Se ha logrado describir todo el proceso a partir del estudio de las hormonas que interactúan en el tiempo. Sin embargo, es el conocimiento del detalle en cada especie lo que marca la diferencia en el manejo reproductivo de una explotación.

Se reconocen en la cerda cuatro etapas en el ciclo estral: proestro, estro, metaestro y diestro. Estas fases pueden ser clasificadas en dos grupos según las hormonas que intervengan. Así se conoce como periodo estrogénico o folicular al periodo que comprende el proestro y al estro; y lapso progestional o luteal a las fases metaestro y diestro (Kubus, 2010; UFLA, 2008).

En primera instancia es importante comprender que este fenómeno se ha dividido en cuatro fases por su factibilidad para explicarlo, durante el mismo se evidencian aspectos claves que permiten esta diferenciación. No obstante, a lo largo de la descripción del ciclo se presentan interrelaciones entre las fases y fenómenos acontecidos que provoca que se entrecrucen, pues el proceso no es realmente pautado como se esquematiza. Es relevante de igual manera señalar que la duración del ciclo en cerdas es de 21 días y se repite en caso de no haber fecundación y el celo presenta una duración de 40 a 50 horas (Hafez y Hafez, 2003; Senger, 2006). 22

Etapas del ciclo estral

Estro (Celo)

Este es considerado convencionalmente como el día en que la cerda se encuentra en celo, es decir, el día cero, ya que es el único momento del ciclo en el cual le podríamos, a simple vista, dar seguimiento a un animal, pues es en este dónde se evidencian cambios en la conducta del animal que se han distinguido como propias de la fase.

Este es el lapso en el cual la hembra se encuentra receptiva hacia el macho y ocurre la ovulación, esto está marcado por las altas concentraciones de estradiol o estrógenos. El celo tiene una duración de dos a tres días, la ovulación ocurre entre las 20 y 36 horas posteriores al apareamiento de los signos de celo (UFLA, 2008).

Este estrógeno es sintetizado por el folículo de Graaf o folículo pre ovulatorio que madura durante esta fase, de manera que dentro de él madura el folículo que alberga. Recordemos que las cerdas son *multíparas*, por lo tanto, los ovarios maduran más de un folículo de Graaf a la vez (Lotz y Saenz, 2007).

No solo ocurre la maduración del folículo, sino que el conjunto de órganos que integran el sistema reproductivo de las hembras inician una capacitación para recibir el óvulo en maduración, y a su vez en el extremo distal al esperma que se depositará durante este periodo.

Metaestro

Una vez que se da la ovulación en el estro, inmediatamente inicia la cicatrización del folículo de Graaf, que ahora es identificado como cuerpo lúteo. Esto exhibe una reducción en la concentración del estrógeno y consecuente aumento de progesterona producida por el Cuerpo Lúteo. El metaestro tiene una duración de dos días. En esta etapa también se consideran algunos cambios en los órganos que promueven su equilibrio, reconociendo la paulatina reducción de la rigidez del útero y oviductos, merma de las secreciones internas, descamación de la vagina retomando su tamaño y el animal comienza a regresar a su comportamiento habitual (Senger, 2006; UFLA, 2008).

Diestro

Se reconoce como la fase más larga del ciclo, es en esta donde se da la divergencia entre procedimientos y resultados, es decir, la existencia o ausencia de una concepción.

En general se restaura totalmente la conformación alterada de los órganos por los signos del estro; como, por ejemplo, se da una reducción en tamaño de los órganos, una baja en la secreción de mucosas, el cérvix se cierra, ocurre una pérdida del enrojecimiento de la vulva, entre otras. Adicionalmente la vagina y cérvix se tornan secas y pálidas (UFLA, 2008).

En esta etapa se da la maduración del cuerpo lúteo, entendiendo que en cerdas al igual que en otros animales poliéstricos, cuando no se da la fecundación, se inicia un proceso de luteólisis, de manera que el cuerpo lúteo se retrae y se inicia otro ciclo. En caso contrario, de darse una fecundación, la progesterona domina en el torrente sanguíneo manteniendo el cuerpo lúteo y por ende la gestación. Esta fase representa el final del ciclo y comprende un periodo de 14 días posteriores a la ovulación.

Proestro

El proestro encadena la fase inicial y final del ciclo, esto mediante la acción de las gonadotropinas, ya que se desencadena paralelamente la reducción total del cuerpo lúteo y la progresiva maduración de los folículos. Por ende, a medida que disminuye la

progesterona, también aumenta el estrógeno. La fase tiene una duración aproximada de dos o tres días y comienza las manifestaciones de los signos de celo (Senger, 2006).

Fertilización

La fertilización comprende la fusión de los gametos femenino y masculino en el sistema reproductivo de la hembra. Esta debe darse específicamente en el segundo tercio del oviducto (unión utero-tubal), para que la implantación y consecuente gestación sea viable. No obstante, previo a la fusión de gametos tanto el óvulo como el espermatozoide deben viajar en dirección contraria para fusionarse.

El semen es depositado en el útero de las cerdas, lo cual provoca que los espermatozoides deban avanzar hacia los oviductos mediante su propia propulsión en el medio mucoso. Tan sólo un 1% de los espermatozoides eyaculados logran llegar a los oviductos, aun así, este valor representa miles de espermatozoides, en el caso de la monta natural. Esto se debe a las barreras presentes en el útero y oviductos; además, los espermatozoides también deben superar un proceso denominado capacitación espermática, que consiste en la generación de cambios en la composición plasmática de la célula.

En cuanto al ovulo, el proceso es ligeramente distinto. En primera instancia debe recorrer menos distancia y no lo hace por su propia motilidad, sino por los cilios que recubren el interior del oviducto, quienes lo movilizan, logrando así llegar hasta el ámpula, donde será fecundado.

La unión entre la superficie del óvulo y del espermatozoide es un evento de alta especificidad en las especies, generada meramente por factores bioquímicos.

Este contacto no es sinónimo de fecundación, para esto el espermatozoide debe superar la zona pelúcida del ovocito, mediante la exposición de enzimas (hialuronidasas) contenidas en el acrosoma que le permiten digerir esta. Así mismo, la propulsión con su cola le permite penetrar la membrana del ovocito.

Una vez ocurre contacto entre ambas membranas, el óvulo es activado a realizar una rápida capacitación, dentro de la cual se encuentra la reacción cortical, que es el proceso mediante el cual la zona pelúcida cambia la conformación y pierde la receptibilidad hacia los espermatozoides.

Con la unión de los gametos femenino y masculino (ovulo y espermatozoide, respectivamente) da inicio la gestación, proceso que comienza en la misma ámpula, cabe mencionar que desde esta zona el cigoto demora tres días en descender al 25

útero. Este tiempo en específico es necesario para que la implantación del mismo en el útero sea adecuada.

Preñez

Se refiere al periodo que comprende desde la fertilización hasta el nacimiento de los lechones. Este lapso en cerdas comprende 114 días, siendo posible que se adelante o demore un periodo corto de días.

La misma puede ser diagnosticada por una serie de métodos dentro de los que se encuentran: la no repetición del celo a los 21 días, concentración de prostaglandinas, palpación rectal, ultrasonido, ultrasonido Doppler y ultrasonido de tiempo real.

Parto

El parto es un evento que es producto de la maduración del lechón gestante. Para que este tome lugar se anticipan una serie de cambios en la conformación del sistema reproductivo de la cerda, algunos evidentes como la inflamación de la vulva. Además, el llenado de leche y consecuentes cambios en la glándula mamaria. Así mismo, la vagina también va aumentando su tamaño para dar paso a los lechones.

El parto se desencadena por acción hormonal, una vez el lechón ha madurado activa su hipófisis y sus glándulas suprarrenales, enviando así una señal vía cordón umbilical hacia la placenta a la cual se encuentra adherido, esta señal además promueve la producción de prostaglandinas en la placenta. Debe tomarse en cuenta que esta hormona en la sangre retrae el cuerpo lúteo del ovario lo que a su vez provoca el fin de la gestación y desencadena el parto.

La apertura del cérvix se da para posibilitar la salida de los lechones, en promedio un parto debe demorar entre tres a ocho horas, con un intervalo aproximado de 10 a 20 minutos entre lechones. Finalmente, el proceso clausura con la expulsión de gran parte placenta, es posible observar pequeños fragmentos de placenta durante el parto o bien descarga de fluidos en los 3-4 días posteriores al parto. Aunado a lo anterior se debe denotar un cambio temperamental de la cerda, si la misma sigue inquieta es posible que se deba a problemas en el parto.

Proceso de Inseminación Artificial

La inseminación artificial es una herramienta ampliamente estudiada, así mismo, este procedimiento resulta muy variable dependiendo de la especie animal; inclusive dentro de porcino existe una amplia gama de métodos que buscan cumplir el mismo objetivo mediante distintos procedimientos, lo cual repercute sobre los índices de eficiencia reproductiva.

Métodos de Inseminación Artificial

La inseminación artificial en porcinos es posible realizarla mediante el uso de uno de tres métodos, diferenciados entre ellos por el sitio de deposición del semen. El método de inseminación cervical, intracervical, convencional y/o estándar, cuyo nombre indica el sitio de deposición del semen, es uno de los métodos más utilizados. Por otra parte, se encuentran los métodos cuyas sondas de inseminación atraviesan el cérvix para depositar la dosis seminal en el útero. Estos métodos son la inseminación post-cervical (intrauterina) y la intrauterina profunda (DUI, por sus siglas en inglés).

Cada uno de los métodos mencionados utiliza un catéter o sonda totalmente armónico y coherente con los requerimientos del método a emplear. De manera que el diseño de la sonda, se ajuste conforme el lugar de la deposición de semen en el tracto reproductivo. No se han observado cambios o diferencias en los parámetros productivos y reproductivos de la camada al usar sondas intracervicales o intrauterinas en lechonas (Hernández-Caravaca et al., 2017; Suarez-Usbeck et al., 2019) o en cerdas multíparas nuestro estudio en protocolos de inseminación artificial convencional.

Inseminación intracervical o estándar (SAI)

El presente corresponde al método más simplificado, como su nombre lo indica la deposición de la dosis seminal se efectúa dentro del cérvix, sitio donde el fluido debe avanzar hacia el útero para su posterior llegada a los cuernos uterinos. Con regularidad se emplean dosis seminales que rondan los 2700 millones de espermatozoides por mililitro (Luongo et al., 2020).

En este método se debe prevenir el reflujo de semen, mismo que puede ocurrir por una mala introducción del catéter dentro del cérvix, o bien, por exceso de presión en la deposición del semen.

Con el fin de evitar el reflujo se recomienda entre otras prácticas proveer la presencia de un macho durante el proceso, para la debida estimulación de los movimientos uterinos por parte de la hembra, o bien, hacer una estimulación artificial, misma que se logra introduciendo el catéter al cérvix dos minutos antes de la aplicación de la dosis y estimulando el reflejo de lordosis en la hembra (colocando una abrazadera en el lomo de la hembra o presionando con la mano sobre el lomo de la misma).

Inseminación post-cervical (PCAI)

Esta técnica permite reducir la cantidad de semen para efectuar la inseminación, por lo que se puede optimizar el número de dosis seminales por eyaculado en comparación con el

método intracervical (Quirós-Rojas et al., 2018). Lo anterior debido a que el semen es depositado dentro del útero y no en el cérvix, esto se logra utilizando una sonda más prolongada y delgada que la anterior (García-Vázquez et al., 2019). La primera parte de la sonda llega al cérvix, donde se despliega el segundo catéter que alcanza el cuerpo del útero (Hernández-Caravaca et al., 2012). No obstante, el diseño del catéter de PCAI incluye el de la SAI por omisión, dado que lo utiliza para anclaje en el cérvix y como guía del mismo hasta el cuello uterino

Aunque todavía se discute con respecto de la fertilidad, es reconocido que esta técnica logra aumentar la eficiencia reproductiva (al emplear una menor cantidad de semen, 1500 millones de espermatozoides/ml)(Luongo et al., 2020) y reduce las pérdidas por reflujo de semen, a su vez, se han identificado diversas desventajas para este tipo de método de IA (García-Vázquez et al., 2019; Hernández-Caravaca et al., 2012). Sin embargo, en relación con la prolificidad hay divergencia de resultados reportados en la literatura (García-Vázquez et al., 2019) tal y como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Recomendaciones para la elección de técnica de inseminación artificial. Adaptado de Bolarín en AI-Vets, 2013. IU: intrauterina (PCAI); IC: intracervical (SAI).

Referencia	Técnica IA	Cerdas inseminadas	Volumen (mL)	Espz/dosis (x106)	Fertilidad (%)	Prolificidad (lechones /camada)
Hernández-Caravaca (2012)	IU	1.664	40	1.500	91,65	14,13
Hernández-Caravaca (2012)	IC	1.716	80	3.000	88,58	13,65
Jiménez (2012)	IU	65.808	40	1.500	85,80	10,51
Jiménez (2012)	IC	68.308	80	3.000	83,30	10,51
Danske Svinproduktion (2008)	IU	3.077	80	750	91,3	16,3
Danske Svinproduktion (2008)	IU	3.021	80	500	88,9	16,2
Danske Svinproduktion (2008)	IC	3.099	80	2.000	90,2	16,5

Inseminación Intrauterina Profunda (DUI)

Esta técnica se fundamenta en que la deposición del semen es lo más cercano posible a los cuernos uterinos (lugar de la fecundación), mediante el uso de una cánula larga. Su uso es más común en investigación, con semen criopreservado y en granjas que funcionan

como núcleos de selección genética. Usualmente, el volumen utilizado es del orden de 20 mL y la concentración suele estar entorno a los 20 millones de espermatozoides/mL. La principal limitante de esta técnica hoy en día es el alto costo del catéter para emplearlo a nivel comercial (Pállas, 2009).

Tipos de Catéteres

Cabe mencionar que existe una amplia gama de catéteres disponibles en el mercado para la inseminación artificial. En principio, la función del catéter es fijarse al cérvix para posibilitar la deposición del semen, ya sea en este sitio o bien en el útero, en cuyo caso el catéter debe estar provisto de una sonda en su interior con la capacidad de prolongarse según su diseño para la deposición del semen.

Existen tres tipos base de catéteres, de espiral de espuma y de anillos múltiples; cada uno de estos tiene sus ventajas y desventajas, por ejemplo, el catéter de espiral se conoce como el más armónico con la anatomía del cérvix y similar al pene del verraco, logrando así una buena estimulación. Sin embargo, durante los procesos de relajación puede desmontarse y consecuentemente generar reflujo de semen. Por otra parte, aquellos de tipo espuma se distinguen por ser menos invasivos con la hembra, resulta en una buena adhesión al cérvix reduciendo el reflujo. Por último, los catéteres de anillos o laminas múltiples permiten un buen contacto con el cérvix, pero presenta complicaciones en la realización del presente trabajo debido al acceso en el mercado.

Los diseños de catéteres varían según la casa comercial, algunas modificaciones consisten en cambios en grosor, tamaño, color, integridad de lubricantes, flexibilidad, incluso hay diferencias en catéteres para cerdas multíparas y nulíparas, siendo mejor para estas últimas los catéteres pequeños, debido a la falta de desarrollo del sistema.

Detección de Estro (Celo)

En algunos sistemas la detección del estro no se realiza debido a que se procede a la sincronización hormonal para la inseminación artificial de las cerdas en lotes (Rensis y Kirkwood, 2016; Pearodwong et al., 2020). Esta práctica combinada con los diferentes métodos de inseminación, reportan comportarse de manera diferente respecto a las características de la camada (Rensis y Kirkwood, 2016). No obstante, en la mayoría de las explotaciones nacionales se da la detección mediante la observación del animal, esto es esencial para proceder a realizar la inseminación artificial en cerdas, para ello se requiere en primera instancia el **registro de nacimiento de las hembras nulíparas** (ver anexos),

ya que, cuando la hembra manifieste el primer celo, se debe registrar este dato y vigilar la manifestación de signos de celo cada 21 días desde la fecha anotada, según el tamaño de la hembra, su peso y los requerimientos de la porqueriza la cerda podrá ser inseminada al segundo o tercer celo, vigilando siempre que la hembra alcance la madurez sexual.

En el caso de las hembras multíparas, una vez que se destetan los lechones, el celo suele manifestarse entre los 4 y 7 días consecutivos. Manteniendo un promedio de días de celo pos-destete de 3 días (UFLA, 2008). Por lo que llevar **registros adecuados** permiten diagnosticar el próximo celo (ver anexos). Se debe tener presente que la hembra requiere de una buena condición corporal para que el servicio (inseminación artificial) después del destete sea efectivo, es decir, las cerdas que se destetan con baja condición corporal no quedarán preñadas inmediatamente después del destete, en este caso se requiere que el animal recupere peso antes de la nueva gestación. Dependiendo de la condición corporal de la cerda se puede restringir la manifestación de celo post-destete.

Una vez que se ha realizado el servicio, **se debe anotar el día en que se realizó la inseminación artificial** y revisar a la cerda 21 días después, en el caso que la cerda manifieste de nuevo signos de celo, significa que no existe una gestación y que se debe inseminar nuevamente.

Sin importar la eficiencia de la técnica de inseminación artificial, la detección del estro y por ende el momento oportuno de la inseminación es de suma importancia para garantizar la preñez. El trabajador debe observar a la hembra, tres días antes y tres días después de la fecha esperada a la que se dé el estro. El observador debe vigilar a la hembra de una a dos veces al día. Es en extremo importante la detección oportuna del estro, debido a que más del 90% de problemas de fertilidad corresponden a la hembra y su manejo, mientras que menos del 10% se debe a factores asociados al macho. El estro (celo) es identificado principalmente por dos vías; mediante la identificación de signos en la vulva de la hembra y mediante la identificación de cambios en el comportamiento de esta (Silveira, Scheid y Crestani, 2005; Lotz y Saenz 2007; Kubus, 2010) pasos

Dentro de los signos percibidos durante el celo en la hembra se pueden detallar:

- Enrojecimiento e inflamación de vulva
- Ligera inflamación del clítoris
- Enrojecimiento de los labios vulvares
- Ligero aumento de la temperatura de la vulva

- Secreción de mucosidad en la vulva

El comportamiento de la cerda en celo es distintivo, con signos como los siguientes:

- Gruñe constantemente
- Saliva en abundancia
- Búsqueda del macho
- De compartir corral con otras hembras se monta o se deja montar
- Muestra inmovilidad al tacto de su lomo u reflejo de lordosis
- Pérdida de apetito
- Adicionalmente, se pueden percibir erectas las orejas del animal

Procedimiento de inseminación artificial

La siguiente descripción del proceso de inseminación se basa en la experiencia adquirida en el programa de inseminación artificial del PPA-CTLSC, ITCR y en el apoyo de literatura (Silveira, Scheid y Crestani, 2005; UFLA, 2008; Kubus, 2010; Castillo et al., 2012; Bravo 2014).

Una vez que se haya detectado adecuadamente una cerda en celo fértil y se disponga de dosis seminales apropiadas, se puede continuar con el procedimiento de inseminación. Para ello se requiere además de los siguientes elementos:

- Abrazadera de inseminación artificial (opcional)
- Tijeras
- Sonda o catéter
- Servilletas
- Una fuente de agua y manguera

Se debe iniciar con una adecuada detección del celo de la hembra. Como se ha explicado anteriormente, existen modificaciones en el comportamiento de la hembra durante el celo, estos signos se irán manifestando conforme la duración del celo.

En las cerdas que manifiesten los signos de celo, pero no se quedan inmóviles (en ausencia de verraco) el momento ideal para la inseminación será entre 10 y 12 horas posteriores; en el caso de que la cerda se mantenga inmóvil cuando el operador realiza presión, se siente sobre el lomo de esta o se emplee una abrazadera, entonces el momento de inseminar es inmediato (Cuadro 2). Se debe tener presente que la ovulación en las hembras porcinas se da entre las 20 y 36 horas después del inicio del estro y por ello se debe inseminar mínimo dos veces a la hembra, la segunda inseminación se realizara 12 horas después de la primera, lo anterior buscando la existencia de semen viable en el interior de la hembra al momento de la ovulación.

Cuadro 2. Momento de inseminación artificial porcina según signos de celo.

Momento de la detección de celo	Signos de celo	Inmovilidad de la hembra sin verraco	Inseminación
Mañana/Tarde/ Noche	SI	NO	Vigilar signos de celos, esperar a que presente inmovilidad
Mañana	SI	SI	De inmediato y 12 horas después
Tarde	SI	SI	De inmediato y 12 horas después
Noche	SI	SI	De inmediato y 12 horas después

El productor debe asegurarse que cuando la hembra empiece a manifestar los signos de celo, tenga las dosis seminales a disposición para realizar la inseminación, así como verificar que el contenido se encuentre aún preservado (bueno), ya que el semen diluido es viable por tres, cinco o siete días solamente; en función del diluyente utilizado; otra de las características que el productor debe tener presente es el grupo racial del verraco al que se extrajo el semen y si este se encuentra emparentado con la hembra en la que se empleará el semen, ya que de ello dependerá el resultado del cruzamiento (lechones).

Una vez que se ha determinado que la cerda se encuentra en celo y debe ser inseminada de inmediato, el operador procede a prepararse con los materiales antes citados.

El primer paso es localizar a la hembra y verificar que su área genital se encuentre libre de heces u otra sustancia que pueda provocar contaminación en el momento de realizar la inseminación, en el caso de que la hembra no se encuentre limpia, se procede con la manguera (conectada a la toma de agua) a realizar un lavado de los cuartos traseros y el área genital del animal. Una vez limpia se debe aplicar presión sobre el lomo del animal por medio de una abrazadera, empujando con la mano o bien si el operador lo prefiere sentándose sobre el lomo del animal.

El segundo paso es la limpieza de la vulva de la hembra, se debe limpiar la vulva con un movimiento hacia abajo

En tercer orden, se procede a abrir el plástico del empaque de la sonda a emplear, tomar la vulva y estirarla con la mano hacia abajo e introducir la punta de caucho de la sonda dentro de la hembra; en los casos donde no se toma la vulva al introducir la sonda, se puede introducir contaminación dentro de la hembra, debido a que se arrastran las sustancias que se encuentran en el área externa de la vulva

El cuarto paso es la introducción de la sonda dentro de la hembra, una vez = colocada la punta de caucho dentro de la vulva, se procede a inclinar la sonda hacia abajo, buscando un ángulo de 45 grados, entre la posición de la sonda y el lomo del animal, una vez que inclinamos la sonda empezamos a girarla hacia la izquierda (contra manecillas del reloj) y se debe introducir la sonda dentro de la hembra (siempre girando y manteniendo inclinada la sonda). Esto aplica sólo en el caso de sondas con punta en forma de tirabuzón.

La importancia de que la sonda se encuentre inclinada radica en el hecho de evitar su introducción en el orificio de la vejiga que se encuentra en la superficie inferior del tracto vaginal.

Con el movimiento giratorio se logra que la sonda atraviese los anillos cervicales, mientras el operador debe ir aplicando sobre la sonda un “tirón” para determinar si esta se encuentra ubicada en el cérvix, cuando la punta de la sonda se encuentre ubicada en este lugar, en el momento que el operador dé un “tirón” y denote resistencia, quiere decir que la sonda está dispuesta correctamente. Si no es así, se debe realizar de nuevo el procedimiento.

El quinto paso se realiza una vez colocada la sonda en el cérvix. Se debe retirar la totalidad del empaque de la sonda, posteriormente se corta la punta de la tapa de la botella de semen que se aplicará y se coloca en el extremo de la sonda que sobresale de la vagina

El sexto paso, es la deposición de la dosis seminal. Se debe ejercer una presión leve en la botella procurando que el semen se desplace por el tubo de la sonda. En el caso de que se presente reflujo (salida del semen por la vulva), se debe verificar la colocación de la sonda

en el cérvix, o bien revisar si se está ejerciendo mayor presión en la botella (el semen sale muy rápido), por otro lado, si el contenido de la botella no sale muy lentamente, se debe verificar la fuerza que se está ejerciendo sobre la misma. Otro de los escenarios es que el semen no salga de la botella y además se sienta una presión (se devuelve el semen), en este caso se debe retirar la botella y verificar la colocación de la sonda en el cérvix.

El séptimo y último paso es el retiro de la sonda de la hembra una vez que todo el contenido seminal haya sido depositado. Se debe retirar la botella, tapar el extremo de la sonda con el tapón que se encuentra junto al orificio donde se colocó la botella e ir retirándola con un movimiento lento hacia la derecha (a favor de las manecillas del reloj), una vez que se retira la sonda se debe verificar si existe reflujo vaginal y residuos de sangre u otros fluidos en la sonda, los cuales pueden indicar problemas en el tracto reproductivo o en el proceso de inseminación

La inseminación es un proceso que debe repetirse durante la manifestación de celo en la hembra, se puede realizar cada 12 horas aplicando tres botellas, o bien a las 24 horas de la primera inseminación aplicando dos botellas. Es posible que en alguno de estos casos se detecte poca lubricación en la vulva y/o vagina al iniciar la introducción de la sonda, aun cuando la cerda se encuentre en celo. Esto implica la adición de gel lubricante a base de agua sobre la sonda, propiamente en el catéter durante su introducción, con el objetivo de facilitar la labor y reducir el riesgo de lacerar o irritar el sistema de la cerda. Detección de preñez

La detección de preñez puede realizarse por medio de dos formas: la primera por medio de la verificación del celo 21 días después del servicio, para lo cual es vital el **registro adecuado de inseminaciones y/o servicios** (ver anexos). Las hembras que no manifiesten celo serán clasificadas como hembras preñadas, además se debe tener presente que se debe evaluar los cambios físicos en la cerda.

Por otro lado, se puede realizar una detección de preñez por medio de un ecógrafo, este aparato funciona por medio de ondas ecográficas las cuales se traducen en imágenes de estructuras internas, las cuales se presentan en el monitor del aparato. Este método puede ser empleado desde el día 18 posterior al servicio y ofrece un diagnóstico seguro de preñez. Los ecógrafos para detección de preñez, cuyo funcionamiento depende de la entrada de un fluido eléctrico o por baterías en el caso de las versiones portátiles, constan de un monitor y una sonda que se conecta al monitor, la cual requiere de gel lubricante para funcionar adecuadamente.

El empleo del ecógrafo se realiza según los siguientes pasos:

1- Determinar la hembra a la cual se le realizará la detección, comprobar según los registros que el servicio fue hace 18 días como mínimo.

2- Verificar la limpieza en el abdomen, vientre y cuartos traseros del animal, cuando la hembra se encuentre sucia, lavar el área con agua.

3- Una vez que el área en el cuerpo de la cerda se encuentra libre de heces, barro u otro material que interfiera con la detección, se procede a conectar la sonda al ecógrafo.

4- Se debe colocar gel lubricante en el sensor de la sonda.

5- Colocar la sonda entre el vientre y las patas de la cerda, en dirección caudal

Mediante el diagnóstico de gestación en las pjaras, también se logra la identificación de problemas que afecten la fertilidad y proyección de partos. A su vez, este diagnóstico sirve como herramienta para establecer los días no productivos de la explotación, permitiendo así la toma de decisiones en este aspecto, reducir la improductividad y aumentar las ganancias.

Con un diagnóstico de gestación certero, el productor es capaz de identificar los vientres vacíos, tomando las medidas correctivas necesarias para mejorar la productividad del hato. Como primera herramienta para la detección de gestación, es identificar y registrar el día en que se ha realizado la inseminación artificial y la vigilancia del animal en un periodo posterior de 21 ± 3 días; no obstante, este método no es 100% efectivo, ya que depende del entrenamiento y la constancia del observador.

Si bien el costo de un ecógrafo es elevado, considerarlo dentro de los sistemas de producción comúnmente utilizados para la detección de la gestación certera en cerdas, puede hacer de este una herramienta que permitirá la disminución de días no productivos en el pie de cría.