

FECHA DE ADQUISICIÓN	
NUM. DE INVENTARIO	00039
PROCEDENCIA	
NUM. CALIFICACIÓN	
PRECIO	
DIST.	

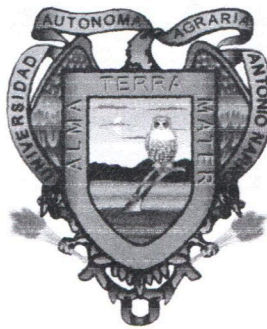


TL00039

SF105.5
.F56
2006
TESIS LAG
Ej.1

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



INSEMINACION POST CERVICAL EN CERDAS

POR

ALFONSO FLORES COELLO

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

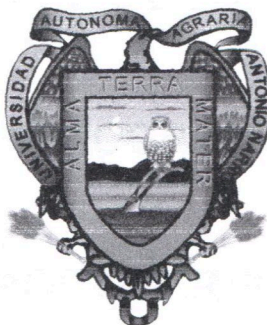
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila

Diciembre, 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MONOGRAFÍA

INSEMINACION POST CERVICAL EN CERDAS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ALFONSO FLORES COELLO

ASESOR

**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS
MC. DAVID VILLARREAL REYES**

Torreón, Coahuila

Diciembre, 2006

00039

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

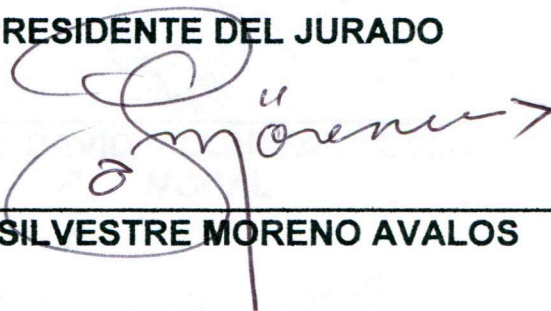
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA

INSEMINACION POST CERVICAL EN CERDAS

APROBADO POR EL COMITÉ

PRESIDENTE DEL JURADO



MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA
ANIMAL**



MC. JOSE LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS

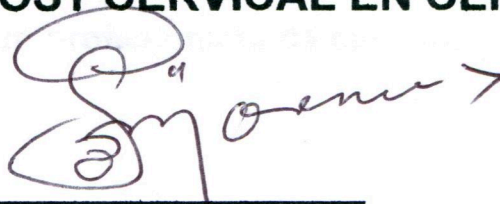
00039

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA


INSEMINACION POST CERVICAL EN CERDAS



**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS
PRESIDENTE**



**MC. DAVID VILLAREAL REYES
VOCAL**



**MVZ. JESUS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ
VOCAL**



**DR. RAÚL VILLEGAS VIZCAINO
VOCAL SUPLENTE**

Agradecimientos

Al MVZ Silvestre Moreno Avalos por brindarme su amistad y apoyo incondicionales a Paulo, Tlaloc, Raymundo, Omar, Arturo, Jafet, Isabel que durante la carrera fueron mi familia.

A todos los profesores de la carrera por brindarme sus conocimientos.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna por hacer de mi un profesionista de calidad.

Dedicatorias

A Dios por cuidarme y ser mi guía en los momentos difíciles y permitirme llegar con vida hasta el día de hoy.

A Alfonso Flores Aguilar y Maria de Lourdes Coello Castillo mis padres que hasta el día de hoy me han dado su amistad, confianza, amor y apoyo incondicional para poder lograr una mas de mis metas, en este momento tan importante en mi vida les doy las GRACIAS.

A mis hermanos Jesús Saulo y Gloria Belem Flores Coello por su cariño, amistad y confianza que siempre me han tenido.

A mi abuelita Silvia Castillo de Coello por su apoyo y confianza incondicionales que siempre me brinda.

Índice

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	iii
OBJETIVO.....	1
HISTORIA.....	2
INTRODUCCIÓN.....	5
ANATOMÍA DE LA CERDA.....	7
VULVA.....	7
VAGINA.....	7
CÉRVIX.....	7
ÚTERO.....	8
<i>Endometrio.....</i>	<i>8</i>
<i>Miometrio.....</i>	<i>8</i>
<i>Perimetrio.....</i>	<i>9</i>
OVIDUCTO.....	9
OVARIO.....	10
<i>Histología del ovario.....</i>	<i>10</i>
<i>Corteza.....</i>	<i>11</i>
<i>Epitelio superficial.....</i>	<i>11</i>
<i>Foliculos en diferentes estados de desarrollo.....</i>	<i>11</i>
ESTRUCTURAS NO FOLICULARES.....	13
<i>Cuerpo hemorrágico.....</i>	<i>13</i>
<i>Cuerpos lúteos en diferente estado de desarrollo o regresión.....</i>	<i>14</i>
ANATOMÍA DEL CERDO.....	16
TESTÍCULOS.....	16
CONDUCTOS GENITALES.....	18
CONDUCTO DEL EPIDÍDIMO.....	18
CONDUCTO DEFERENTE.....	18
GLÁNDULAS SEXUALES ACCESORIAS.....	19
<i>Glándulas ampulares.....</i>	<i>19</i>
<i>Glándulas vesiculares.....</i>	<i>19</i>
<i>Próstata.....</i>	<i>19</i>
<i>Glándulas bulbouretrales.....</i>	<i>20</i>
URETRA.....	20
PENE.....	21
PREPUCIO.....	21
CICLO ESTRAL DE LA CERDA.....	22
PROESTRO.....	22
ESTRO.....	23
METAESTRO.....	23
DIESTRO.....	24
HORMONAS EN LA OVULACIÓN Y LÚTEOLISIS.....	24
RECOLECCIÓN DEL SEMEN.....	26
ENTRENAMIENTO.....	26
MÉTODO PARA LA RECOLECCIÓN DEL SEMEN DE MANO EN GUANTADA.....	28
EVALUACIÓN DEL SEMEN.....	31
EVALUACIÓN Y FERTILIDAD.....	31

ASPECTO Y VOLUMEN	32
CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA	32
DILUYENTE.....	32
FUNCIONES DEL DILUYENTE	i
NUTRIENTES.....	34
REGULACIÓN DEL PH.....	34
PRESIÓN OSMÓTICA.....	35
TIPOS DE DILUYENTES	35
PROCEDIMIENTO PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA	39
DETECCIÓN DE ESTROS.....	39
HORARIO.....	41
INSEMINACIÓN.....	42
MANEJO POST-SERVICIO.....	43
MÉTODO DE LA INSEMINACIÓN	44
PROCESOS FISIOLÓGICOS QUE SE SUCEDEN EN LA APLICACIÓN DE LA	
DOSIS SEMINAL.....	46
TRANSPORTE ESPERMÁTICO	46
EL RESERVORIO DE ESPERMATOZOIDES	47
LA VIABILIDAD ESPERMÁTICA	48
EL REFLUJO	48
INSEMINACIÓN POST CERVICAL.....	49
TÉCNICA POST-CERVICAL.....	50
DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA.....	51
PROCEDIMIENTO	52
BIBLIOGRAFIA	54

Índice de tablas y figuras

Fig.1. Anatomía de la cerda vista dorsal.....	9
Fig.2.- Folículo de De Graaf y su estructura.....	13
Fig.3. Secuencia de la maduración folicular y la formación del cuerpo lúteo....	15
Fig. 4. Genitales del verraco.....	17
Fig.5. Etapas del ciclo estral.....	22
Fig.6. Concentraciones hormonales en sangre durante el ciclo estral de la cerda.....	25
Fig.7. Area de recolección y maniquí.....	26
Fig. 8. Extracción de semen con mano enguantada.....	28
Fig.9. Posición de la mano para la extracción del semen.....	29
Fig.10. Cerdo celador.....	40
Fig. 11. Estro de la cerda y tiempo apropiado para la inseminación	43
Fig.12.Introducción de la varilla.....	45
Fig.13.Varilla con rosca.....	45
Fig.14. Cánula post-cervical.....	50
Fig.15. Introducción de la cánula y lugar donde se tiene que depositar el semen.....	51

Tablas

Tabla.1. Diluyentes agrupados por la duración.....	36
Tabla.2. Composición (en g/l) de los diluyentes de inseminación artificial porcina más utilizados.....	38

Objetivo

Este trabajo pretende brindar información a productores, estudiantes y médicos veterinarios, sobre los beneficios que ofrece la inseminación artificial y en este caso los de la inseminación post cervical en la porcicultura nacional y mundial, tales como la mayor eficiencia reproductiva, productiva y genética, así como la reducción de volumen y concentración por dosis aplicada.

Historia

La inseminación artificial porcina (IA) fue iniciada por Ivanow en Rusia en los primeros años del siglo XX. Por lo tanto la IA en cerdos no es de ninguna manera una nueva técnica. En Granjas Estatales Rusia, se diseñó un sistema para la colección y procesado de semen; así como para la inseminación artificial en cerdos durante 1930; aunque había poca aplicación comercial de este sistema en esos años se siguió utilizando (Gadea, 2003).

En 1956 Chris Polge reincorporo la IA a la industria del cerdo; quién resaltó los beneficios de un proceso que facilitó el uso individual más extendido de un jabalí superior que sería posible a través del servicio natural; un sistema que ofreció a todos los productores, sin tener en cuenta el tamaño de la manada, accede a los jabalís más buenos disponibles.

A pesar de que desde 1956 Polge describió los procedimientos necesarios para la aplicación a nivel de granja, no fue sino hasta 1966 en que en Holanda se incrementó de manera notable el uso práctico y comercial de la IA con mas de 120,000 inseminaciones anuales, y en particular debido a las consecuencias de un severo brote de Fiebre Aftosa en 1962. (Johnson et al., 2000, Gadea, 2003).

Es en las décadas de los 60's y 70's cuando se presenta un incremento notable de la aplicación masiva de la IA en las granjas de Dinamarca, la ex-Unión Soviética, China y las Repúblicas Federal y Democrática de Alemania. Durante los 80's, el crecimiento de la IA es paulatino y paralelo al desarrollo de nuevos y específicos diluyentes para la especie porcina, así como de adecuadas técnicas para el procesamiento y manejo del semen (PIC México, 2000)

Durante este período en Europa se difunde mucho el uso de los servicios de inseminadores profesionales en las regiones con mayor de progreso porcícola,

quienes dependen en la mayoría de los casos de Centros de IA (CIA's) o Centros de Transferencia Genética (PIC México, 2000).

También se difunde el servicio de entrega de semen por diluido por parte de los CIA's a través de eficientes sistemas del correo oficial o de la mensajería privada. Durante este período, ocurre el uso del semen congelado, principalmente con el fin de la introducción de material genético, con bajos riesgos sanitarios (PIC México, 2000)

A pesar de que la técnica de IA no ha variado esencialmente de lo que ya se conocía desde la década de los 60's, es hasta los 90's cuando el uso de la IA tiene un crecimiento explosivo en el resto del mundo, con sus respectivas variaciones de un país a otro (Foote, 2002).

Además de su implementación en granjas porcícolas tecnificadas de diversos tamaños, la IA es luego incorporada en las mega empresas donde se tienen que modificar instalaciones y sus procesos en las áreas de servicios para la adopción de esta técnica en el 100% del pié de cría. Algunas de las razones para la incorporación de la IA en todos los niveles de producción se debieron a la disponibilidad a precios accesibles de los insumos necesarios para la colección, procesamiento, envasado además del manejo del semen diluido, así como de los diversos consumibles para la aplicación de las dosis (Gadea, 2003).

En la actualidad, la inseminación artificial porcina es una técnica reproductiva de amplia aplicación en todo el mundo desarrollado, aunque el grado de utilización en los diversos países es muy variable. En los países europeos en general la aplicación de la inseminación artificial es muy elevada, llegando a tasas superiores al 80% en algunos países (Holanda, Francia, Alemania, España, Noruega, Finlandia, etc.), mientras que, por el contrario, en los Estados Unidos el porcentaje de utilización de la inseminación artificial es aún reducido (del orden del 50%), aunque en los últimos años se ha producido un incremento muy destacable.

Según las últimas estimaciones en el mundo se realizan unas 19 millones de insembraciones, de las cuales la práctica totalidad (99%) se realiza con semen refrigerado a 15–20°C (Johnson et al., 2000, Gadea,2003).

Introducción

La IA en su sentido más amplio se define como la transferencia de los gametos del macho para llegar al óvulo por medios distintos al apareamiento natural y la constituye una técnica que ha permitido unos avances acelerados en los programas reproductivos y genéticos del cerdo (Trujillo, 2003)

La eficiencia reproductiva tiene gran importancia en producción porcina y puede evaluarse a través de la productividad de la cerda, es decir, por la cantidad de lechones producidos por hembra y por año (Clapper, 2000). La productividad de la cerda puede estar influenciada por numerosos factores, y puede mejorarse empleando tecnologías reproductivas, como la inseminación artificial (Williams, 2004)

La inseminación artificial forma hoy en día una parte integral de la rutina de trabajo en todo tipo de explotaciones porcinas, desde granjas núcleo hasta granjas comerciales (Gadea, 2003). Durante los últimos 10 años su uso se ha incrementado enormemente; se estima que en la actualidad de los 76 millones de cerdas en el mundo, más del 30% son inseminadas. Los países de la Comunidad Europea encabezan la lista del uso de IA con un 58.7% de cerdas inseminadas, siendo Francia, Finlandia y España los principales. En la región del Pacífico y Asia el 39% de las cerdas son inseminadas, mientras que en América Latina el porcentaje de utilización de IA es de 30%. Y se prevé que para el año 2005 la utilización de la IA en el mundo será de un 80% (PIC México, 2000).

El incremento en el uso de la IA se debe a diferentes factores como el hecho de que contribuye al mejoramiento genético por medio del uso de sementales de calidad comprobada, y que los parámetros reproductivos obtenidos son comparables e incluso superiores a aquellos utilizando monta natural (Foote, 2004).

La IA también reduce las posibilidades de introducción de enfermedades a las explotaciones, a diferencia de la introducción de animales. Algunas otras ventajas de su uso incluyen una disminución del número de sementales necesarios en

granja, facilita el manejo reproductivo al reducir el tiempo, y el trabajo necesario, así como un mejor control de la calidad del semen (Becerril).

El aumento en el uso de IA ha contribuido a un incremento en la utilización de semen comercial, lo cual a su vez ha favorecido el desarrollo de centros de producción de semen o Centros de Transferencia Genética (CTGs). Dichos centros tienen la ventaja de que pueden estar aislados de brotes de enfermedades, pueden establecer laboratorios de excelente calidad para el procesamiento del semen, el personal empleado puede tener un entrenamiento mucho más especializado que la gente en granja, y se tiene una producción más eficiente. (PIC México, 2000)

Recientemente se han presentado nuevas técnicas para la inseminación artificial (I.A.), como son los métodos intra-uterinos, entre ellos el empleo de la cánula post-cervical. Esta técnica consiste en la introducción de la dosis seminal directamente en el cuerpo del útero de la cerda (este último ubicado entre el cuello y los cuernos uterinos y con una longitud de entre 5 a 10 cm), en lugar de colocar la dosis en el cuello o cervix, como en la I.A. tradicional. En la técnica de I.A convencional, el semen se deposita en los primeros centímetros del cervix, y éste, por su particular anatomía, actúa como una barrera natural, que dificulta la llegada del semen al útero y facilita el reflujo.(Williams sara, 2002.)

Anatomía de la cerda

El aparato reproductor de la hembra (Fig. 1) consta de la vulva, vagina, cerviz, útero (endometrio, miometrio y perimetrio), oviducto y ovario (Trujillo, 2002).

Vulva. Es la estructura que esta en contacto con el exterior, por lo cual tiene un epitelio plano estratificado queratinizado y es el órgano donde se inicia el aparato reproductor y urinario de la cerda, en esta estructura se pueden observar la signología del estro, la cual se presenta con tumefacción y enrojecimiento (Trujillo, 2002, Hafez, 2002).

Vagina. Es un órgano tubular que relaciona el cérvix con la vulva. Tiene un epitelio plano estratificado no queratinizado. El grosor de este epitelio se modifica por la actividad hormonal, por lo que en la etapa estrogénica (proestro y estro) el epitelio se engruesa, no así en la etapa luteínica (metaestro y diestro), en el que la progesterona provoca una disminución en el número de estratos, adelgazándose. El epitelio descansa en una lámina propia formada de tejido conjuntivo y que varía de laxo a denso de manera similar al cérvix. En la capa muscular de la vagina se presenta fibras musculares con disposición circular y longitudinal entremezcladas (Trujillo, 2002).

Cérvix. Es la porción más caudal del útero, y se proyecta dentro de la cavidad de la vagina, actuando como esfínter que evita la entrada de gérmenes al interior del útero. Se caracteriza por tener una luz reducida y paredes muy gruesas, constituyendo una barrera entre el útero y la vagina, exceptuando durante el estro, en el que el cérvix se dilata (Hafez, 2002).

En el cérvix se distinguen dos porciones: el endocérvix y el exocérvix, el primero localizado hacia la luz del cuerpo uterino, y el segundo localizado hacia la luz de la vagina, los cuales se distinguen fundamentalmente por las características de la mucosa, donde el endocérvix presenta epitelio de revestimiento que es cilíndrico simple, con células secretoras de moco, mientras que en el exocérvix el epitelio es

estratificado plano sin queratina, que corresponde al mismo epitelio que la vagina. El reto de las capas son comunes al endocérvix y al exocérvix (Trujillo, 2002).

Útero. Este órgano consta de dos cuernos, un cuerpo y un cuello o cérvix. El útero de la cerda se clasifica como bicornual debido a que el cuerpo es más pequeño que los cuernos. Los cuernos están flexionados o enrollados y pueden medir hasta unos 120 a 150 cm. de longitud, mientras que el cuerpo del útero es corto. Dicha longitud es una adaptación anatómica para la producción exitosa de camadas grandes (hafez, 2002).

El cuerpo y los cuernos uterinos presentan tres capas histológicas:

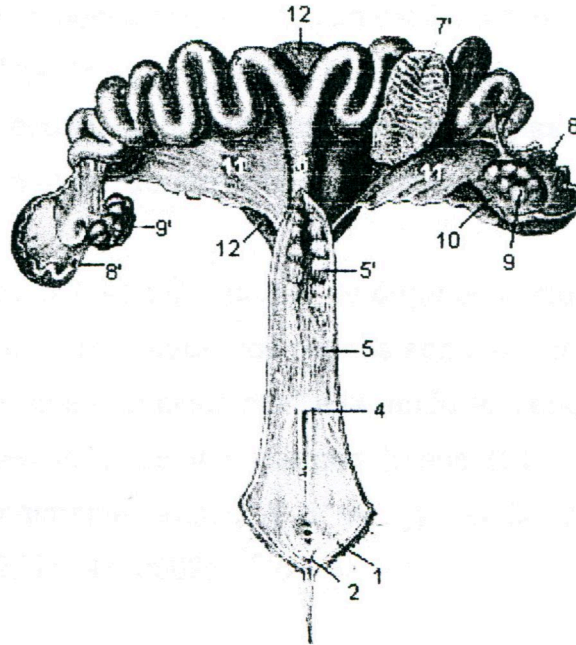
- ❖ Mucosa, también llamada endometrio.
- ❖ Capa muscular del órgano, o miometrio.
- ❖ Serosa o perimetrio.

Endometrio. En la cerda, a diferencia de las otras especies, el endometrio está formado por un epitelio pseudoestratificado columnar. Sin embargo, en algunas zonas aisladas el epitelio puede ser cúbico simple. La lamina propia también forma parte del endometrio, y está formada por tejido conjuntivo laxo areolar, en el cual pueden identificarse células como eosinófilos, macrófagos, linfocitos, neutrófilos y células cebada, entre otros. En la lámina propia-sudmucosa se encuentran glándulas tubulares revestidas por epitelio cilíndrico simple, que proliferan notablemente durante el metaestro y el diestro. Estas glándulas están encargadas de la secreción de “la leche uterina” que alimentará al producto antes de su implantación (Trujillo, 2002).

Miometrio. Costa de tres capas de músculo liso; una capa circular adyacente a la mucosa, por lo que se denomina submucosa; una capa intermedia con fibras oblicuas en varias direcciones, donde existen grandes vasos sanguíneos, llamándose a esta porción capa vascular y una capa longitudinal localizad junto al perimetrio que suele llamarse estrato o capa subserosa (Trujillo, 2002).

Perimetrio. Esta capa esta formada por tejido conjuntivo laxo areolar además de un mesotelio peritoneal.

Oviducto. Los oviductos son un par de conductos sinuosos que se encargan de transportar el ovocito hasta el útero. El oviducto se divide en tres porciones: infundíbulo, ámpula e istmo (Hafez, 2002).



1, labio de la vulva; 2, glánde del clítoris; 3, vulva; 4, orificio uretral externo; 5, vagina; 5', cuello del útero; 6, cuerpo del útero; 7, cuernos del útero, uno de los cuales ha sido abierto 7' para mostrar los pliegues de la membrana mucosa; 8, trompa uterina; 8', orificio abdominal de la trompa; 9, 9', ovarios; 10, bolsa ovárica; 11, 11', ligamentos anchos del útero; 12, vejiga urinaria. (del Atlas de Leisering.)

Fig.1. Anatomía de la cerda vista dorsal.

El infundíbulo es la porción adyacente al ovario y del cual se proyecta la fimbria, que está formada por prolongaciones digitiformes que tienen como finalidad la captura el óvulo. El ampula es la dilatación del oviducto que se extiende desde el infundíbulo hasta el istmo, por su pared es delgada y el diámetro de su luz es grande. En el ampula se lleva a cabo la fertilización. El istmo es la parte del

oviducto que se comunica con el útero, y se caracteriza por una pared ancha y una luz reducida (Trujillo, 2002).

Entre las principales funciones del oviducto están:

- ❖ Transporte de gametos (óvulos y espermátosoides).
- ❖ Sitio donde se completa la capacitación espermática.
- ❖ Proporciona el medio óptimo para la fecundación.
- ❖ Aloja al óvulo fecundado durante las primeras etapas de su desarrollo antes de que llegue al útero, donde deberá implantarse.

Ovario. Los ovarios de la cerda son un par de órganos fluctuantes, situados detrás de los riñones. En la cerda inmadura los ovarios son ovalados, con un peso de 3,5 a 10 gramos y miden de tres a cinco cm., a la madurez tienen apariencia de mora debido a los múltiples folículos y/o cuerpos lúteos (CL), los folículos ováricos porcinos miden normalmente entre 7 y 8 mm, y los CL entre 12 y 15 mm de diámetro (Hafez 2002, Trujillo 2002).

Los ovarios cumplen dos funciones primordiales:

- ❖ Producción de hormonas (secreción endocrina).
- ❖ Producción de células germinales u óvulos (secreción exocrina), por esta razón los ovarios pueden considerarse como glándulas anficrinas.

Histología del ovario. El ovario es un órgano parenquimatoso, en el que pueden observar dos porciones: una cortical externa y una medular interna. A la zona cortical o corteza se le denomina también zona parenquimatosa, por la presencia de estructuras funcionales como son. Folículos en desarrollo, folículos atrésicos, cuerpos hemorrágicos, cuerpos lúteos funcionales y en regresión. La zona medular se denomina a su vez zona vascular, ya que en esta región del órgano se

encuentran los vasos sanguíneos, nervios y tejido conjuntivo, así como restos embrionarios de la red ovárica (Trujillo 2002).

Corteza. En la corteza pueden observarse las siguientes estructuras histológicas:

- ❖ Epitelio superficial o germinativo.
- ❖ Folículos en diferentes estados de maduración.
- ❖ Cuerpos lúteos en diferentes estados de desarrollo o regresión.

Epitelio superficial. El epitelio superficial del ovario es de tipo cúbico simple, siendo una modificación de la capa visceral del peritoneo que protege al ovario, y a su vez se continúa con el mesovario que es la porción del ligamento ancho del útero que sostiene al ovario.

Folículos en diferentes estados de desarrollo. Las células germinales están rodeadas de diversas estructuras, que en conjunto reciben el nombre de folículos, los cuales de acuerdo a la etapa de desarrollo en que se encuentran se clasifican en primordiales, secundarios, terciarios, maduros o de Graaf, y folículos atresicos.

Folículos primordiales. Los folículos primordiales son el único tipo de folículos presente en hembras antes de la pubertad. Tienen una estructura constituida por un ovocito primario (detenido en la metafase de la primera división meiótica), rodeado de una sola capa de células aplanadas, llamadas células foliculares. Sin embargo, al llegar a la pubertad se desarrollan otros tipos de folículos a partir de los folículos primordiales: folículos primarios, secundarios, terciarios y maduros o de Graaf.

Folículos primarios. Contienen un ovocito primario rodeado por varias capas de células foliculares, que en vez de ser aplanadas se han transformado en cúbicas.

Folículos secundarios. Contienen un ovocito primario rodeado por varias capas de células foliculares (Fig. 2), llamadas ahora células de la granulosa, las que se

encuentran separadas del ovocito por una cubierta mucoide que rodea a éste, llamada zona pelúcida, y que esta formada por glicoproteinas producidas por el ovocito.

La zona pelúcida es atravesada por las microvellosidades de las células de la granulosa más cercanas al ovocito, de tal forma que se establece una comunicación funcional entre el ovocito y las células de la granulosa que lo rodean. Además, el folículo secundario presenta externamente una capa de células de la teca, que se forman a partir de la diferenciación de las células del estroma que rodean a los folículos. Es posible distinguir una teca interna vascularizada y una teca externa fibrosa.

Folículos terciarios. Al desarrollarse el folículo secundario, las células de la granulosa producen líquido folicular en respuesta a las gonadotropinas. El líquido se almacena paulatinamente en el espacio intercelular, formando fisuras entre ellas, las cuales se van uniendo hasta construir una cavidad (antro folicular). Los folículos con antro se denominan folículos antrales o terciarios.

Folículo maduro o de Graaf. Conforme el folículo terciario continua almacenando líquido, llega a crecer a tal grado que protuye sobre la superficie del ovario. En este momento se le denomina folículo maduro o de Graaf.

Como respuesta al pico preovulatorio de la hormona luteinizante (LH) poco antes de la ovulación se reanuda la meiosis del ovocito primario, lo que resulta en la formación del ovocito secundario y del primer cuerpo polar (Hafez 2002). El ovocito secundario vuelve a quedar suspendido en la segunda división meiótica, estado en el que es expulsado durante la ovulación. Al ser expulsado, el ovocito secundario permanece rodeado por la zona pelúcida y una capa de células de la granulosa denominada corona radiada (Trujillo 2002).

Folículos atrésicos. No todos los folículos primordiales que comienzan a desarrollarse logran madurar hasta llegar a la ovulación; de echo sólo un número reducido de éstos lo logra. El resto de los folículos no ovulados degenera

progresivamente, mecanismo que se conoce como atresia folicular. Existen dos tipos de atresia folicular: a) la atresia quística, cuando un proceso de degeneración del folículo mantiene por cierto tiempo el antro folicular antes de desaparecer, y b) atresia obliterativa, en la cual rápidamente desaparece el antro folicular (Trujillo 2002, Hafez 2002).

Estructuras no foliculares

Cuerpo hemorrágico. Se forma después de la ovulación, al producirse la ruptura de la pared ovárica y por ende de los vasos sanguíneos, por lo que el folículo se llena de sangre, dando origen al cuerpo hemorrágico, a partir del cual se formará el cuerpo lúteo al ser invadido el coágulo por células de la granulosa y de la teca.

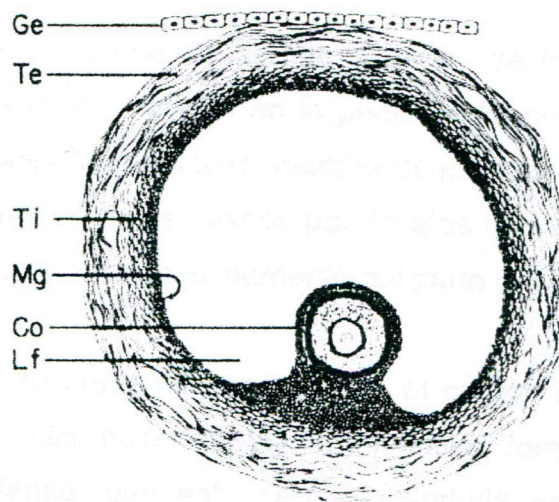


Ilustración del folículo de De Graaf.
Co, cumulus oophorus; Ge, epitelio germinal;
Lf, licor folicular; Mg, membrana granulosa;
Te, teca externa; Ti, teca interna.

En Reproducción de los mamíferos. C.R. Austin y
R.V. Short (eds.) Cambridge, Prensa de la
Universidad de Cambridge.

Fig.2.- Folículo de De Graaf y su estructura

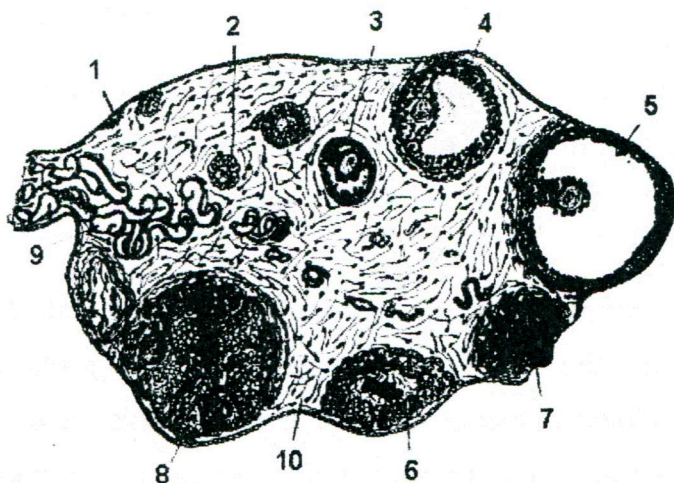
Cuerpos lúteos en diferente estado de desarrollo o regresión. Las células del cuerpo hemorrágico que correspondían (Fig. 3) a las de la granulosa y a las de la

teca interna comienzan una transformación denominada luteinización que consiste en el aumento de volumen (hipertrofia) y del número de las células (hiperplasia), las cuales además sufren modificaciones bioquímicas y morfológicas. El proceso de luteinización da por resultado el desarrollo de células con capacidad esteroidogénica, ahora reciben el nombre de células lúteas. La estructura que se forma por la inacción del cuerpo hemorrágico con células lúteas se conoce como cuerpo lúteo (Trujillo 2002).

En el cuerpo lúteo pueden distinguirse dos tipos de células lúteas:

- a) Células lúteas grandes, que se originan a partir de las células de la granulosa, y son células poligonales con núcleos esféricos prominentes y vesiculares que producen Oxitocina.
- b) Células lúteas pequeñas, que se forman a partir de las células de la teca interna y generalmente se encuentran en la periferia del cuerpo lúteo, formando pequeños grupos celulares (son las responsables de producir la Progesterona. Los cuerpos lúteos permanecen en los ovarios por 15 días aproximadamente, pero si ocurre la gestación persisten hasta el momento del parto (Trujillo 2002).

Cuerpo blanco. Si no se presenta la gestación, el cuerpo lúteo sufre regresión (lúteolisis), ocurriendo proliferación del tejido conjuntivo, formándose una cicatriz denominada cuerpo blanco, que está será reabsorbida paulatinamente (Trujillo 2002).



- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1) Epitelio germinativo. | 6) Cuerpo amarillo con fibrina y coágulo sanguíneo central. |
| 2) Folículo primario. | 7) Cuerpo lúteo hemorrágico. |
| 3) Formación del folículo cavitario. | 8) Cuerpo lúteo completamente formado . |
| 4) Folículo próximo a la maduración. | 9) Vasos sanguíneos. |
| 5) Folículo maduro. | 10) Tejido conectivo. |

Fig.3. secuencia de la maduración folicular y la formación del cuerpo lúteo.

Anatomía del cerdo

El aparato reproductor del macho consta de: los testículos, los conductos espermáticos, las vesículas seminales, la próstata, las glándulas de Cowper, la uretra y el pene (Fig. 4)(Valencia 1991).

Testículos. Están localizados dentro de unas bolsas denominadas escroto, el cual es una estructura derivada de la piel, los testículos son órganos exocrinos y endocrinos. La función exocrina es la producción celular (espermatozoides) y la función endocrina es la producción tanto de las células de Leyding como de Sertoli (Hafez 2002, Valencia 1991).

Los testículos, están envueltos por una cápsula, la túnica albugínea, la cual está compuesta por tejido conjuntivo denso, a su vez esta túnica la cubre la capa visceral de la túnica vaginal, de la túnica albugínea se producen los tabiques o estratos que en el caso del verraco son profundos y gruesos, y que por la parte medial del testículo se unen y forman lobulillos (Arancibia 1999).

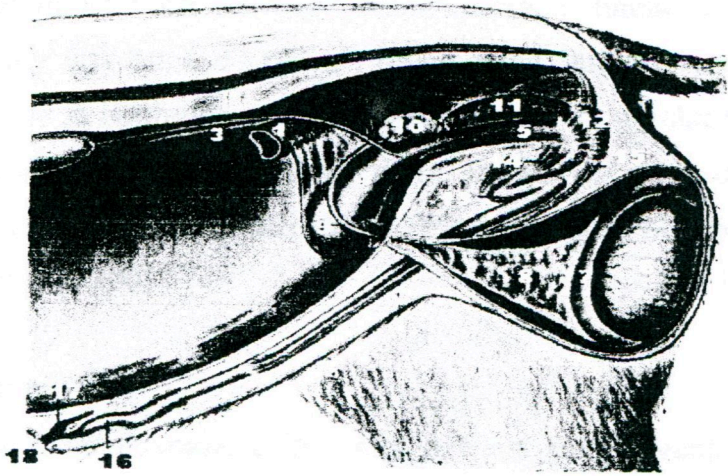
En los lobulillos testiculares que se forman están los túbulos seminíferos, los cuales se originan desde el mediastino testicular en forma de espiral como adenómeros tubulares. Los túbulos están revestidos por un epitelio estratificado que consiste de tres partes o zonas: basal, intermedia y superficial. Las células estratificadas son las células espermátogónicas (células germinales) y las células de Sertoli (Trujillo 2002, Valencia 1991).

Las espermatogonias son las células más inmaduras de la línea germinal y se ubican sobre la membrana basal, se dividen por mitosis para producir los espermatocitos primarios, los cuales son células más voluminosas que dan paso a la primera división meiótica a los espermatocitos secundarios y estos a las espermátides, las cuales son células haploides que en estadios tempranos se caracterizan por su forma esférica y sus núcleos pálidos, forman grupos celulares en el borde del epitelio seminífero, las espermátides tardías poseen núcleos pequeños y oscuros cuando estas se liberan a la luz tubular se le denominan espermatozoides(Trujillo 2002).

Las líneas celulares espermáticas no son idénticas entre sí, existen diferencias entre los diferentes segmentos, y dan origen a diferentes tipos de asociación celular.

Por otra parte, las células de Sertoli se encuentran en menor cantidad que las células germinales, tienen núcleos pálidos de forma oval o triangular con frecuentes escotaduras y nucleolos prominentes. Por fuera de la membrana basal del túbulo seminífero existen células planas y contráctiles denominadas células mioideas. El tejido conectivo que separa los túbulos seminíferos contienen células poliédricas productora de testosterona, las células intersticiales (o de Leyding), con núcleo esférico y su citoplasma acidófilico, con aspecto espumoso (Hafez 2002).

En la porción terminal de los túbulos seminíferos disminuye el número de células germinales y aumenta el de las células de Sertoli, existiendo un segmento donde solo se encuentran estas ultimas, y es donde se une el túbulo seminífero con el túbulo recto, el cual tiene un epitelio simple en el caso del verraco y en los bordes apicales presentan vesículas, estos túbulos desembocan en una red de canales anastomóticos conocidos como *rete testis*, la cual esta revestida por un epitelio plano o cúbico simple (Trujillo 2002).



- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 Recto | 6 Testículo | 13 Curvatura en S del pene |
| 2 Riñón | 7 Epididimo | 14 Músculo isquio-cavernoso |
| 3 Uréter | 8 Cordón seminal | 15 Porción posterior del pene |
| 4 Vejiga urinaria | 9 Conducto deferente | 16 Punta del pene |
| 5 Porción pélvica de la uretra | 10 Vesículas seminales | 17 Prepucio |
| | 11 Glándulas bulbouretrales | 18 Abertura del saco prepucial |
| | 12 Bulbouretra | |

Fig. 4. Genitales del verraco

Conductos genitales

De la *rete testis*, se originan los conductos eferentes, los cuales conectan la red testicular con el conducto del epidídimo. Los conductos eferentes varían en cantidad de 6 a 20 conductos de forma de espiral. Poseen un epitelio cilíndrico simple o pseudoestratificado con algunas células ciliadas, las cuales forman una corriente la cual facilita el movimiento de los espermatozoides hacia los grandes conductos. Las porciones contorneadas y ampliadas de estos túbulos conectan con el conducto epididimario y construyen la cabeza de este órgano (Valencia 1991).

Conducto del epidídimo

En un tubo espiral, junto con el tejido conjuntivo y músculo liso, forman la cabeza, cuerpo y cola del epidídimo. Este se continua con el conducto deferente (Valencia 1991).

El conducto epididimario sigue un trayecto tortuoso y su estructura varía en los diferentes niveles del epidídimo. El epitelio que lo reviste es cilíndrico pseudoestratificado con estereocilios, alcanzan su mayor altura a nivel de la cabeza del epidídimo para disminuir paulatinamente hacia la cola. El conducto está rodeado por una capa de células musculares lisas, delgadas a nivel de la cola. La túnica de la submucosa es de tejido conjuntivo areolar en la parte central y de tejido conjuntivo denso en la periferia, la cual es una continuación de la túnica albugínea. Los espermatozoides se almacenan en el epidídimo durante su *maduración* (Trujillo 2002).

Conducto deferente

Une el conducto epididimario a la uretra pélvica. Está revestido por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado que se convierte en cilíndrico simple en la porción distal. La lamina propia de la submucosa es de tejido areolar. La mucosa está muy plegada. La túnica muscular es gruesa y con dos capas distintas: interna y externa con fibras entremezcladas en cada capa, sin distinción entre ellas (Valencia 1991).

Glándulas sexuales accesorias

Las glándulas genitales accesorias incluyen las glándulas ampulares, glándulas vesiculares, glándulas prostáticas y glándulas bulbouretrales. En general son glándulas tubulares o tubuloacinares ramificadas que a menudo presentan dilataciones vesiculares (Trujillo 2002). El epitelio secretor de estas glándulas se clasifica como pseudoestratificado porque aun cuando sus células principales son columnares (a veces cúbicas como en la próstata), se observan células basales ocasionales (Valencia 1991).

Estas secretan líquidos serosos y mucosos, los cuales llevan a cabo diversas funciones. Al unirse estas secreciones, sirven como alimento para los espermatozoides, eyaculado, limpia y lubrica el conducto uretral, sirve como vehículo de los espermatozoides a sí como para formar un tapón en los órganos de la hembra para la fertilización (Trujillo 2002).

Glándulas ampulares. Cerca de su desembocadura en la uretra, los conductos deferentes se dilatan para formar el ampulla del conducto deferente, son ramificadas de tipo tubular, con dilataciones saculoides, de epitelio columnar simple (Valencia, 1991). En el caso del verraco se considera que estas ampulas son poco desarrolladas. Secretan un líquido seroso blanco (Arancibia, 1999).

Glándulas vesiculares. O vesículas seminales, son estructuras verdaderamente vesiculares donde los adenómeros se abren en la luz del saco en forma de vejiga o vesículas. En el verraco son glándulas compactas de superficie lobulada, con epitelio glandular columnar simple, es una estructura de forma de piña (Trujillo, 2002). Su secreción es blanquecina, gelatinosa que sirve como vehículo y contiene grandes cantidades de fructuosa la cual se usa como fuente de energía para el espermatozoide eyaculado (Arancibia, 1999).

Próstata. Es una glándula seromucosa que consiste en dos partes: cuerpo y la porción diseminada. En el caso del verraco se considera mayormente una porción

diseminada, cuyos adenómeros se distribuyen en la submucosa de la uretra pelviana (Trujillo, 2002).

La próstata es una estructura tubulo-alveolar compuesta, que esta revestida por células secretoras en forma cuboidal y por un epitelio de transición al unirse a la uretra (Trujillo 2002 y Valencia, 1991).

La porción diseminada se localiza en la parte dorsal de la uretra y se extiende lateral y ventralmente para cubrir totalmente la uretra. Su secreción tiene la función de incrementar la motilidad espermática, así como contribuir con la formación del tapón vaginal (Arancibia 1999).

Glándulas bulbouretrales. Se conocen también como glándulas de Cowper. Son glándulas pareadas que se localizan dorso-lateral a la uretra pélvica. Son tubulo-alveolares compuestas. Es un órgano con cápsula de tejido conjuntivo denso con músculo liso. Su secreción es para limpiar y lubricar la uretra (Hafez 2002).

Uretra. La uretra transporta tanto la orina como el semen y puede dividirse en una porción pelviana y una peneana (Hafez, 2002). La uretra pelviana está revestida por un epitelio de transición que puede hacerse cilíndrico o cúbico estratificado hacia la porción distal. El tejido conectivo subepitelial a todo lo largo de la uretra contiene tejido eréctil con espacios cavernosos (venas) de pared fina (Trujillo, 2002). En la uretra pelviana este tejido forma el estrato cavernoso (vascular). Por fuera de este se ubica la próstata, cerca de la vejiga la tunita muscular de la uretra presenta dos capas longitudinales, interna y externa y una capa media circular de músculo liso (Hafez, 2002).

La uretra peneana corre por la cara ventral del pené, esta revestida por una combinación de epitelio de transición, estratificado cúbico y cilíndrico simple. Los espacios cavernosos más grandes forman el cuerpo esponjoso que esta rodeado por una túnica albugínea. A excepción de unas pocas fibras musculares lisas, la pared de la uretra peneana carece de túnica muscular (Trujillo 2002).

Pene. Consta de un cuerpo y un glande. Por ambas regiones pasas la uretra peneana con su cuerpo esponjoso. El cuerpo del pene, se caracteriza por poseer dos artes de tejido eréctil denominados cuerpos cavernosos. Cada cuerpo está revestido por una túnica albugínea de tejido conectivo denso con fibras elásticas. La túnica es especialmente gruesa en el verraco y contiene fibras musculares lisas. la túnica profundiza y forma una red de trabéculas entre las que se ubica el tejido eréctil esponjoso. Los espacios cavernosos reciben sangre de las arterias, las paredes de estos vasos poseen engrosamiento semejante a almohadillas constituidas por asas longitudinales de fibras musculares lisas y células epiteliales con fibras elásticas. La porción distal del pene, el glande, es de forma de tirabuzón en el verraco (Trujillo 2002).

Prepucio. Es un pliegue tubular de la piel que cubre el extremo libre del pene. Consta de dos porciones una parietal y otra visceral, la primera de las cuales presenta dos capas, externa e interna. La capa externa de la hoja parietal es una piel típica que continua con la piel abdominal. El orificio prepucial se refleja hacia dentro y forma una capa interna del prepucio parietal que a su vez, se refleja hacia delante y se inserta en el extremo del pene formando la capa visceral del prepucio (Arancibia 1999).

Ciclo estral de la cerda

El ciclo estral es un proceso biológico y fisiológico que tiene como finalidad preparar las condiciones para que ocurra la monta, fertilización, la anidación y el desarrollo del feto (Valencia 1991).

La cerda presenta ciclos estrales a lo largo de todo el año, por lo que se clasifica como hembra poliestrica continua. Estos ciclos se interrumpen durante la gestación y los primeros 30 días de la lactancia; algunas alteraciones endocrinas también inhiben su presentación (Hafez 2002, Valencia 1991).

Etapas del ciclo estral

El ciclo estral de la cerda dura 21 días, con un intervalo de variación de 18 a 24 días; a lo largo de estos 21 días se reconocen dos fases y cuatro etapas, como lo muestra la figura



Fig.5. Etapas del ciclo estral.

Proestro

La duración del proestro es de dos a tres días y se caracteriza por el crecimiento folicular. Entre 10 y 20 folículos crecen rápidamente, al tiempo que hay un descenso en el número de folículos más pequeños. Durante esta etapa, la progesterona desciende a su nivel más bajo. El nivel de estrógenos aumenta a causa del crecimiento folicular, lo cual provoca el incremento del tamaño e hiperemia de la vulva. Estos cambios de la vulva se pueden apreciar entre 2 y 6 días antes del celo y son más evidentes en la hembra primeriza (Arancibia, 1999).

Los cambios en el comportamiento son graduales. La cerda se muestra alerta, busca al verraco y está atenta a los movimientos de la explotación. Puede adoptar

una actitud de macho y trompear e intentar montar a otras hembras. Atrae al verraco, pero no lo acepta (Valencia 1991).

Estro

El estro, celo dura de 2 a 3 días. De acuerdo con su presentación durante la vida de la cerda, se clasifican en:

- ❖ Puberal: es el primer estro e indica el inicio de la pubertad.
- ❖ Postpartum: se presenta de 1 a 3 días después del parto y generalmente es anovulatorio.
- ❖ Posdestete: ocurre al 7.5 ± 2.5 días después del destete.
- ❖ Recurrente: el que se presenta durante el periodo no lactante hasta la concepción.
- ❖ Durante el estro, los folículos maduros alcanzan un tamaño de 9 a 11 mm y casi al final de esta etapa ocurre la ovulación (Valencia 1991).

En esta etapa, el tamaño de la vulva disminuye. En ocasiones se puede observar la salida de un líquido mucoso opalescente a través de los labios. La cerda se muestra in quieta, atenta a todo lo que ocurre a su alrededor; busca intensamente al verraco o al personal de la explotación, emite gruñidos similares a los del macho, su apetito disminuye y se deja montar (Arancibia 1999).

En presencia del macho, la cerda centra su atención en él, dirige sus orejas en esa dirección, se le aproxima y desarrolla el fenómeno de inmovilización, que consiste en que la cerda permanece quieta, arquea el dorso y permite la monta.

El inicio del celo coincide con el momento de la liberación del pico ovulatorio de LH (Valencia, 1991).

Metaestro

Durante los dos días siguientes al estro se forman los cuerpos lúteos a partir de la teca interna y la granulosa. En un principio, se les denomina cuerpos hemorrágicos, ya que la sangre ocupa el interior del folículo colapsado. Con la formación de los cuerpos lúteos se inicia la producción de progesterona (Hafez 2002).

Diestro

Durante esta etapa, que es la más larga del ciclo, los cuerpos luteos alcanzan su máximo desarrollo y reciben un considerable aporte sanguíneo. Al mismo tiempo en el ovario existen alrededor de 50 folículos pequeños e inmaduros.

En esta etapa la hormona que predomina es la progesterona, hasta que se producen la regresión de los cuerpos luteos (Valencia 1991).

Hormonas en la ovulación y lúteolisis

Estos eventos inician desde el hipotálamo, donde se secreta la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) hacia la adenohipófisis, la cual secreta las gonadotropinas que van a actuar sobre el ovario LH y FSH, la hormona luteinizante (LH) inductora de la ovulación y hormona folículo estimulante (FSH) que es la principal responsable del crecimiento folicular. Según se van desarrollando los folículos, va aumentando la cantidad de estrógenos secretados, siendo responsables de la presentación de los síntomas de celo en la cerda (vulva enrojecida, descargas vaginales, reflejo de inmovilidad y comportamiento de monta entre ellas) (García, 1995).

A partir de los estrógenos que se encuentran en sangre, se produce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo provocando la secreción por parte de la hipófisis de la llamada descarga preovulatoria de LH, principal responsable de la ovulación de los folículos maduros o preovulatorios. Al producirse la ovulación, los niveles de estrógenos descienden y comienzan a aumentar los niveles plasmáticos de progesterona, secretada por los cuerpos lúteos que se están formando en los folículos ovulados. La progesterona es la responsable de la preparación del endometrio para que se produzca la anidación del embrión. También por medio de una retroalimentación negativa, evita la secreción de GnRH por parte del hipotálamo y por consiguiente, la secreción de FSH y LH y no hay crecimiento de nuevos folículos. Hacia el final del diestro, entre los días décimo cuarto y decimosexto del ciclo, ocurre la regresión de los cuerpos lúteos en ausencia de la preñez. La prostaglandina F2 alfa (Fig. 6) luteolítica empieza a producirse el día 11, pero los cuerpos lúteos son susceptibles a su acción a partir

del día 12 o 13. Por esta razón las prostaglandinas no se utilizan para sincronizar el celo en cerdas. La prostaglandina F2 alfa llega al ovario tanto a través de una vía local (de la vena uterina a la arteria ovárica) como por una vía sistémica (a través de la circulación general). Así, la lúteolisis se efectúa por una vía combinada (Valencia 1991).

Si no se produce gestación, la prostaglandina F2 α secretada por el útero, llega hasta el ovario, provocando la regresión de los cuerpos lúteos y por tanto el descenso de los niveles de progesterona, reanudándose la secreción de las gonadotropinas y comenzando un nuevo ciclo estral. (Gestión Veterinaria, 2002)

Los factores que influyen sobre el desarrollo y la periodicidad normal del ciclo estral incluyen el estado sanitario y nutricional de la cerda (condición corporal), así como las condiciones ambientales (temperatura, luz, foto período), de alojamiento (densidad de animales, homogeneidad de lotes) y de manejo (estímulos adecuados, contacto con el verraco, duración de lactación, ausencia de estrés). Si alguno o varios de estos factores se alteran se producirían anomalías del ciclo estral. Las más frecuentes son el anoestro estacional, el anoestro posparto, los ciclos de duración anormal (cortos o largos), los ciclos anovulatorios y los celos silenciosos (Mc Donald & Pineda, 1991).

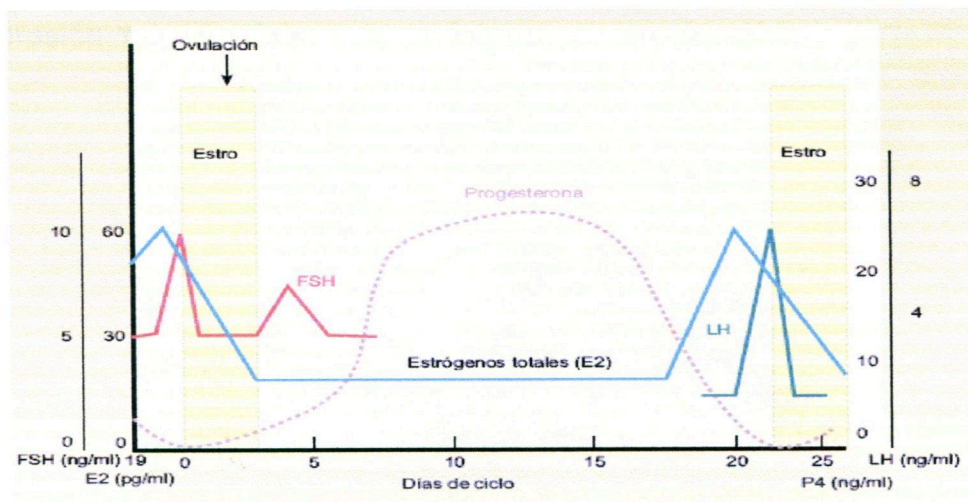


Fig.6. Concentraciones hormonales en sangre durante el ciclo estral de la cerda (Laing y col., 1991; Falceta y col, 2001)

Recolección del semen

Entrenamiento.

Se lleva al verraco hacia la cerda maniquí (potro) en el área de recolección, para el cual se utiliza un “potro” construido con una estructura metálica, forrado de tela o alfombra y que pueda ser ajustable a diferentes alturas (Fig.6) (Hafez, 2002). El entrenamiento consiste en sacar diariamente al cerdo, de preferencia a la misma hora todos los días y llevarlo al área de recolección por no mas de 20 minutos. (Arancibia, 1999).

Dentro del proceso de entrenamiento se deben tomar en cuenta algunos aspectos como son lo siguientes:

- ❖ El potro debe de ser de altura adecuada, con un poco de movimiento, para llamar la atención del verraco.
- ❖ Una vez que el cerdo ha intentado subirse, es importante no interrumpir el entrenamiento.
- ❖ Colocar al macho en un corral adyacente al del potro y permitir que observe la colección en un verraco ya entrenado, esto lo estimulará, y empezará a conocer el área.
- ❖ Durante las primeras colecciones, debe tenerse especial cuidado para no causar daño en el pene, por ejemplo, algún roce con el potro o demasiada presión, también debe evitarse interrumpir la colección.



Fig.7.área de recolección y maniquí

La mejor manera de adiestrar a un verraco nuevo para que monte el maniquí es inmediatamente después de que otro cerdo lo ha hecho, ya que los verracos que observan a otros montar cerdas vivas o maniqués tienen mayor libido o impulso sexual y se ha demostrado que la estimulación sexual del cerdo antes de la recolección del semen incrementa el número de los espermatozoides en el eyaculado (Hafez 2002).

Las primeras eyaculaciones del cerdo normalmente no se colectan, debido al alto porcentaje de espermatozoides inmaduros; a partir de la segunda colecta se comienza a evaluar el semen. Si por algún motivo un semental no es colectado durante 15 días o más, se recomienda no utilizar ese semen para la IA, únicamente para evaluación, ya que el porcentaje de anomalías es elevado (Arancibia 1999).

Para la colección del semen es necesario contar con el siguiente material:

Termo. Éste puede ser de los que se utilizan para transportar alimentos.

Vaso de Berzelius graduado. sin pico, o una bolsa de plástico, teniendo cuidado de graduarla perfectamente.

Embudo. Generalmente son de plástico, de unos 8 cm de diámetro, como el termo.

Gasas. Éstas deben ir dobladas en dos dentro del embudo, para evitar que pase la tapioca (última fase del eyaculado) junto con el semen, generalmente se ponen dos y una tercera que se amarra al embudo.

Sanitas. Estas son toallas de papel que sirven para evitar el escurrimiento de líquido proveniente de los divertículos prepucales hacia la mano.

Métodos para la colección del semen.

Una vez que se tienen a los animales seleccionados y entrenados para trabajar se procede a la recolección.

Existen varios métodos para la obtención del semen.

- ❖ Vagina artificial.

- ❖ Electroeyaculación.
- ❖ Mano enguantada

El primer método muy pocas personas lo llevan a cabo, por lo que está prácticamente en desuso (Moisá, 2001). La electroeyaculación se justifica solamente en los sementales imposibilitados para la monta y cuyo semen sea muy valioso (de alta genética). La técnica más recomendable, por su facilidad y economía, es la de “mano enguantada” como se muestra en la Figura 7. (Arancibia 1999).

Método para la recolección del semen de mano en guantada

Es la más recomendable por su facilidad y economía la cual es ayudada por la utilización del potro, el verraco desenvaina y, utilizando un guante de polivinilo o plástico desechable, aunque se recomiendan dos y se quita el de enzima solo antes de agarrar el pene, se ejerce presión sobre la porción espiral del pene, procurando que los dedos se ajusten a los surcos del pene (Arancibia, 1999).



Fig. 8. Extracción de semen con mano enguantada

Antes de la eyaculación, es de suma importancia haber exprimido los divertículos prepuciales, los cuales contienen residuos de orina que pueden contaminar el semen con mucha facilidad, debido a su alto contenido bacteriano, esto debe realizarse con la mano opuesta a la que va a sostener el pene para evitar cualquier tipo de contaminación (Arancibia, 1999).

El operador se coloca a la derecha del maniquí y cuando asoma el extremo del pene, lo agarra fuertemente del tirabuzón siguiendo sus movimientos antero posteriores sin forzarlo y, en el momento en que éste se encuentra totalmente erecto, se tracciona dando comienzo a la eyaculación. Para excitar mejor al verraco se pueden hacer contracciones con la mano (Moisá, 2001).

El extremo del pene se agarra con el pulgar por la base y la parte posterior del tirabuzón, mientras con los dedos índice y medio se siguen los surcos que lo rodean quedando la palma de la mano en la parte superior, como se muestra en la Figura 8. En ocasiones, los movimientos rotatorios no permiten agarrar el pene con facilidad y si el verraco comienza a eyacular, aunque la posición de la mano no sea correcta, se debe mantener esta forma a pesar de no ser la más óptima, puesto que durante la eyaculación no debe cambiarse la posición de la mano, ya que si el verraco no siente bien fijada la extremidad del pene se excitaría nuevamente con movimientos rotatorios y golpes de riñón siendo difícil fijarlo de nuevo (Moisá, 2001).



Fig.9. posición de la mano para la extracción del semen.

cuanto a la presión, no se aplica la misma en todos los sementales, unos resisten más que otros, esto lo determina la experiencia del técnico, siendo importante no lastimarlo. Al igual que ocurre con la presión ejercida para la eyaculación, el tiempo que toma alcanzar la eyaculación puede ser desde 6 hasta 15 minutos, esto no es una característica de la raza, sino que es propia de cada individuo (Arancibia, 1999).

Ante la eyaculación es importante no desviar el pene dándole direcciones incorrectas, por que podría ponerse en contacto con las gasas del termo y estas podrían lastimarlo, lo cual causará dolor al verraco y la eyaculación puede verse interrumpida (Moisá, 2001, Arancibia, 1999).

La tapioca del eyaculado se debe filtrar con una gasa para evitar la masa gelatinosa que produce esta secreción procedente de las glándulas de Cowper, la misma sería causa de obstrucción del material utilizado en la inseminación.

Al término de la eyaculación el verraco se relaja descendiendo poco a poco del cuqui. En ocasiones el animal queda algo inmóvil, pero no conviene forzarlo a que regrese a su corral esperando con un poco de paciencia a que se recupere (Moisá, 2001).

El eyaculado del cerdo tiene, aunque no están delimitadas, tres fracciones.

La espermiática, contiene alta carga contaminante, es transparente, líquida y de bajo volumen, 10 – 15 ml aproximadamente.

La espermiática o rica en espermatozoides, es de color blanco, muy densa y de consistencia lechosa, de volumen aproximado de 100 ml.

La espermiática pobre en espermatozoides, "tapioca", es de color transparente, con grumos gelatinosos producidos por las glándulas bulbouretrales (o de Cowper) y gran cantidad de plasma seminal (secreción que sirve de vehículo a los espermatozoides, aportándoles nutrientes y factores antimicrobianos e inmunodepresores) que se derivan principalmente de las vesículas seminales y de la próstata (Trujillo 2002, Hafez, 2002)

Las vesículas seminales proveen la mayor parte de la proteína y fructosa del eyaculado, mientras que las secreciones prostáticas son altas en electrolitos, los cuales aumentan la motilidad espermiática.

De las fracciones del eyaculado, pueden ser colectadas tanto la fracción espermática como la posespermatocaria. Es importante manejar la evaluación del semen con rapidez y eficacia, a fin de evitar una disminución acelerada de temperatura, esto puede evitarse al agregar unos 100ml del diluyente, previamente calentado a 35 °C, al vaso colector (Arancibia, 1999).

El plasma seminal ha sido investigado por diversos investigadores, quienes sostienen que no hay ningún compuesto del mismo que sea imprescindible para la fertilización, mientras que otros afirman que algunos componentes son de importancia potencial, aunque su función no está claramente definida. Asimismo han investigado los factores que controlan el proceso de transporte espermático en el ganado porcino, observando la existencia de elevados niveles de estrógenos testiculares en el plasma sanguíneo y seminal son muy importantes para la función reproductiva, tanto en el macho como en la hembra. La presencia de estrógenos seminales aumenta la frecuencia de las contracciones uterinas y probablemente mejora el transporte espermático (Arancibia, 1999).

Es recomendable que la persona que realice la colección no sea la misma que lleve a cabo la evaluación, ya que de esta manera el proceso colección – evaluación será mucho más rápido e higiénico, más aun si son varias colecciones las que se realizan durante el día. Después de cada colección, debe lavarse el área del potro, esto con dos propósitos, el primero, facilita la eliminación de la tapioca, ya que esta una vez seca dificulta la tarea, y el segundo, evita que el animal próximo a ser colectado se distraiga (Arancibia, 1999).

Evaluación del semen

Evaluación y fertilidad

Requisitos mínimos de una muestra de semen probablemente fértil de un verraco, incluye:

- ❖ Motilidad de por lo menos el 65%
- ❖ Anormalidades morfológicas menores del 20%
- ❖ Por lo menos 100 millones de espermatozoides por ml, un mínimo de 60 a 75 ml producidos por eyaculado.

Aspecto y volumen

Los parámetros por medio esperados son de 340 a 250 ml de volumen total, del cual cerca del 20% consiste en espermatozoides; la diferencia resultante son los líquidos pre espermáticos y pos espermáticos. La edad, estado de salud, ambiente, el procedimiento de recolección de semen, la estación del año, frecuencia de recolección y las diferentes razas influyen en el volumen total y la conservación de los espermatozoides. (Hafez 2002)

Concentración espermática

La concentración en la fracción rica en espermatozoides del semen, se aproxima, a 6 – 10 por 10 a la 8, espermatozoides por ml. mientras que la concentración final, preespermáticas y pos espermáticas son menores.

Diluyente

Por diluyente entendemos la solución acuosa que permite aumentar el volumen de las células espermáticas y mantener el nivel de fertilidad adecuado.

Los espermatozoides se encuentran en el plasma seminal que suministra los nutrientes necesarios para mantener una elevada actividad metabólica necesaria para el proceso de transporte espermático a través del genital femenino. En el eyaculado, esta actividad metabólica solo puede mantenerse durante un periodo de tiempo muy limitado, como es conocido desde los primeros estudios sobre la conservación del semen porcino. Para poder conservar los espermatozoides durante periodos prolongados es necesario que se reduzca la actividad metabólica de los espermatozoides, mediante la dilución en un medio adecuado y la reducción de la temperatura (Gadea 2003).

Se recomienda que el diluyente sea preparado mínimo una hora antes de ser utilizado para lograr la homogenización de sus componentes. La capacidad "buffer" del diluyente requiere un mínimo de treinta minutos para activarse. Una vez diluido, es conveniente utilizarlo dentro de las 24 horas siguientes a su preparación (Trujillo 2002)

Las peculiares particularidades que presenta el espermatozoide porcino hace que sea muy sensible al shock térmico (Pursel 1973), que produce una alteración de la viabilidad espermática; la composición lipídica de sus membranas se ve afectada. Así, cuando se reduce la temperatura los movimientos laterales de los fosfolípidos que componen la membrana se ven reducidos y se producen separaciones de fases lipídicas, situación asociada a alteraciones irreversibles de las proteínas de las membranas. Todo hace que se altere la funcionalidad de la membrana espermática y la viabilidad celular se vea comprometida (revisado por White, 1993). Esta susceptibilidad al choque por frío, supone en la práctica que las muestras seminales deban ser conservadas a 15-20°C, ya que una reducción en la temperatura de almacenamiento limita la viabilidad de las muestras seminales (Paulenz, 2000). La conservación a estas temperaturas moderadamente reducidas limita la capacidad de almacenamiento de las muestras por una parte porque no puede reducirse el metabolismo celular y por otra porque no pueden controlarse las condiciones microbiológicas con la misma efectividad de temperaturas inferiores (5°C).

Por otro lado, el efecto de dilución lleva a que determinados compuestos presentes en el plasma seminal estén en muy bajas concentraciones en el semen diluidos y alteren la viabilidad espermática, como por ejemplo la reducción de la concentración de K⁺, o de proteínas plasmáticas. Estas pérdidas deben compensarse con la adecuada formulación del diluyente, así por ejemplo la adición de albúmina sérica bovina (BSA), ya que se ha demostrado que esta adición estimula la motilidad y mejora las tasas de fertilidad del semen (Gadea 2003).

Funciones del diluyente

Para llevar a cabo su misión el diluyente debe aportar los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática (glucosa), la protección frente al shock térmico por frío, controlar el pH del medio, la presión osmótica y la inhibición del desarrollo microbiano.(Gadea 2003)

Nutrientes

El espermatozoide tiene capacidad de producir la energía necesaria para mantener su metabolismo celular y generar el movimiento del flagelo, principalmente a través de las vías glicolíticas. Estos procesos se desarrollan en las mitocondrias localizadas en la porción intermedia del espermatozoide. La fuente de energía más frecuentemente utilizada en la composición de los diluyentes es la glucosa, aunque se han usado otras (galactosa, fructosa, ribosa o trehalosa) sin que los resultados hayan superado a la glucosa (Gadea, 2003).

Regulación del pH

El pH del semen recién eyaculado se encuentra próximo a 7.4 ± 0.2 , al igual que otros fluidos orgánicos, y cuando se reduce este pH al mismo tiempo se reduce el metabolismo energético del espermatozoide y su motilidad. El metabolismo glicolítico que desarrolla el espermatozoide (carbohidrato principal es glucosa) hace que el pH intracelular disminuya y el metabolismo celular quede reducido. El ácido láctico es el principal metabolito de este proceso y ha sido utilizado como índice de calidad seminal (Rigau, 1996).

La adición de agentes (tamponadores) que ayudan, a controlar el pH del medio. Entre los agentes más simples se encuentran el bicarbonato y el citrato (sódico) que presentan una capacidad de tamponar limitada, mientras que otros tamponadores más complejos (TES, HEPES, MOPS, TRIS) pueden regular el pH en un rango más amplio y no son dependientes de la temperatura (MOPS y HEPES).

El pH de los diluyentes normalmente utilizados oscila entre 6.8 y 7.2, pero hemos de tener en consideración que el pH de estos medios no se estabiliza hasta pasado unos 60-90 minutos del inicio de la dilución en agua y que los distintos diluyentes presentan un diferente patrón de cambio de su pH a lo largo del tiempo (Newth y Levis, 1999). Por lo que se han de tomar las medidas oportunas en el proceso de preparación de los diluyentes antes de su uso, para evitar problemas en el proceso de conservación.

Presión osmótica

El espermatozoide porcino presenta una presión osmótica de 290-300 mOsM, y es capaz de tolerar un rango de presiones osmóticas bastante amplio (240-380 mOsM). Diversos estudios han evaluado la tolerancia a diversas presiones osmóticas, llegando a la conclusión que ni la motilidad ni la viabilidad espermática se ve afectada por la presión osmótica en rangos comprendidos entre 250 y 290 mOsm (Fraser et al., 2001), mientras que cuando se reduce por debajo de 200 mOsm se detecta una reducción significativa de la motilidad (Gilmore et al., 1996, Fraser et al., 2001).

En cualquier caso, los diluyentes isotónicos (300 mOsm) o ligeramente hipertónicos son los que mejores resultados han dado en condiciones de utilización comercial. Para regular la presión osmótica se utiliza principalmente sales de iones inorgánicos como el cloruro sódico y potásico.

Tipos de diluyentes

A nivel práctico en las condiciones actuales de producción los diluyentes se han clasificado en dos grandes grupos, los que tienen como objetivo la conservación a corto plazo (menos de 1-3 días), o aquellos que tienen por objetivo la conservación a largo plazo (más de 4 días) (Tabla 1). Los primeros se utilizan principalmente en estructuras de distribución de las dosis seminales a corta distancia (propias de los sistemas europeos, donde la producción de dosis seminales en la misma granja es frecuente) mientras que los de largo plazo son propios de estructuras como las presentes en los USA o Noruega donde la distancia entre el lugar de producción seminal y el lugar donde va a ser utilizado es grande.

Las ventajas que aportan los diluyentes de larga duración son la posibilidad de transporte a largas distancias, permiten realizar pruebas diagnósticas sobre el semen antes de ser utilizadas, como pruebas mediante técnicas PCR (Polymerase Chain Reaction) para detectar la presencia de diversos virus o análisis completos de la calidad seminal, permite una mejor organización de las tareas en los centros de recogida seminal y facilita en gran medida la distribución de las muestras a las granjas de reproducción.

Los primeros diluyentes rusos estaban basados en soluciones de glucosa con tartrato de sodio o potasio o sulfato sódico y peptonas, manteniendo en cualquier caso bajos niveles de electrolitos (revisado por Foote, 2002). Posteriormente en la década de los 50, se produjo el desarrollo de los diluyentes para el ganado bovino, basados en yema de huevo con fosfato o citrato y leche, y se hicieron algunas adaptaciones para conservar semen porcino (revisado por Foote, 2002a). De entre todos, cabe destacar la adaptación del diluyente Illinois Variable Temperature que se utilizaba para la conservación de semen en el ganado vacuno a temperatura ambiente (du Mesnil du Buisson y Dausier, 1959). Este IVT medio está basado en una solución de glucosa, citrato, bicarbonato y yema de huevo, pero necesitaba ser gaseado con CO₂ para reducir la actividad metabólica (Tabla 2).

En la década de los 60, se produce una gran innovación consistente en la adición de un agente quelante (EDTA), que permitiría bloquear la acción del calcio como mediador de los procesos de capacitación y reacción acrosómica. Es cuando aparece el diluyente Kiev (Plisko, 1965) que posteriormente ha sido modificado y recibido otras denominaciones (EDTA, Merck I, Plisko, Guelph). Este medio Kiev permitió una amplia difusión de la IA porcina y todavía sigue utilizándose con éxito en nuestros días.

En la década de los 70, destaca la ingente labor que se realiza en el centro Beltsville (USA) acerca del estudio de las posibilidades de conservación de los espermatozoides porcinos.

Tabla # 1 Diluyentes agrupados por la duración	
Corta duración (1-3 días)	Larga duración (más de 4 días)
Beltsville Liquid (BL-1)	Acroma
Beltsville Thawing Solution (BTS)	Androep
Illinois Variable Temperatura (IVT)	Modena
Kiev	MR-A
Vital	MULBERRY III
	Reading

	X-Cell
	Zorlesco
	Zorpva
	Ensure

Bajo la dirección de Pursel y Johnson se realizan un gran número de ensayos para poner a punto diluyentes para refrigeración (BL-1, Pursel e) y congelación (BF-5, Pursel y Johnson, 1975), pero sin duda la mayor difusión la alcanzan con el medio BTS (Beltsville Thawing Solution, Pursel and Johnson, 1975) diseñado en un principio como medio de descongelación y que fue adaptado al semen refrigerado (Johnson et al., 1988). Probablemente el BTS sea el más usado en la actualidad en todo el mundo. Este medio se caracteriza por añadir una pequeña cantidad de potasio, que permite mantener la actividad de la bomba sodio potasio y evita la reducción de potasio intracelular que estaría asociada con la disminución de la motilidad (Alvarez y Storey, 1982).

El primero de los diluyentes de los denominados de larga duración fue el Zorlesco (Gottardi et al., 1980), que se caracteriza por ser un medio bastante más complejo, con la adición de TRIS como regulador del pH, albúmina sérica bovina (BSA) y cisteína en su composición. Esta cisteína (como otros compuestos con grupos sulfhidrido) permitiría estabilizar las membranas e inhibir el proceso de capacitación (Johnson et al., 2000). La utilización de este diluyente en condiciones de campo no produjo unos resultados satisfactorios, en parte debido a desequilibrios en su composición que suponen una presión osmótica final reducida (240 mOsm, tabla 2). Posteriormente, Moretti (1981) crea el diluyente Modena, incrementando la proporción de glucosa y eliminando la BSA del medio Zorlesco, pero los resultados de fertilidad obtenidos tampoco son satisfactorios (Johnson et al., 1988; Laforest y Allard, 1996).

Por otra parte, en España Santiago Martín Rillo y Eulogio Alias desarrollan el medio MR-A (Martín Rillo, 1984) y aunque no se ha hecho pública su composición cuantitativa (protegida por razones comerciales) sí la cualitativa. Este medio ha dado muy buenos resultados como diluyente de larga duración.

En esta misma época se diseñaron dos diluyentes de larga duración en el Reino Unido, ZORPVA (Cheng, 1985) y Reading (Revell y Gossop, 1989). Estos son medios complejos basados en el medio Zorlesco ligeramente modificado y al que se le añade alcohol de polivinilo como macromolécula (PVA) con lo que mejora el porcentaje de acrosomas intactos. Estos diluyentes suponen un coste superior (149 - 163%, Reed y Curnock, 1990) a los diluyentes de corta duración y con unos resultados no superiores a los obtenidos con otros diluyentes (Reed y Curnock, 1990), por lo que realmente no se ha extendido su uso.

En los últimos años han aparecido nuevos diluyentes (Acromax, X-Cell, Androhep Plus, Vital, SpermAid, Mulberry III, etc) que se encuadran dentro del grupo de larga duración. Lamentablemente, la composición cuantitativa de estos medios no es conocida, ya que está protegida por razones comerciales y, aunque no dudamos de las bondades de estos diluyentes.

Tabla # 2 Composición (en g/l) de los diluyentes de inseminación artificial porcina mas utilizados

	IVT	Kiev	BTS	Zorlesco	MRA	ZORPVA	Reading	Monera	Androhep
Glucosa	3	60	37	11.5	+	11.5	11.5	25 a	26
Citrato sódico	24.3	3.7	6.0	11.7	+	11.65	11.65	6.90	8.0
EDTA		3.7	1.25	2.3	+	2.35	2.35	2.25	2.4
Bicarbonato sodico	2.4	1.2	1.25	1.25	+	1.75	1.75	1.00	1.2
Cloruro potasico	0.4		0.75		-		0.75		
Acetilcisteina	0.05								
HEPES									9.0
BSA				5.0	+			3.00	2.5
TRIS				6.5	-	5.5	5.5	5.55	
Acido citrico				4.1	-	4.1	4.1	2.00	
cisteina				0.1	+	0.7	0.7	0.05	
Trealosa							1		
PVA						1	1		
Acetato potacico					+				

MOPS					+				
MOSM	290	380	330	240	290	275	300	282	309
PH		7.2	7.2		6.9			6.9	6.8

FUENTE: Gadea 2003

Hasta el momento se dispone de escasa información de los resultados de fertilidad en estudios comparativos realizados por centros independientes, por tanto deberemos esperar hasta que esta información se haga pública.

En cuanto a los diluyentes empleados en los procesos de congelación del semen porcino hemos de decir que están basados en la utilización de la yema de huevo y glicerol como agentes crioprotectores, una concentración elevada de azúcares y la adición de un agente detergente (Orvus et paste). De los diluyentes utilizados destacamos el medio lactosa-yema de huevo que es el más frecuentemente empleado y el descrito por Purser y Johnson (1973) denominado DF-3, en cuya composición se incluye glucosa, yema de huevo y Tris como agente regulador del pH, que se utiliza en los procesos de congelación en píldoras (pellets) sobre nieve carbónica (Gadea, 2003).

Procedimiento para la inseminación artificial porcina

Detección de estros

Una adecuada detección de calores es la clave para el éxito en IA (Sterle, 2000). La detección de estros debe ser llevada al cabo lenta y metódicamente cada día (Hideo, 1998). Una buena detección de estros permitirá al encargado estimar el horario para la inseminación más certeramente (Steverink, 1998).

Retrase la detección de estros hasta una hora después de alimentar.

Mantenga una buena empatía con los animales; esto permitirá que la detección sea más fácil. "Establezca una afinidad".

Haga la detección de calor dos veces al día, contando con la presencia de un semental como se muestra en la figura 10.



Fig.10, Cerdo celador

Utilice sementales maduros con buena libido.

Permita que la exposición al macho sea adecuada para estimular a las hembras (Williams, 2004).

Signos pre-estrais:

- ❖ Muerde la jaula
- ❖ Trepa
- ❖ Vocaliza
- ❖ Está inquieta
- ❖ Busca al macho
- ❖ Tiene la vulva edematizada, color rojo cereza (Valencia, 1991).

La detección de calor debe hacerse cuidadosamente. Palmee los flancos y ubre antes de realizar la “prueba de inmovilidad”. Recuerde: “sea el macho”.

Un encargado experimentado puede detectar calor viendo a las cabezas y observando la respuesta de las hembras al macho.

Permita que la exposición al macho sea prolongada cuando se detectan estros. Las primerizas tienden a estar más nerviosas en presencia del macho debido a la falta de exposición. Si se detectan calores en corrales, no use un macho agresivo.

Las primerizas tienden a mostrar signos de calor 48 - 72 horas antes de llegar al celo (Moisá, 2001).

Se debe permitir que haya "habituación". Exposición demasiado prolongada a un macho, en multíparas y primerizas, hace que la detección de estros se dificulte. En los sementales alejados, tomando en consideración la dirección del viento, se debe exponer a las destetadas y hembras ciclando. La exposición corta, intensiva al macho produce fuertes reflejos de inmovilidad y facilita la detección de calores (Sterle, 2000).

Se debe detectar calores e inseminar posteriormente. Una hembra sólo puede mantener un reflejo de inmovilidad durante 8-12 minutos por hora y está físicamente imposibilitada para mostrar otro reflejo de inmovilidad durante otra hora. Una inseminación realizada durante este "periodo refractario" será una pérdida de tiempo. Las contracciones, si las hay, serán débiles y habrá mucho reflujo (Williams, 2004, Valencia, 1991).

Horario

La colocación de semen de buena calidad en el tiempo y lugar adecuado es esencial para una IA exitosa. La buena detección de calor permitirá que se planee mejor el horario de inseminación (Moisá, 2001). Es importante saber y entender algo de la fisiología de la reproducción para poder predecir adecuadamente el tiempo de ovulación y así determinar el horario de inseminación. Los siguientes puntos clave muestran las reglas básicas (Hafez, 2002).

Una hembra en calor mostrará los siguientes signos y comportamiento:

- ❖ Orejas erguidas.
- ❖ Pérdida de apetito.
- ❖ Lomo arqueado.
- ❖ Temblor.
- ❖ Ojos vidriosos.
- ❖ Cola erguida y agitándose hacia arriba y abajo.
- ❖ Descarga mucosa cristalina de la vulva. Vulva ligeramente edematizada, color rojizo

- ❖ Soporta la "prueba de inmovilidad". Reflejo de inmovilidad (Sterle, 2000, Valencia, 1991).

"No todos los signos se mostrarán en todas las hembras, diferentes hembras muestran estro en formas diferentes y el *arte del encargado* consiste en la habilidad de poder identificar y responder a los signos mostrados" (Valencia, 1991).

Una buena detección de calores es un componente esencial para lograr una IA exitosa (Steверink, 1998, Peña, 1998). Recuerde que el semen requiere estar dentro de la hembra 6-8 horas para permitir que la "capacitación" (maduración del esperma) se lleve al cabo (Moisá, 2001). Por lo tanto, es esencial que el semen se encuentre dentro de la hembra antes de la ovulación y esté "listo y esperando" cuando el óvulo es desprendido (Rozebon, 2000).

Las hembras que entran en calor en un periodo corto de tiempo después del destete tienen un estro largo y ovulan durante la última cuarta parte de este periodo. Por el contrario, animales que entran en calor mucho después de haber sido destetados, tendrán un estro relativamente corto y ovularán en un periodo de tiempo relativamente corto después de mostrar estro (Arancibia, 1999).

Su meta deberá ser inseminar al menos dos veces por periodo estral, con aproximadamente 12 horas entre inseminaciones. Cuando se empiece con IA, es beneficioso que se insemine 3 veces en 24 horas, AM/PM/AM o PM/AM/PM.

Inseminación

La colocación correcta del catéter es esencial para una buena inseminación. Un catéter limpio debe "conectar" en los pliegues cervicales (Sterles, 2000). Esto formará un sello hermético, maximizando los efectos de estimulación y por lo tanto, minimizando descargas o reflujo (Moisá, 2001).

Los puntos más importantes que necesitan seguirse durante el proceso de inseminación.

Determine el estro usando la "prueba de inmovilidad".

Limpie la vulva utilizando una toalla de papel seca. Toallas mojadas o húmedas pueden remover y poner en suspensión estiércol y bacterias que pueden contaminar la punta del catéter o la bacteria en suspensión puede entrar en la hembra con las contracciones uterinas durante la inseminación.

“Sea el macho”. Estimule a la hembra imitando las técnicas del macho (presión en el lomo, palmear los hombros, flancos y la ubre).

Abra la bolsa de Cochette. (Revise las instrucciones de la Guía).

Recuerde tomarse su tiempo y no confiarse (idealmente, son 5 - 6 minutos por cada inseminación) (Williams, 2004 y Moisés, 2001).

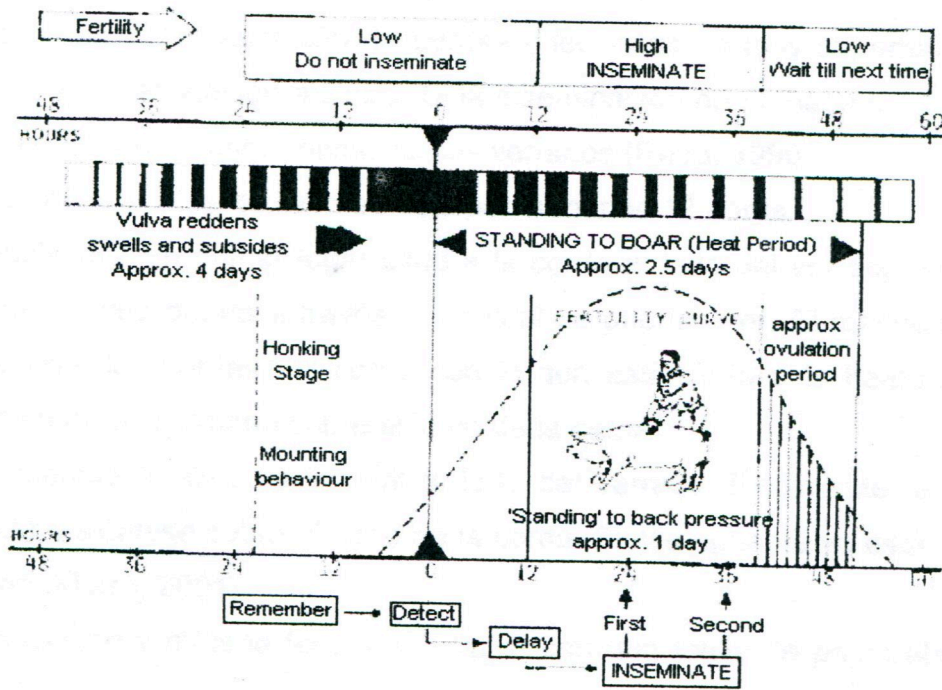


Fig. 11. Estro de la cerda y tiempo apropiado para la inseminación

Manejo post-servicio

La colocación del semen es sólo una parte del proceso de monta. El transporte del semen en la hembra debe ser auxiliado, mediante la implementación de los siguientes procesos:

Permita que la exposición del macho continúe por mínimo 10 minutos post-servicio. Esto se realiza fácilmente en un sistema de corrales mediante la rotación de un grupo de corrales. Este semental tiene una función esencial en el proceso de inseminación. Manteniendo la exposición al macho, el transporte de semen continúa mediante las contracciones uterinas y el reflujo se minimiza (Knox, 2003). Retire al macho después de este tiempo y no lo vuelva a exponer a las hembras hasta la siguiente inseminación.

Método de la inseminación

La exactitud en la inseminación de cerdas y lechonas es muy importante en los programas de inseminación artificial. Si la inseminación no se hace correctamente no podrá conseguir el valor óptimo de sus verracos (Reed, 1990).

Asegúrese de que la cerda lleva en celo por lo menos 12 horas.

Tenga paciencia: En primer lugar sitúe a la cerda al lado del verraco, separados solamente por una puerta a través de la cual se puedan ver. El macho recorrerá agresivamente los bordes del corral con lo que estimulará a la hembra. Apoye luego firmemente una mano sobre el lomo de la cerda.

Ella se quedará totalmente inmóvil al lado del verraco. Finalmente, apoye con más fuerza o siéntese sobre el lomo de la cerda. Si ella aguanta ya está lista para ser servida (Moisá, 2001).

Elimine suciedad y materia fecal de la vulva con una toalla de papel absorbente (Sterle, 2000).

Saque la varilla de inseminar de su protector y aplique una pequeña cantidad de lubricante no espermicida a una pulgada de la punta (Moisá, 2001).

Inserte la varilla, dirigiéndola en ángulo hacia arriba, para prevenir la perforación de la vejiga (Jonson, 1988).

Siga el mismo ángulo de inclinación de la cadera del animal, Fig.12.

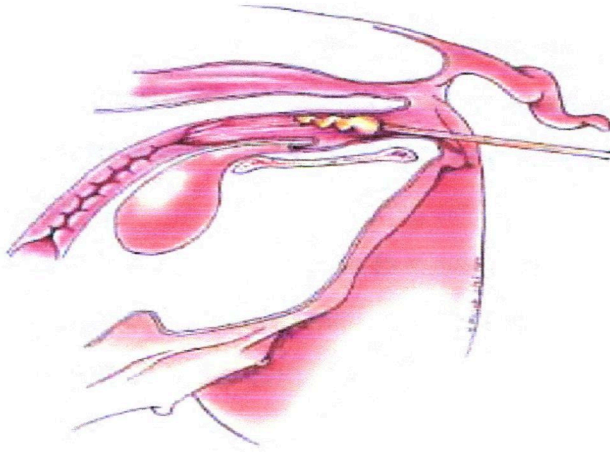


Fig.12.Introducción de la varilla.

Existen distintos tipos de catéteres: pipetas descartables tipo “tirabuzón” o “esponja” y de goma llamadas pipetas de Melrose (Moisá, 2001).

No deben usarse jabones, detergentes ni desinfectantes (Sanches, 2000).

Desplace suavemente la pipeta hacia delante y arriba dirigiéndola hacia la columna vertebral (Sterle, 2000).

Inserte la varilla con una presión uniforme. Si se trata de una varilla con rosca gírela en sentido contrario a las agujas del reloj. De esta manera se facilitará la penetración por el cuello uterino. Después que la varilla pasa dos de los anillos cervicales, sentirá que encuentra mayor resistencia a la penetración (Moisá, 2001).

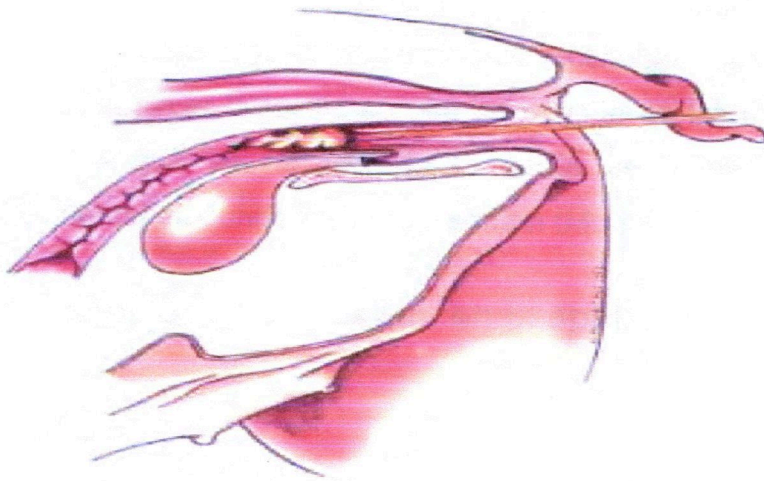


Fig.13.Varilla con rosca

Si se trata de una varilla terminada en punta con goma espuma no la haga girar. En lugar de eso jale de ella ligeramente para ver si la cerda la retiene. En ese momento la varilla deberá estar en la posición correcta para proceder con la inseminación (Moisá, 2001).

Cuando la misma toque el cervix uterino rote la pipeta en el sentido contrario a las agujas del reloj para que el extremo del mismo quede trabado en los pliegues del cuello uterino, que se encuentran turgentes y facilitan el sellado perfecto del catéter. Acople el frasco al extremo libre del catéter introduciendo lentamente el contenido (Sterle, 2000).

Acople el recipiente del semen a la varilla y levántelo en posición invertida. Apriételo suavemente para eliminar el aire que quedó encerrado en la varilla. (Sterle, 2000). Ahora el semen debe fluir con poca o ninguna presión sobre el recipiente. La cerda debería dejar pasar el semen a su propia velocidad (Clappler, 2000).

Asegúrese de estimular a la cerda durante la inseminación. Frótela por debajo y empuje sobre sus flancos al mismo tiempo que le aplica una presión suave sobre el lomo (Clapper, 2000). De esta manera se estimulan las contracciones del útero, que contribuyen a mover el semen desde el cuello del útero hacia los oviductos (Moisá, 2001).

No se apresure. Piense en el tiempo que se toma un verraco para servir a una cerda (Moisá, 2001). Al vaciar todo el contenido del recipiente del semen, no se retira de la varilla y para sacar la varilla se gira en sentido de las manecillas del reloj (Knox, 2003). Ya que se ha retirado la varilla se anota la fecha de inseminación y el semental de donde provino el semen (Moisá, 2001).

Procesos fisiológicos que se suceden en la aplicación de la dosis seminal.

Transporte espermático

Para lograr el máximo de fecundaciones es necesario la aproximación temporal entre la deposición del semen y la ovulación, coordinando siempre el transporte espermático, la viabilidad espermática y distribución de los ovocitos.

La longitud que deben recorrer los espermatozoides desde donde se depositan hasta el lugar de fecundación es de unos 50 a 100 cm. En este recorrido se encuentran gran cantidad de barreras naturales que actúan como filtros para hacer una selección de los espermatozoides con mejor viabilidad. El transporte espermático se realiza en gran parte por las contracciones musculares uterinas (Bower, 1974), la acción de los cilios del oviducto (Harper, 1982) y en menor grado a la motilidad espermática. El tiempo que transcurre desde que se insemina hasta donde llegan es realmente corto, y así podemos encontrar espermatozoides en los oviductos aproximadamente 5 minutos después de la inseminación (Viring, 1980), y a la media hora están en un número suficiente para alcanzar una cubrición completa (Hunter, 1981).

El reservorio de espermatozoides

La unión utero-tubal (UUT) que incluye 1 cm. del cuerno uterino y 1 cm. del oviducto, actúa como reservorio de esperma en la hembra y conserva sin cambios la motilidad, viabilidad y capacidad fecundante del espermatozoide (Overstreet et al., 1980; Suarez et al., 1991). En este reservorio pueden estar almacenadas por encima de 40 horas con capacidad fecundante (Hunter, 1981). El semen que va llegando durante la fase preovulatoria se va almacenando en la UUT, debido que ante él se encuentra una gran barrera infranqueable en este período que es el istmo del oviducto. La mucosa del istmo está mucho más edematizada y origina unos pliegues longitudinales con formaciones polipoides durante la fase preovulatoria (8 a 12 horas antes de la ovulación) impidiendo el paso de los espermatozoides a la ampolla del oviducto, lugar donde se reúnen espermatozoides y ovocitos para fecundarse. Una vez que se produce la ovulación y gracias a las hormonas que se liberan se modifica la mucosa del istmo abriendo la luz del conducto y permitiendo el paso de los espermatozoides.

La viabilidad espermática

Por un proceso de selección natural, de la gran cantidad de espermatozoides que son introducidos en una IA (millones de células) sólo una pequeña cantidad correspondiente a los más especializados y resistentes, llega a la UUT.

Viring (1980) aprecia una menor presencia en la UUT de espermatozoides muertos o menos viables, Shalgi et al. (1992) realizan inseminaciones que contenían espermatozoides de otras especies e igualmente apreciaron una reducción de estos espermatozoides en la UUT. Smith et al. (1988) lo aprecian igualmente con semen capacitado.

La presencia de alteraciones en el semen por morfoanomalías espermáticas, como colas en látigo que limitan la viabilidad y motilidad de los espermatozoides o alteraciones en la membrana (membrana plasmática o membrana acrosómica), pueden suponer una reducción de llegada a la UUT. Lefebvre y Suárez (1996) muestran que el número de células espermáticas encontradas por mm^2 en el epitelio del istmo fue mayor utilizando concentraciones más altas en las dosis.

La pérdida espermática a lo largo del útero se debe a las barreras uterinas que se encargan de atrapar gran parte de los espermatozoides. Después de la cubrición, en el examen histológico del epitelio uterino se aprecian espermatozoides adheridos a los cilios del útero, glándulas tubulares y también existe una gran fagocitosis responsable de la retirada de gran parte de los espermatozoides inseminados, Pursel et al., (1978) ven un gran incremento en el número de leucocitos en el útero 2 horas post-inseminación.

El reflujo

El factor que interviene con más intensidad en la pérdida espermática es el reflujo. Podríamos definirlo como la pérdida al exterior vía vaginal del fluido y espermatozoides de la dosis seminal y del flujo de la cerda que se puede apreciar durante la inseminación (en mayor o menor grado) y primeras horas postinseminación. Viring & Einarsson, 1981 observan que en las dos horas

posteriores a la inseminación se pierde aproximadamente una media de 70% del líquido y un tercio de los espermatozoides que se han introducido, apreciando una variación individual entre cerdas. Baker & Degen(1972) encuentran diferencias de mayor reflujo en las cerdas de un parto respecto a las múltiparas. La disminución de la actividad contráctil del miometrio puede causar incremento del reflujo, teniendo en cuenta que la actividad de las contracciones del miometrio se ven incrementadas durante el estro (Claus et al., 1989) y por la estimulación de la cerda durante la cubrición o IA (Zerobin, 1968; Bower, 1974). En el trabajo de Baker et al. (1968) comparan distintos volúmenes de inseminación, y observan que en el volumen de inseminación de 100 ml se aprecia mayor número de ovocitos fecundados y con más espermatozoides pegados en zona pelúcida.

Para intentar evitar el reflujo en inseminación, y asemejar el tapón de gel que se forma en el cervix de la cerda durante la monta natural, Pursel (1982) colocó en esta zona tapones de algodón o plástico tras la inseminación. Sin embargo, no apreció un incremento en el número de espermatozoides recuperados del cuerno uterino y la unión útero tubal 4 horas después de la inseminación de poner tapón a no ponerlo. Steverink et al. (1998) comprobaron que un exceso reflujo unido a concentraciones bajas en las dosis seminales tienen un efecto negativo en la fertilización.

Inseminación post cervical

Recientemente se han presentado nuevas técnicas para la inseminación artificial (I.A.), como son los métodos intra-uterinos, entre ellos el empleo de la cánula post-cervical o trascervical, como se muestra en la figura 13 (Gil, 2004). Esta técnica consiste en la introducción de la dosis seminal directamente en el cuerpo del útero de la cerda (este último ubicado entre el cuello y los cuernos uterinos y con una longitud de entre 5 a 10 cm), en lugar de colocar la dosis en el cuello o cérvix, como en la I.A. tradicional (Todod, 2002 y Martínez, 2001). En la técnica de I.A

convencional, el semen se deposita en los primeros centímetros del cérvix, y éste, por su particular anatomía, actúa como una barrera natural que dificulta la llegada del semen al útero y facilita el reflujo (Williams, 2004 y Gil, 2004.).

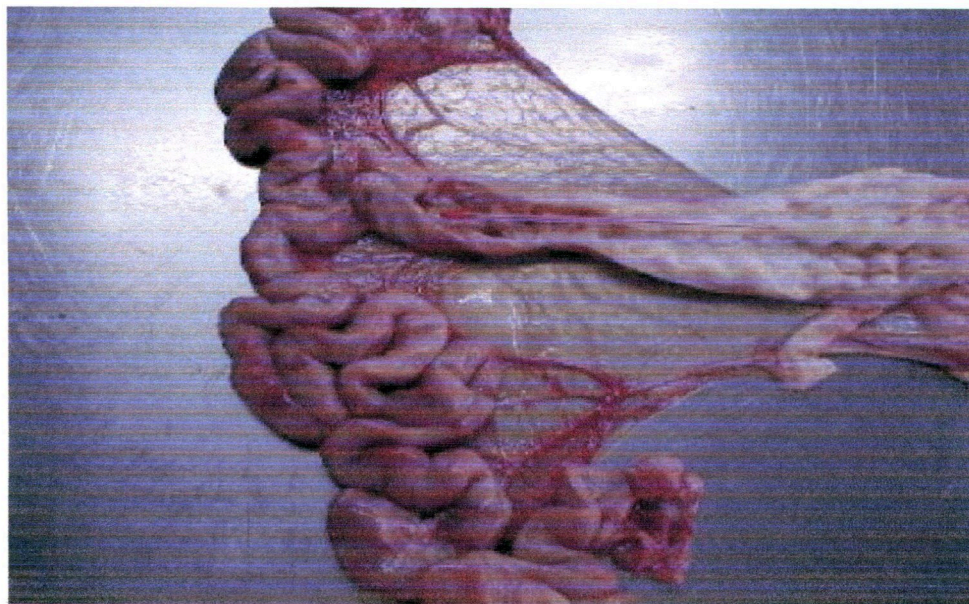


Fig.14. Cánula post-cervical

Técnica post-cervical

Esta técnica de inseminación artificial tiene varias ventajas, entre ellas (Williams, 2004 y Gil, 2004):

- ❖ Se reduce el volumen de reflujo seminal post-I.A.
- ❖ Se utilizan menos espermatozoides por dosis.
- ❖ Se utiliza menos volumen por dosis, al utilizar dosis de menor volumen, la I.A. se realiza más rápidamente.
- ❖ El costo por padrillo es menor, al poder elaborar más dosis seminales de un mismo eyaculado.
- ❖ Podremos utilizar verracos de mayor valor genético.

Descripción de la técnica:

La inseminación post cervical en porcino se realiza introduciendo una cánula que recorre totalmente la longitud del cuello uterino hasta alcanzar el cuerpo del útero, lugar en el que se depositará el material seminal como se muestra en la figura 14 (Todod, 2002 y Martínez, 2001).

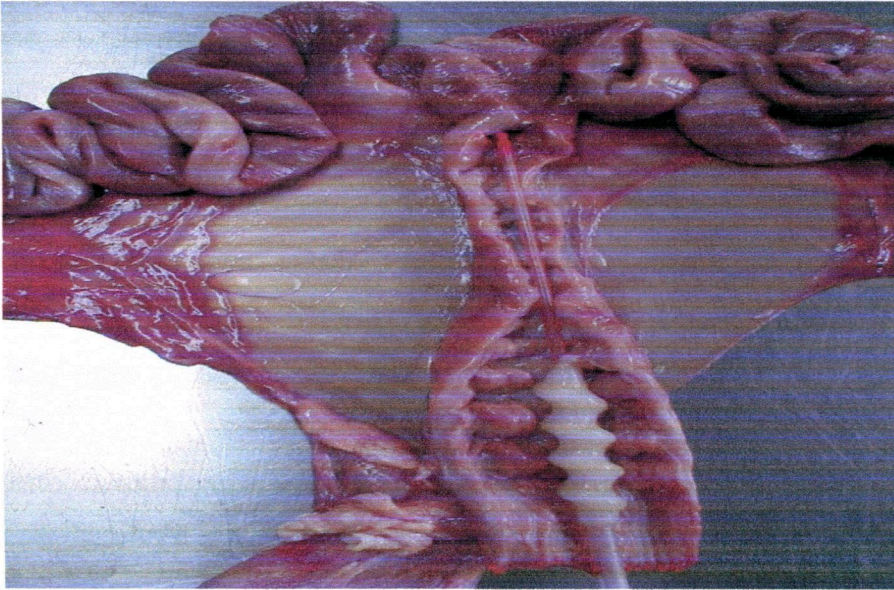


Fig.15. Introducción de la cánula y lugar donde se tiene que depositar el semen.

Material necesario:

- ❖ Cánula transcervical.
- ❖ Catéter guía.
- ❖ Gel ginecológico lubricante.
- ❖ Diluyente para semen de porcino.
- ❖ Equipo calefactor.

La cánula transcervical es un tubo de 3,5 mm de diámetro externo y de 72 cm de longitud, cuyo extremo craneal se remata con una pieza atraumática en forma de dos esferas unidas por un pequeño istmo, siendo el diámetro de la esfera caudal

ligeramente mayor que el de la craneal y que el diámetro del tubo, de tal manera que este no provoque la erosión de la mucosa cervical en el momento de su introducción (Williams, 2004). La salida del material seminal se realiza por dos orificios de bordes redondeados, realizados en la pared del istmo situado en el centro de la pieza craneal, evitándose de esta manera que los orificios puedan lesionar la mucosa cervical (Williams, 2004). La cánula dispone en su extremo caudal de un conector que permite la introducción de la canulita propia del envase (botellines, tubos...) del material seminal (Gil, 2004). La cánula presenta en toda su longitud una marca situada en el eje perpendicular al eje en el que se encuentran los orificios de salida descritos en la pieza craneal.

Como catéter guía se utilizó un catéter de espiral de un solo uso, modificado para que su salida estuviera en el extremo final de la punta y no en el lateral.

Se utilizó un gel ginecológico antiséptico lubricante no espermicida.

Se utilizó diluyente comercial, el mismo que se empleó para fabricar las dosis seminales.

Como aparato calefactor se usó un baño María que permite calentar con control, botellines con diluyente a 42 – 44 °C, de forma rápida y segura.

Procedimiento (Williams, 2004 y Gil, 2004):

- ❖ Limpiar cuidadosamente la vulva de la cerda.
- ❖ Sacar el catéter guía de su envuelta protectora.
- ❖ Poner al menos 2 ml de gel ginecológico por el exterior de la punta.
- ❖ Colocar el catéter de forma convencional hasta que la punta del catéter quede fijado en el cuello uterino.
- ❖ Infundir a través del catéter de 30 a 35 ml de diluyente a 42 – 44 °C.
- ❖ Esperar de 2 a 3 minutos.
- ❖ Sacar la cánula del envase estéril y evitando tocar o ensuciar los últimos 30 cm.
- ❖ Introducir la cánula, por el interior del catéter guía hasta hacer tope con los anillos cervicales.

Bibliografía

MVZ., EPA. Arancibia Salinas Katherine, MVZ., EPA. Martínez Gamba Roberto. Mejoramiento Animal Reproducción en Cerdos. Primera edición 1999.

MVZ. Sc. Becerril Ángeles Joaquín. Manejo del semen desarrollo de los programas de inseminación artificial.

Clapper Jeff. Artificial Insemination of Swine. October 2000. College of agriculture & biological sciences / south dakota state university / usda.

Du Mesnil du Buisson F., Dauzier L., Improvement of practical use of preservation techniques for boar semen by saturation of the diluent with carbondioxide. Ann. Zootech. Suppl. 8, 1959, 81-96

Esbenshade Kl. Secretos y ciencia del ciclo estrual. National Hog Farmer
Falceta C, Duque J, Alfonso M J.2001, Ciclo estral de la cerda. Dpto. Patología Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza, España.

Fraser L., Gorszczaruk K., Strzezek J., Relationship between motility and membrane integrity of boar spermatozoa in media varying in osmolality. Reprod. Domest. Anim. 36, 2001.

Foote R.H., The history of artificial insemination: Selected notes and notables. J. Anim. Sci. Biography and History Series, 2002. 1-10

Gestión Veterinaria Porcina. 2002. Ciclo estral de la cerda. Información Técnica. URL: <http://www.acromax.net/cicloestral.htm>

García S. 1995. Fisiología veterinaria. Editorial interamericana McGraw-Hill. Madrid España

Laing JA, Brinley WJ, Wagner W C. 1991. Fertilidad e infertilidad en la practica vete-rinaria. Interamericana-Mc Graw-Hill.

Martínez, E. A., Vázquez, J. M., Roca, J., Lucas,X., Gil,M.A., Parrilla I, VázquezJ. L. and Day B. N. Successful non-surgical deep intrauterine insemination with small numbers of spermatozoa in sows. Journals of Reproduction and Fertility. 2001.

Moisá Sonia. Monografía Inseminación Artificial Porcina. Facultad de Agronomía y Zootecnia Departamento de Producción Animal Cátedra de Zootecnia General, 2001.

Mc Donald LE, Pineda MH. 1991. Veterinary Endocrinology and Reproduction. Lea & Febiger.

Newth M.S., Levis D.G., Change in pH boar semen extenders.1999 Nebraska Swine Report.

Pérez Méndez Manuel. Factor humano en la inseminación artificial.

Peña, F. J , Domínguez, J. C., Alegre ,B., Peláez, J. Effect of vulvomucosal ingestión of PGF2 alfa at insemination on sudsequent fertility and litter size in pigs under field conditions. Animal Reproduction Science 52 (1998) 63 – 69.

PIC México. Visión Técnica. Septiembre 2000. Los 6 hábitos de Inseminadores altamente efectivos.

<http://www.porcicultura.com/articulos/ia/habitos.htm>

Pursel V.G., Johnson L.A. Freezing of boar spermatozoa: fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. J. Anim. Sci., 40, 1975, 99-102

Reed H.C.B., Commercial requirements for an effective fresh semen diluent. *Reprod. Dom. Anim. Suppl.* 1, 1990, 255-270.

Rillo Martín S., 1984. How AI is progressing in Spain. *Pig Intern* (may) 24-28. 26.-

Johnson L.A. 1975. Freezing of boar spermatozoa: fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. *J. Anim. Sci.*, 40, 99-102.

Rigau T., Piedrafita J., Reverter J., Canal M., Rodríguez-Gil J.E., 1996. The rate of L-lactate production: a feasible parameter for the fresh diluted boar semen quality analysis. *Anim. Reprod. Sci.* 43, 161-172.

Rozeboom, K. J., Troedsson, M. H. T., Hodson, H. H. Shurson, G. C., and

Crabo, B. G. The importance of seminal plasma on the fertility of

Subsequent artificial inseminations in swine. *J. Anim. Sci.* 2000. 78:443-

448

Sterle Jodi y Safranski Tim. Inseminación artificial porcina., Detapartment of Animal Sciences. Universidad de Missouri- Columbia, 2000.

Steverink, D. W. B., Soede, N. M., Bouwman, E. G., Kemp, B. Semen backflow after insemination and its effect on fertilisation results in sows. *Animal Reproduction Science*, 54 (1998) 109 – 119.

Dr. Sanches Sanches Raúl. Métodos de aplicación de la dosis seminal en inseminación artificial porcino. Artículo también publicado en la revista *Albeitar* nº40. Noviembre 2000.

Todd See M., PhD. Inseminación Artificial Intrauterina (trascervical) y de Tiempo Fijo en Cerdas. Cerdos Tecnología Internacional, Año 5, No. 59, Septiembre 2002. Publicación de Midia Relaciones S. A. de C. V.

Trujillo Ortega Ma. Elena, Martínez Gamba Roberto G. La pira reproductora primera edición, 2002.

Valencia Méndez J. Fisiología de la reproducción porcina. Trillas, 1991

Méd. Vet. Williams Sara. Inseminación artificial post cervical. Artículo publicado en la revista portal veterinaria, 2004.

Med. Vet. Williams sara. Inseminacion post cervical. Instituto de teriogenologia, facultad de ciencias veterinaras, UNLP. Noviembre de 2002