

Capítulo 3: Manejo del verraco en IA Porcina

Anatomía del Sistema Reproductor del Macho

El estudio y la comprensión de las estructuras reproductivas de forma individual y a su vez de estas como sistema, tanto del macho, como de la hembra, no solo brinda ayuda al recolector de semen y/o inseminador, sino también al porcicultor en general, ya que permite establecer la relación entre el sistema y el procedimiento implementado para cada labor. La siguiente descripción anatómica se basa en las siguientes fuentes literarias (Hafez y Hafez, 2003; Kubus, 2010; Senger, 2003; Padilla, 2007).

El sistema reproductor del macho está diseñado para producir, almacenar y transportar el semen hacia el sitio de depósito en la hembra, a continuación, se detalla cada órgano que integra el sistema reproductor.

1. Los testículos: los testículos en el feto son responsables por su diferenciación y el desarrollo del tracto reproductor masculino. Este es el lugar en donde se da la producción de espermatozoides por medio de la espermatogénesis.

En el animal adulto los testículos producen los espermatozoides y secretan hormonas masculinas como los andrógenos. En el interior de los testículos, se conglomeran los túbulos seminíferos, sitio donde se encuentran las células de Leydig, estas secretan hormonas masculinas en las venas testiculares y en los vasos linfáticos.

Los testículos se ubican fuera de la cavidad abdominal, en un saco denominado escroto, esto es fundamental para la termorregulación (regular la temperatura), pues los testículos se mantienen a una temperatura inferior en relación al resto del cuerpo, aspecto clave para la supervivencia de los espermatozoides.

2. Epidídimo: es el primer conducto externo al testículo en comunicar este último con el medio, esto mediante su unión con aproximadamente 12 a 15 conductos eferentes del testículo. Este ducto se extiende sobre la superficie del testículo, se origina en la parte superior la cabeza del epidídimo, descendiendo en el testículo se encuentra el cuerpo del epidídimo y finalmente en la parte inferior se encuentra la cola del epidídimo. El conjunto de las tres porciones se encargan del transporte, concentración, almacenaje, absorción, eliminación y maduración de los espermatozoides.

3. Escroto: el escroto es una bolsa bilobulada que separa, sostiene y protege los dos testículos. La posición del escroto difiere de acuerdo con la especie. Es recubierto por piel, la cual se caracteriza por contener una gran cantidad de glándulas *sebáceas* y *sudoríparas*. Por debajo de la piel del escroto, se encuentra la túnica de dartos, esta bolsa divide los testículos y es conformada por tejido liso e intersecada por tejido conectivo.

Los cordones espermáticos conectan los testículos con las venas del *plexo pampiniforme*, la arteria testicular, los *troncos nerviosos* y el *músculo cremaster*. Estos a su vez, igual que la túnica de dartos, se conforman de tejido liso recubierto con tejido conectivo, lo cual le confiere a ambos la función de la termorregulación de los testículos mediante su contracción y/o relajación.

4. Vasos o ductos deferentes y Uretra: ambos son conductos espermáticos, por una parte, los primeros son dos, básicamente porque conectan cada una de las colas del epidídimo hacia el exterior donde confluyen en la uretra, por otra parte, la uretra es un ducto que se caracteriza además por transportar la orina.

5. Glándulas sexuales accesorias: la porción espermática del eyaculado es producto de tres glándulas sexuales. Estas son las *glándulas vesiculares*; la *próstata*; y las *glándulas bulbouretrales*. Las glándulas vesiculares son las responsables por la fracción gelatinosa “tapioca” del eyaculado; la próstata proporciona azúcares, prostaglandinas y estabiliza el pH, adicionalmente las glándulas bulbouretrales aumentan el volumen del eyaculado. En conjunto las glándulas sexuales accesorias brindan a los espermatozoides una solución “buffer” (tampón), nutritiva y óptima para contribuir a la motilidad y fertilidad de los espermatozoides (Lotz y Saenz, 2007).

6. Pene: Este miembro nace en la terminación de la uretra, en el cerdo al igual que en el toro, se caracteriza por encontrarse contraído dentro del animal en forma de “S”, esto por la acción de unos músculos confluyentes en el pene, a lo que se le determina como *flexura sigmoidea*. Por el contrario, cuando se da la relajación de los músculos, el pene se extiende y sobresale al medio para copular a la hembra. El pene del verraco presenta la particularidad de poseer la porción terminal en formato de espiral o “sacacorchos”, esta porción puede medir aproximadamente cinco centímetros.

Fisiología del Sistema Reproductivo del Macho

El sistema reproductor del cerdo al nacimiento se encuentra inmaduro y por tanto no está capacitado para la función reproductiva. No obstante, esto no deja de ser así hasta que por una serie de pasos el macho alcanza la pubertad y posteriormente la *madurez sexual*.

La pubertad se da cuando el macho puede producir y liberar gametos, así como exhibir comportamiento sexual, por otro lado, la madurez sexual es cuando el animal tiene una producción hormonal eficiente, una gametogénesis plena, un comportamiento sexual adecuado y la capacidad copulatoria.

Los cerdos llegan a la madurez sexual en promedio antes de los siete meses, pero no se recomienda su implementación como reproductores sino hasta una edad posterior, cuando

han logrado estabilizar la producción de espermatozoides. Pequeñas variaciones al tiempo promedio para la pubertad y madurez sexual pueden estar relacionadas con factores como la raza, el peso, el clima, la nutrición, entre otros.

Una serie de eventos evidentes y otros no detectados a simple vista ocurren a raíz de los procesos de pubertad y madurez sexual en el sistema reproductivo del macho. Este a su vez, es comandado por el sistema endocrino donde intervienen principalmente las hormonas folículo-estimulantes (FSH), la hormona luteinizante (LH), ambas por sus siglas en inglés, y la testosterona (Hafez y Hafez 2003; Senger, 2003).

Espermatogénesis

Se entiende la espermatogénesis como el proceso de formación de espermatozoides, de acuerdo con los eventos ocurridos durante este proceso el mismo se puede dividir en dos fases.

La primera fase se reconoce como espermatocitogénesis, caracterizada por cumplir la división celular meiótica. La segunda fase corresponde a la espermiogénesis, proceso por el cual las células resultantes del primer paso son transformadas en espermatozoides.

En cerdos tanto la espermatocitogénesis como la espermiogénesis, o bien la espermatogénesis como proceso general, se reconocen como fenómenos continuos, dado que el macho se encuentra activo sexualmente durante todo el año y su intensidad depende de la frecuencia de servicio por parte del animal.

Erección y eyaculación

Como se mencionó anteriormente, los cerdos presentan el pene retraído en forma de "S", esto es posible gracias a la presencia de un músculo conocido como retractor. El pene del cerdo presenta abundante tejido *fibroelástico* (cuerda tendinosa), lo cual impide un verdadero aumento del tamaño del pene durante la erección. En su lugar el pene se expone al medio mediante la relajación del músculo retractor del pene.

Durante la cópula la hembra en celo permite al macho montar sobre esta y a su vez cuando el macho logra introducir el pene en el sistema de la hembra, la vagina inicia contracciones que favorecen a la excitación del macho y a la estimulación para la eyaculación.

La eyaculación ocurre por la estimulación de los corpúsculos y terminaciones nerviosas del pene. Sin embargo, anticipadamente los músculos lisos de las glándulas accesorias preparan el medio para el movimiento de los espermatozoides desde el epidídimo hasta la uretra. Este desplazamiento ocurre gracias a las contracciones peristálticas de los órganos implícitos (epidídimo, conductos deferentes y otras glándulas).

Una vez depositado el semen en el conducto de la uretra, los músculos que le rodean (*bulbo isquiocavernoso*) se contraen peristálticamente hasta expulsar el semen. Este particularmente en cerdos por la conformación del pene y la apertura del cérvix por parte de la hembra se deposita en el útero.

Manejo del Verraco

Instalaciones asociadas

El diseño y equipamiento de las instalaciones representa un aspecto crítico en toda actividad productiva; sin embargo, como producto de una planificación adecuada se obtienen ventajas sobre la productividad. No obstante, la principal limitante para cumplir con dicho objetivo consiste en el costo económico que esto acarrea.

Dentro del diseño de las instalaciones correspondientes al manejo del verraco y su espermatozoos se debe contemplar principalmente: el recinto del macho, el corral de extracción y un laboratorio para preparación de dosis seminales.

Corral del Macho

Cada verraco en granja debe ubicarse en un corral individual, la calidad de estos establecimientos determina el bienestar del animal y por ende su rendimiento.

El diseño de los corrales debe considerar el tipo de material a utilizar en su construcción. Por otra parte, el sitio o ubicación dentro de la granja porcina, las dimensiones del mismo y la disposición de los comederos y bebederos son también aspectos clave.

Adicionalmente a lo anterior, las instalaciones deben mantenerse limpias y desinfectadas, deben lavarse o limpiarse mínimo una vez al día.

Materiales del corral

Debido al comportamiento de los cerdos, los materiales adecuados deben poseer dureza y durabilidad, entre los cuales comprenden el concreto y/o las estructuras rígidas a base de metal, como por ejemplo el hierro. Algunas otras consideraciones importantes son trabajar con materiales que permitan mantener una temperatura apta para los cerdos, según sea el clima de la zona, su costo, entre otras características determinadas con base en el sistema productivo específico.

El material electo no debe proveer superficies ásperas, por lo que al trabajar concreto se recomienda repellar las superficies. El piso también es un elemento clave, dado que las superficies irregulares pueden provocar daño en los cascos de los animales, por otro lado se debe tener presente que la superficie no debe provocar que el animal se resbale, lacere o fracture.

Ubicación del corral

Dos aspectos son críticos en la ubicación de los corrales de los verracos, en primera instancia, se debe contemplar la distancia entre los mismos y el corral de extracción, la misma no debe ser muy corta (corrales contiguos), ya que un mayor desplazamiento permite la estimulación en el verraco, indicando al animal que iniciará el proceso de extracción. Por otro lado, se debe tener presente que esta distancia no sea demasiado larga, ya que repercute sobre la libido del animal, esto al aumentar la posibilidad de distracciones durante el trayecto.

Dimensiones del corral

El verraco debe tener espacio suficiente para que pueda movilizarse y recostarse evitando el efecto del estrés y por ende reducción del rendimiento. El área óptima comprende de 4 a 5 m². Las paredes se levantan 1,2 hasta 1,4 m. El piso debe tener 3 a 4% de declive, para disminuir la humedad. Dimensiones que pueden ajustarse a cada finca, bajo asesoramiento de un profesional en el área.

Disposición de alimento

Al ser un corral individual no hay mayor exigencia con el comedero, el mismo puede ser una canoa de aproximadamente 0,5 m de largo. Por su parte, es mejor situar el bebedero al extremo contrario del comedero para estimular la actividad del animal, considerando de ante mano que el mismo se encuentre en el extremo inferior, evitando así el exceso de humedad.

Corral de extracción

El corral de extracción debe estar situado a una distancia adecuada del corral del recinto del macho y además debe estar directamente comunicado a este mediante un pasillo con un ancho mínimo de 0,8 m.

El área óptima para esta labor comprende unos 9 m². Es importante que esta superficie, así como el pasillo de tránsito se encuentren limpios y libres de objetos que logren atraer la atención del verraco y consecuentemente distraerlo del objetivo.

El maniquí debe ubicarse estratégicamente en el centro de la sala, para proporcionar así una ruta de escape al operador y de la misma forma mantener la integridad del animal. Esto se debe a lo agresivo que se puede tornar durante la extracción, lo anterior a raíz de las altas concentraciones de testosterona. Su diseño y altura deben ser similares al de una cerda y a la vez, confortable para el macho. El maniquí debe permitir ajustar su altura, en el caso de manejar más de un verraco, también debe poseer puntos de anclaje firmes en el suelo, accesibilidad para el verraco por ambos lados, superficies lisas, sin filos y fáciles de limpiar. En cuanto a sus dimensiones se recomienda un largo de 1-1,5m, una altura de 0,5-0,75m (se ajusta en línea con la altura de los ojos del verraco) y un ancho que va desde los 0,25 a 0,30m.

Adicionalmente, el corral se debe equipar con una alfombra de hule en el suelo, aferrada mediante una rejilla de metal u otro elemento que imposibilite el deslizamiento de esta. Esta disminuye la probabilidad del verraco de resbalar durante la extracción, así mismo brinda soporte a la pezuña, para así evitar lesiones de los cascos durante el proceso.

Por último, es importante que la totalidad del corral sea apta para su limpieza y desinfección.

Laboratorio

El diseño y la dimensión del laboratorio resultan variables, esto depende de las labores a emplear, los equipos existentes en la granja y la cantidad de los materiales a almacenar.

Se pueden diferenciar dos tipos de laboratorios, en primer lugar, aquel edificado con fines productivos y, en segundo lugar, los laboratorios que en su lugar se utilizan para investigación y/o docencia, en cuyo caso resultan provistos en su mayoría con equipo altamente especializado.

Indiferentemente del tipo de laboratorio, este debe estar lo más cercano posible al sitio de extracción. Un laboratorio productivo o convencional no demanda grandes dimensiones ni infraestructura especializada, pero sí debe cumplir como mínimo con un espacio que le permita almacenar el equipo, herramientas y materiales propios de la I.A. Por su parte, los elementos mencionados anteriormente tampoco demandan alta especialización, pero requieren de cualidades como encontrarse en buen estado, precisión en la medición, deben ser higiénicos, poco translucidos (para los recipientes de semen) y no provocar la muerte espermiática.

Los materiales y equipos requeridos en el laboratorio, para los procesos de extracción seminal y preparación de dosis (Kubus, 2010) se citan a continuación.

Equipo requerido:

- Refrigerador o nevera a una temperatura de 17 oC;

- Baño maría;
- Microscopio (medición de motilidad);
- Espermafotómetro ó espermiodesimetro (medición de concentración);
- Balanza

A su vez se requiere de una serie de herramientas, las cuales son:

- Termo de recolección de semen
- Termómetro
- Embudo
- Beakers o recipientes
- Erlenmeyer o recipiente
- Pipetas *Pasteur*
- Probetas
- Espermiodesimetro
- Tijeras

Los materiales requeridos son los siguientes:

- Cubre objetos y porta objetos
- Guantes de vinilo
- Guantes para higienización
- Bolsa de recolección de semen
- Filtro para colección de semen
- Diluyente para semen porcino
- Micro cubeta para espermafotómetro
- Botellas o ampollas de inseminación
- Toallas de papel

Otros requerimientos de la infraestructura son los siguientes:

- Mesa en donde colocar el equipo requerido
- Acceso a tomacorrientes
- Fuente de luz

Toda el área, equipo y herramientas del laboratorio deben de mantenerse bajo estándares de limpieza y desinfección estrictos, para reducir los errores y pérdidas por contaminación de las muestras o bien la proliferación de enfermedades.

Entrenamiento del Macho

El entrenamiento del verraco consiste en una serie de pasos en los que impera la paciencia por parte del operador, ya que el comportamiento de los cerdos varía en cada uno de ellos. Es debido a lo anterior que el operador debe comprender que se requiere tiempo para que el animal genere una perspectiva grata del proceso y no por lo contrario que lo asocie con una situación estresante. El siguiente proceso de entrenamiento se basa en la experiencia adquirida en la Finca La Esmeralda CTLSC-ITCR y literatura (Kubus, 2010, Topigs, 2007; Castillo et al., 2012).

En cerdos el entrenamiento inicia a partir aproximadamente de los siete meses (220 días de edad), con el fin de utilizarse como padre en el programa de inseminación a partir de los

ocho meses. Se debe tener presente que el macho a entrenar debe tener características deseadas a replicar en la piara, como fortaleza física, estar saludables, con patas y aplomos bien estructurados (Fávero e Ingang, 1997). El inicio del entrenamiento de un verraco se debe realizar en las mismas condiciones que se realizaría la colección seminal, por lo que debe realizarlo el mismo operador, y por ello debe emplear los guantes requeridos y proceder de la misma forma.

El **primer paso** para dar inicio al entrenamiento es trasladar al animal al corral de extracción, en este paso se debe permitir que el animal conozca el espacio y al maniquí. Esta interacción verraco-maniquí debe realizarse diariamente por la mañana y tarde, con un tiempo aproximado de 10 a 15 minutos. Algunos autores recomiendan emplear potros móviles directamente en el corral del macho (en caso de contar con ellos), hasta que él mismo lo monte. Si de lo contrario sólo se cuenta con el maniquí fijo en el corral de extracción no hay mayor problema, únicamente se debe considerar trasladar al animal sin asustarlo.

Para estimular el interés del verraco por el maniquí se debe contemplar remover cualquier objeto que capte la atención del animal, esto puede ser tan simple como la presencia de una hoja de un arbusto, por lo que se recomienda barrer la sala de extracción antes del ingreso del animal. En los primeros ingresos del animal, en caso de no contar con un corral especial para entrenamiento (reducido en espacio, enfocando el maniquí) se puede colocar vallas que dirijan al animal hacia el maniquí siempre considerando que sean inofensivas para el verraco, que estas tengan acceso por ambos lados y por supuesto que se contemple la seguridad del operador.

El **segundo paso**: estimular manualmente al verraco durante las visitas al corral, esta estimulación se realiza sobre el prepucio del animal de una forma firme, esto para provocar la asociación de la sensación al espacio del corral de extracción y despertar interés en el maniquí por parte del animal, durante estas sesiones se puede mover y/o palmear el maniquí e incitar al animal a interesarse en el mismo.

El **tercer paso** se da cuando el macho muestra interés en el maniquí, mediante los gruñidos, el rose lateral, mordisqueo del maniquí, salivación y consecuente monta. En este momento el operador debe acercarse con cuidado de no asustarlo o provocar una respuesta agresiva del animal y masajear mediante movimientos paralelos al pene en la zona prepucial, con el objeto de eliminar la orina retenida en el divertículo prepucial y promover la exposición del pene. Es posible que lograr esto tome su tiempo, ya que el animal puede subir y bajar del maniquí en reiteradas ocasiones.

Se debe incitar al animal a que monte correctamente el maniquí, una vez que se encuentre en la posición correcta se prosigue con la estimulación del glande, de esta manera el animal reconocerá cómo debe colocarse sobre el maniquí para obtener la estimulación. Entre los signos que reflejan que el animal ha montado correctamente el maniquí, se tienen los siguientes:

- Patas delanteras sobre los soportes del maniquí.
- Cabeza fuera de la parte delantera del potro y salivación en exceso.
- El animal forma un arco con el lomo.
- El animal toma una posición de las patas estáticas.
- Existe espacio entre el prepucio y el inicio de la parte caudal del maniquí.

El **cuarto paso** se da cuando el animal expone el pene, en este momento se debe retirar el primer guante de la mano (la que tomará el pene), el pene se debe limpiar con una toalla de papel (o bien con el reverso del guante), luego se toma con una mano sin forzarlo (con un guante de vinil colocado en la mano que sujetará el mismo) y se ejerce una leve presión con la mano imitando el acople con el cérvix.

Este proceso cuando es nuevo puede provocar en el animal cierta incomodidad, por lo que puede retraer el pene o bien bajar del maniquí. No obstante, se debe persistir en que el animal eyacule, aunque el semen no sea recolectado.

Una vez que el animal monte el maniquí y eyacule debe repetirse el procedimiento una vez por semana, durante las 3 semanas posteriores, en el caso de que estos eyaculados sean recolectados no deben emplearse para inseminar a las hembras. Posterior a este periodo y verificando la calidad del eyaculado se puede emplear el semen del animal para realizar las inseminaciones.

La frecuencia de la recolección seminal será determinada por la calidad espermática del eyaculado y las necesidades de la granja.

La duración del entrenamiento dependerá de la velocidad con la que el verraco monte al maniquí, esto puede variar entre animales, siendo el periodo más largo en verracos que fueron sometidos con anterioridad a monta natural.

Cada visita al corral de extracción no debe durar más de 20 minutos, con el propósito de no agotar al animal. Antes de que finalice ese tiempo, si el animal aún no ha montado el

maniquí entonces debe dirigirse de nuevo a su recinto individual; no obstante, si el animal monta al maniquí, baja de este y sigue intentando montarlo es recomendable seguir con el proceso a pesar de que el lapso haya concluido.

Siempre se debe recordar que la experiencia debe ser placentera para el animal, por lo que, eyaculados incompletos resultan ineficientes, o la interrupción de la monta del animal, ya que provoca el desinterés por parte del verraco en una nueva colección y asociación de experiencias no satisfactorias en el corral de extracción.

Se ha determinado la evidencia de signos, durante las extracciones en el verraco, que indican que el proceso de extracción se está realizando de una forma correcta; el principal de ellos se identifica como la colocación estática y la notoria mansedumbre del animal sobre el maniquí, enrojecimiento de los flancos traseros, vasodilatación (exaltamiento de las venas), contracción testicular, orejas erguidas, lengua ligeramente expuesta y salivación excesiva.

Proceso de extracción de semen

La extracción del semen es un proceso para el cual se requiere un verraco previamente entrenado, así como los materiales necesarios para la extracción y preparación de la dosis. Se recomienda que dos personas como mínimo en la granja se encuentren entrenados para la colección del semen, ya que el verraco debe tener familiaridad con el colector; además esta persona debe ser paciente, precavida, ordenada y procurar el bienestar del animal.

El siguiente proceso de entrenamiento se basa en la experiencia adquirida en la Finca La Esmerando CTLSC-ITCR y literatura (Kubus, 2010).

La preparación para el proceso de extracción inicia con anterioridad a la presencia del verraco, en primera instancia se debe preparar el laboratorio en caso de que todo el proceso sea efectuado por un mismo operador, de no ser así uno de los colaboradores se encargará del laboratorio y el otro directamente de la extracción seminal.

El operador debe iniciar revisando el área de trabajo donde pasarán los verracos (*pasillos y corra*), eliminando objetos que distraigan al animal.

En el laboratorio se deben preparar los equipos y herramientas a emplear durante la extracción. En el caso del baño maría, debe colocarse en este el agua requerida según su capacidad (5 litros o 20 litros). Posterior al llenado se coloca dentro de este un Erlenmeyer o recipiente que contenga un litro de agua destilada, una vez realizado lo anterior se conecta y enciende el equipo, el cuál debe encontrarse regulado para alcanzar una temperatura de 37 °C.

El termo de colección debe prepararse previamente, en este se debe introducir la bolsa o vaso de recolección de semen (bolsa con filtro) (Bravo, 2014; Kubus, 2010) y sellarlo con su respectiva tapa, en el caso de que la bolsa y el filtro se encuentren por separado se procede a introducir la bolsa y posteriormente su debido filtro, finalmente se deja a disposición para la extracción.

Algunas consideraciones importantes sobre el termo de colección son su eficiencia en la amortiguación de cambios de temperatura y la capacidad de este para evitar la entrada de la luz (los espermatozoides son fotosensibles). A raíz de esto los recipientes a base de materiales con alta conductividad térmica, como los metales, no son empleados como termos recolectores, así mismo se excluyen los materiales translúcidos ya que no impiden el ingreso de luz, además este debe contar con una tapa e idealmente con una agarradera para facilitar su manejo, es decir, el termo debe ser idealmente elaborado con un plástico de color oscuro.

El siguiente paso para realizar la extracción seminal se realiza mediante una técnica manual llamada técnica de “doble guante”, “mano enguantada” o “presión manual” (Bravo, 2014; Lotz y Saenz, 2007; Kubus, 2010) esta se basa en el empleo de guantes de colección, para ello el operador debe colocarse un guante de vinil en su mano útil (sea la diestra o zurda) para sujetar el pene. Por encima de este guante y en la otra mano se coloca guantes plásticos. El tipo de guante que se coloca sobre el guante de vinil se llama guante higienizador y se caracteriza por no ser ajustado, permitiendo poder retirarlo con facilidad. Además de lo anterior, el operador debe prepararse tomando una toalla de papel para limpiar el pene previo a la colección.

Una vez listo se verifica que la ruta al corral de extracción se encuentre limpia, libre de objetos distractores y finalmente se procede a dirigir al verraco al corral.

Con lo anterior preparado se procede a dirigir al verraco hacia el corral de extracción y cuando el animal ingresa al corral se procede a realizar una presión sobre el prepucio para promover el descarte de orina que podría contaminar el semen.

Cuando el macho monte correctamente el maniquí se procede a estimular el prepucio para la exposición del pene y una vez que el verraco expone el glande se debe limpiar con una toalla de papel rápidamente, además, se debe observar durante el proceso cualquier anomalía en el área genital (heridas, pus, inflamación u otro).

Antes de sujetar el pene en el extremo espiralado (glande), debe eliminarse el guante superior o doble guante. La sujeción del glande del animal debe realizarse firmemente ejerciendo la adecuada presión para provocar la exposición total del pene (Bravo, 2014;

Lloveras, 2006; Lotz y Saenz, 2007) una vez iniciado el eyaculado se debe mantener una fuerza constante, únicamente se realiza una presión intermitente (apretar y soltar) en el caso de que el macho se distraiga.

El eyaculado da inicio una vez que el pene se extiende por completo y a continuación se efectúa su recolección. Es importante comprender que el eyaculado está compuesto por cuatro fases según su orden de expulsión, en primer lugar, se encuentra la pre-espermática, la cual se caracteriza por su apariencia acuosa, esta resulta de nulo interés por lo tanto no se recolecta; en segundo lugar, la fase rica en espermatozoides, esta contiene la mayor concentración de espermatozoides y por ende es de interés y se caracteriza por una apariencia lechosa; en tercer lugar, prosigue la fase pobre en espermatozoides, nominada así por contener una menor concentración de espermatozoides, su aspecto es de un fluido blanquecino y por último, se encuentra la fase en la cual el macho expulsa la mayor cantidad de fase gelatinosa o "tapioca", esta no contiene espermatozoides y su finalidad es la de servir como un tapón cervical en la monta natural para evitar el reflujo de semen, esta fase es evidente en toda la duración del eyaculado y durante la fase final del eyaculado su cantidad se incrementa.

Otras consideraciones son de relevancia durante la extracción, el termo debe estar sujeto con seguridad, además, durante la colección no se debe forzar el pene, ya que este se puede lesionar, una vez iniciada la colección se debe asegurar poca distancia entre el pene y la boca del termo evitando así la exposición del semen. Una vez que cesa el eyaculado, se debe colocar la tapa del termo, el macho debe dirigirse al recinto individual y el termo de colección debe llevarse de inmediato al laboratorio.

Preparación de dosis seminales

La preparación de dosis seminales para inseminación artificial porcina se realiza en un espacio diseñado para tal fin, como lo es un laboratorio de preparación de dosis.

La preparación se realiza de acuerdo con los siguientes pasos:

1. Preparación del medio
2. Pesado del semen
3. Parámetros macroscópicos
4. Medición de concentración
5. Medición de motilidad
6. Cálculo de botellas

7. Preparación de semen

8. Llenado de botellas

9. Almacenaje

Preparación del medio

Anteriormente se indicó que previo a la extracción seminal, se debió preparar el baño maría hasta alcanzar los 37 grados Celsius y colocar el diluyente en el Erlenmeyer con agua destilada.

El diluyente contiene sales, antibióticos, glucosa, entre otros componentes y tiene la función de preservar los espermatozoides en refrigeración. Este diluyente normalmente se comercializa en sobres individuales de 50 gramos y cada sobre se diluye en aproximadamente un litro de agua destilada. Es importante LEER la etiqueta del diluyente, ya que se debe añadir el polvo del diluyente en el agua destilada, NUNCA añadir el polvo del diluyente en el semen, debido a que el diluyente es un compuesto que junto con el agua destilada se constituye en un medio adecuado para mezclarse con el semen.

Junto a esta actividad se debe **iniciar el registro** de la extracción. En primera instancia se anota la fecha e identificación del cerdo (ver anexos).

Pesado del semen

La cantidad de semen puede ser medida posterior a la colección, para ello se debe retirar el filtro de la bolsa, luego se coloca el termo sobre una balanza (medida mínima 5 gramos), **se anota el peso en los registros** (siempre se debe restar el peso del termo o bien tarar la balanza con el peso del termo antes de medir la cantidad de semen). Se debe tener presente que la luz daña a los espermatozoides, por lo que siempre debe procurarse que el termo se encuentre con su tapa.

Parámetros macroscópicos y microscópicos

Se debe verificar la calidad del semen, con el fin de utilizar el semen de mejor calidad en las dosis seminales, esto se realiza por medio de un análisis macroscópico y análisis microscópico (Bravo, 2014; Kubus, 2010).

Posterior al pesado el semen, se debe observar la bolsa que contiene el semen y definir el color (Bravo, 2014), el cual siempre debe ser de una tonalidad blanca, cualquier mancha café, rosada o roja indica sangre o pus (Lloveras, 2006); además del color, se debe examinar si el eyaculado presenta mal olor (Lloveras, 2006) u apariencia grumosa. Toda

característica anormal en el eyaculado indica que debe ser descartado, también que se debe examinar el verraco y el proceso de colección en busca de la fuente de la anomalía. Independientemente del estado se debe hacer **anotación de las observaciones** en los registros. Hay que tener presente que el eyaculado del verraco posee fracciones que pueden ser diferenciadas entre sí, según su apariencia (Lloveras, 2006).

Medición de concentración

La concentración espermática representa el número de espermatozoides en el eyaculado, este parámetro es de suma importancia, ya que de este depende la cantidad de dosis que se pueden preparar.

La concentración debe medirse posterior al eyaculado y no existe una constante para este parámetro, es decir, con cada eyaculado la concentración varía. La concentración puede medirse por medio de un espermiodensímetro de karras, un espermafotómetro a nivel de granja de manera rápida, o bien si se dispone de personal entrenado, la cámara de Neubauer o hemocitómetro (Lloveras, 2006) representa una opción para las granjas que disponen de tiempo para realizar el análisis.

El espermiodensímetro de karras funciona por medio de la densidad, se añaden nueve partes de medio (agua con diluyente) y una parte de semen, este instrumento es vendido con las pipetas (tubo plástico), las cuales se llenan con el líquido correspondiente.

Se aconseja por comodidad verter los líquidos en un recipiente pequeño (cuando solo una persona trabaja en el laboratorio), una vez que se completan las medidas hay que añadir todo el contenido en el espermiodensímetro, hasta la marca señalada con un número 90, homogenizar colocando el dedo pulgar en el extremo superior y girar tres veces el instrumento. Una vez que el contenido del espermiodensímetro se encuentra homogenizado, se toma el instrumento por la parte inferior y se coloca a un brazo de distancia para visualizar la escala. Debe determinarse el último número de abajo hacia arriba, que se puede notar con claridad. Con el número determinado, se busca su equivalente en la tabla específica y se determina la concentración de semen de verraco según el espermiodensímetro, esta **debe ser registrada** y utilizada para la dosificación. 58

Por otro lado, en el caso de que se emplee un espermafotómetro, este equipo realiza la medición de concentración por medio del empleo de la luz, el espermafotómetro funciona contando los espermatozoides se encuentran contenidos en una micro-cubeta, esta consiste de una pieza de plástico con un orificio en donde se coloca el semen, normalmente tomando una muestra en una pipeta *Pasteur* o introduciendo la micro-cubeta directamente en el semen; posteriormente se seca el excedente de semen de la micro-cubeta y se coloca en el espermafotómetro (previamente encendido y tarado), el cual procederá a realizar la lectura en millones de espermatozoides por mililitro.

Los resultados de la estimación de concentración serán incluidos en la fórmula para estimación de dosis bajo el nombre de “concentración espermática”

Medición de motilidad

Existen dos maneras de determinar la motilidad de un eyaculado. La primera es disponer de un registro de motilidad de muestras anteriores por parte de un laboratorio en Reproducción Animal y la segunda es generar este registro a partir de la observación de una muestra de cada eyaculado por medio de un microscopio.

El microscopio de luz debe permanecer en el laboratorio en la granja, cuando se cuenta con este microscopio se debe tener a disposición portaobjetos, cubreobjetos y pipetas *Pasteur* o micropipeta. Es importante hacer notar que esta valoración inicial es de tipo subjetivo y aproximada para trabajar a nivel de granja.

Para determinar la motilidad promedio de un eyaculado se toma una muestra antes que pasen unos 15 minutos después de la colecta, la pipeta *Pasteur* se coloca sobre el portaobjetos caliente a 37 °C y se coloca el cubreobjetos (Lotz y Saenz, 2007), se observa en el microscopio y se establece que porcentaje de los espermatozoides presenta movimiento de 0-100% (Lloveras, 2006), el eyaculado debe tener una motilidad superior al 70% para que se considere apto. 59

Cálculo de dosis

Para calcular el número de dosis se debe conocer la siguiente información: sonda a utilizar, motilidad total del eyaculado, concentración del eyaculado y tamaño de la botella.

La primera fórmula para calcular el número de botellas:

$$\text{Número de botellas} = \frac{(\text{Volumen de eyaculado}) * (\text{Concentración espermática}) * (\text{Motilidad total})}{\text{Concentración espermática requerida}}$$

La anterior fórmula multiplica el volumen eyaculado por la concentración, la medida de concentración espermática es un dato que representa millones de espermatozoides por mililitro, por lo que se debe realizar la multiplicación, para determinar cuál es la cantidad total de espermatozoides en el total del eyaculado.

El dato anterior se debe multiplicar por la motilidad, ya que además de saber cuántos espermatozoides contiene el eyaculado, debemos saber cuántos de ellos se mueven y por ende podrían fertilizar el óvulo.

Una vez que se disponga del dato de cuántos espermatozoides móviles existen en el eyaculado, se procede a dividir el dato entre la concentración espermática requerida, es decir, la concentración que necesitamos en cada dosis (esta depende del tipo de inseminación que se efectúe en la granja). Se debe colocar en la hembra en cada inseminación un mínimo de 3000 mill/espermatozoides, posterior al paso de los espermatozoides por el tracto reproductivo femenino, se lograrán fecundar los ovocitos necesarios para llegar al término de una camada promedio.

La segunda fórmula a emplear es el cálculo de cuánto volumen total de líquido requerimos para llenar las botellas, que se determinaron en el cálculo anterior.

$$\text{Volumen de líquido total} = (\text{Número de botellas}) * (\text{Volumen de botella})$$

La anterior fórmula permite conocer la cantidad de líquido total que se requiere para el llenado de las botellas, es decir, la cantidad de líquido compuesta por el semen junto con el medio de dilución. Una vez que se tenga el dato anterior, se requiere conocer cuánto medio debemos añadir al eyaculado. Para ello, restamos a la cantidad de líquido total, el volumen del eyaculado.

$$\text{Cantidad de medio a añadir} = (\text{Volumen de líquido total}) - (\text{Volumen de eyaculado})$$

Ejemplo:

Características del eyaculado Verraco 64PD11

Identificación

Volumen del eyaculado 250 ml

Concentración 345 x106 espermatozoides /ml

Motilidad 90%

Concentración espermática 4000 x 106 botella
requerida

Volumen de botella 100 ml

Número de botellas=

(Volumen del eyaculado)(Concentración espermática)*(Motilidad total)*

Concentración espermática requerida

Número de botellas= (250 ml)(345 x106 espermatozoides)*(0.9)4000 x 106 = 19,40 botellas 61*

Volumen de líquido total=(Número de botellas(Volumen de botella)*

Cantidad de medio a añadir=(Volumen de líquido total)–Volumen de eyaculado)

Cantidad de medio a añadir=(1940 ml)–(250 ml)=1690 ml

Con la fórmula anterior se logra obtener que se debe agregar 1690 ml de medio para obtener 19 botellas (**anotar en registros**), para inseminar 9 cerdas, aplicando 2 botellas por cerda.

Preparación del semen

Para preparar el semen se debe tener presente qué tipo de bolsa se está empleando, ya que las bolsas con filtro adicionalmente poseen un sistema que permite añadir el medio en la bolsa, por otro lado existen bolsas sin filtro, la cuales son más pequeñas y por ende no tienen la capacidad para añadir el volumen del diluyente requerido, por lo que la preparación del semen se debe realizar en un recipiente.

Tomando como base la bolsa con filtro, cabe señalar que esta se debe tomar por la parte superior y luego realizar un leve recogido de la bolsa, posteriormente se vierte lentamente la cantidad de medio a añadir, cuidando que el líquido no caiga directamente en el semen, si no que se deslice por las paredes de la bolsa.

Una vez que se ha vertido todo el líquido, se debe cerrar la bolsa con un nudo y homogenizar el contenido.

Llenado de botellas

Siguiendo con el modelo de la bolsa con filtro, el llenado de botellas se realiza directamente de la bolsa, se desprende la parte inferior de la bolsa para disponer de la forma tubular para el llenado de las botellas. En el caso de utilizar botellas tipo ampolla de 90 mililitros, las cuales se encuentran abiertas por la parte trasera y luego se sellan por medio de calor, se puede colocar la punta de la bolsa en la pared de la botella e ir descargando el semen diluido.

Para botellas que se llenan desde la parte superior, es decir, en donde se coloca la tapa, se recomienda el uso de un embudo de espiga larga que permita que el semen no caiga directamente en la botella.

Una vez que las botellas se encuentren debidamente llenas, se procede a sellarlas o colocarles la tapa, así mismo se debe rotular claramente cada botella, en donde se detalle el número de verraco, la fecha y hora de extracción, así como la vigencia del diluyente empleado (3 o 5 días).

Almacenaje

Posteriormente a la preparación de las botellas, estas se pueden emplear para la inseminación artificial o bien refrigerarlas a 16° C, su empleo posterior depende según la duración del diluyente empleado (de 3 a 5 días) (Lotz y Saenz, 2007)