



## **Eficiencia reproductiva del verraco**

*Boar reproductive efficiency*

**S. Williams**

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Correspondencia: [swilliams@fcv.unlp.edu.ar](mailto:swilliams@fcv.unlp.edu.ar)

### **Resumen**

El principal objetivo de un centro de inseminación artificial, es producir un alto volumen de semen de buena calidad por verraco de una manera eficiente y segura. Esto implica el conocimiento de la anatomía, fisiología y comportamiento sexual de macho en edad joven, que influye en su rendimiento como adulto. La actividad reproductiva normal está coordinada por el sistema endócrino y nervioso. Cualquier anomalía de funcionalidad en alguna de las áreas resulta en problemas reproductivos. Para el desarrollo del comportamiento sexual es necesario considerar las condiciones de alojamiento y la posibilidad del desarrollo de los juegos, durante la cría desde la etapa de lechones. Los juegos son comunes en especies mamíferas, frecuentes en los jóvenes y no están orientadas a satisfacer necesidades inmediatas y acarrea un gran costo de energía, tiempo y a veces, riesgos físicos. Sin embargo, los juegos contribuyen al desarrollo de varias funciones que luego tienen lugar en el animal adulto. El comportamiento sexual comienza ya con 1 mes de vida en los lechones machos, con actividad de monta entre compañeros de camada, más frecuentes entre machos que entre hembras. Algunos autores enfatizan la importancia de las condiciones sociales durante la crianza, ya que influyen en la actividad sexual en verracos en edad puberal.

**Palabras clave:** verraco, fisiología reproductiva, comportamiento sexual.

### **Resumo**

*O principal objetivo de um centro de inseminação é a produção de um alto volume de sêmen de boa qualidade de forma eficiente e segura. Isto implica no conhecimento da anatomia, fisiologia e comportamento sexual do macho jovem, que influencia em seu rendimento como adulto. A atividade reprodutiva normal é coordenada pelo sistema endócrino e nervoso. Qualquer anomalia funcional em alguma das áreas resulta em problemas reprodutivos. Para o desempenho do comportamento sexual é necessário considerar as condições de alojamento e a possibilidade de desenvolvimento de interação durante o crescimento, desde a idade de leitões. As interações são comuns em espécies mamíferas, frequentes nos jovens e não estão orientadas a satisfazer necessidades imediatas e acarretam em um grande custo de energia, tempo, e, às vezes, riscos físicos. Sem embargos, as interações contribuem para o desenvolvimento de diversas funções que acontecem no animal adulto. O comportamento sexual começa com 1 mês de vida nos machos, com atividade de monta entre companheiros de camada, mais frequente entre machos que entre fêmeas. Alguns autores enfatizam a importância das condições sociais durante a infância, que influenciam a atividade sexual em varrões em idade puberal.*

**Keywords:** Boar, reproductive physiology, sexual behavior.

### **Anatomía y fisiología reproductiva del verraco**

#### *Anatomía del verraco*

El sistema reproductivo masculino se compone de una variedad de diferentes estructuras, incluyendo los testículos; las glándulas sexuales secundarias; la glándula pituitaria y el hipotálamo. Estos se comunican a través del sistema endócrino y sistema nervioso para coordinar la actividad reproductiva normal en verracos. La actividad anormal en una o más de estas áreas puede resultar en problemas reproductivos.

Los testículos están en su mayoría formados por los túbulos seminíferos. Los túbulos seminíferos son una intrincada red de conductos en los que se producen los espermatozoides. Las células de Sertoli son células especializadas que intervienen en la maduración de los espermatozoides y la producción de la principal hormona masculina. Las células intersticiales de Leydig, los vasos sanguíneos y linfáticos y los nervios se encuentran entre los túbulos seminíferos. Las interacciones entre las células de Sertoli y Leydig regulan prácticamente todos los aspectos de la función reproductiva masculina.

La ubicación externa de testículos necesita de un sistemas anatómicos para la termorregulación, formado por un complejo vascular testicular arterias y venas del cordón espermático, llamado plexo



pampiniforme (Garner y Hafez, 1993). En la mayoría de las especies, la temperatura de la sangre arterial baja entre 2 y 4°C antes de su entrada en los testículos.

Dos grupos de músculos, la túnica dartos y el cremáster, desempeñan un papel importante en la termorregulación. La túnica dartos recubre el interior del escroto y controla su proximidad a los testículos. Ante la presencia de temperaturas frías, se contrae tirando el saco escrotal más cerca a los testículos para un mayor aislamiento y se relaja durante el clima cálido que permite al escroto retroceda en una posición distal. El músculo cremáster está situado en el cordón espermático. Se contrae durante el tiempo frío tirando el saco escrotal y testicular más cerca a la base del cuerpo y se relaja durante condiciones cálidas, permitiendo que a los testículos volver a su posición normal. Ambos músculos tienen un suministro abundante de fibras nerviosas que responden a los sensores de temperatura en el sistema nervioso central. Debido a que los verracos no tienen testículos pendulares como toros, la túnica dartos es más importante que el músculo cremáster en la regulación de la temperatura testicular.

El epidídimo forma tres secciones distintas – la cabeza, el cuerpo y la cola. El conducto contorneado del epidídimo está rodeado por una capa importante circular de las fibras musculares y contiene un epitelio columnar estratificado con estereocilias.

Los espermatozoides se vuelven móviles y adquieren capacidad de fertilización en el cuerpo del epidídimo, debido a la secreción de factores por las células en esta región. Los movimientos de los espermatozoides a través del epidídimo se piensa que es debido al flujo de fluido, la acción del epitelio estereociliado y contracciones de la capa muscular circular. Los espermatozoides no-eyaculados son eliminados progresivamente por excreción en la orina. Los espermatozoides que no se excretan en la orina son sometidos a un proceso de envejecimiento gradual. Durante el proceso de envejecimiento, se pierde primero la capacidad fertilizante y es seguida por una disminución de la motilidad (Garner y Hafez, 1993). Además, se pueden encontrar espermatozoides en proceso de muerte, éstos aparecen a menudo formando "aglutinaciones".

El conducto deferente es un tubo grueso, fuertemente musculado a través del cual el esperma es transportado desde la cola del epidídimo a la uretra pélvica, momento en el que los sistemas genitales asociados del verraco convergen con las vías urinarias, justo antes de la vejiga. Son adyacentes a la uretra pélvica tres glándulas sexuales secundarias: las glándulas vesiculares o vesículas seminales; la glándula de la próstata; y las glándulas bulbo-uretrales.

Las vesículas seminales se encuentran laterales a la parte terminal de cada conducto deferente. En el verraco, son grandes, lobuladas y relativamente difusas. A menudo parecen tener un color naranja. Son responsables de la mayoría del volumen líquido del plasma seminal. Además, segregan altos niveles de fructosa y ácido cítrico como inositol, ergotionina, varios aminoácidos y glicerylfosforilcolina. La mayoría de estos compuestos se utiliza como sustratos de energía por espermatozoides eyaculados (Garner y Hafez, 1993).

La próstata se encuentra al lado de las glándulas vesiculares con la mayoría de su cuerpo están incrustada en la capa muscular que rodea la uretra pélvica. Las secreciones de la glándula de la próstata durante la eyaculación son principalmente alcalinas y contienen, entre otros, calcio y fosfatasa ácida. La función principal del fluido de la próstata es neutralizar las secreciones vaginales ácidas. Las secreciones de la glándula de la próstata también se creían que dan al semen su olor característico.

Las glándulas bulbouretrales son glándulas largas y cilíndricas, situadas a ambos lados de la uretra pélvica cerca del arco de la pelvis. Las glándulas bulbouretrales secretan la fracción de gelatinosa tan característica de los eyaculados porcinos. Se han postulado muchas funciones para el componente de gel de semen, pero pocos han sido probados.

La porción terminal del sistema urogenital es la uretra peneana, que es el tubo central dentro del pene. La uretra peneana se abre en el pene del glande. En el verraco, el glande del pene termina en una formación espiralada. El glande de es altamente innervado y debe ser estimulado correctamente para que se produzca la eyaculación normal.

### *Fisiología de verraco*

En el verraco, se encuentran altas cantidades de estrógenos en el semen. La fuente de estos estrógenos son las células de Sertoli, que convierten la testosterona a estrógeno a través de la enzima aromatasa (Setchell et al., 1993).

Parece que el papel principal de los estrógenos seminales es estimular importantes eventos reproductivos en el tracto reproductor femenino durante la reproducción. Entre las funciones que ejercen los estrógenos seminales cuando ingresan al aparato genital femenino, se pueden citar la de favorecer el transporte espermático mediante la liberación de prostaglandina F<sub>2α</sub> (PG F<sub>2α</sub>) del endometrio, la de aumentar la frecuencia de las contracciones, y, además, la de influir en el momento de la ovulación, con el aumento de la liberación de PGF<sub>2α</sub> intrafolicular (que llega a los ovarios desde la arteria uterina, tal vez por circulación linfática), consiguiéndose actividad enzimática y ruptura folicular (Strzezek et al., 1999).



## Comportamiento sexual

Ciertos aspectos del comportamiento sexual comienzan tan pronto como al mes de edad en verracos.

Monta: la actividad de monta en camadas se observa con mayor frecuencia en machos que en hembras. La actividad de monta acompañada de erección ocurre alrededor de los 4 meses de edad. Sin embargo, la mayoría de los verracos no son capaces de producir eyaculados con cantidades normales de espermatozoides fértiles hasta 6 a 8 meses de edad. En general, la testosterona es la hormona masculina que está más estrechamente vinculada con el deseo sexual o libido. Es cierto que los machos castrados o verracos con niveles extremadamente bajos de testosterona muestran interés sexual prácticamente nulo. Sin embargo, ha habido un número de casos documentados en que verracos con niveles normales de testosterona tienen la libido baja. En consecuencia, es extremadamente difícil determinar la importancia relativa del sistema endocrino y la experiencia sexual en el comportamiento reproductivo masculino.

### *Desarrollo del comportamiento sexual*

Los juegos son comunes en los mamíferos, frecuentes en jóvenes y no está orientada a satisfacer las necesidades inmediatas y conlleva costos apreciables en energía, tiempo y riesgo incluso físico. Aunque el juego contribuye al desarrollo de varias funciones que tienen lugar en el adulto (Dobao et al., 1984) hay un comportamiento de dimorfismo en los mamíferos, y hay una mayor actividad de juego en los machos que en las hembras. Hemsforth et al. (1977) destacaron la importancia de las condiciones sociales durante la cría, debido a la mayor actividad sexual que mostraron en la pubertad verracos criados sin restricciones sociales comparados con los que se mantienen en aislamiento.

Los juegos sexuales son comunes entre los lechones y podrían estar relacionados con el proceso de sexualización. Aparecen unas semanas después del nacimiento y alcanza un pico en el segundo mes. Estas actividades son similares de la conducta sexual de los adultos de la pubertad. El juego sexual de los lechones machos se caracteriza por el patrón de comportamiento de los verracos adultos: olfateo de la región genital y monta acompañada de movimientos pélvicos, mientras tanto las hembras presentan una característica reacción sexual receptiva (Berry y Signoret, 1984)

El proceso de diferenciación sexual varía en magnitud entre especies. La diferenciación sexual de la función reproductora en el cerdo doméstico es un modelo único en biología comparativa porque la diferenciación del comportamiento sexual se produce después del parto durante el desarrollo de la pubertad (Ford, 1990). La desfeminización es la represión en los machos de la capacidad para mostrar el comportamiento femenino. Desfeminización es un proceso postnatal en especies con un corto período de gestación (hámster, ratones y ratas) y en especies con un largo período de gestación, se produce ya sea pre (ovejas y cerdos de guinea) o durante el parto (perros). Basado en la longitud de la gestación, el período sensible para la supresión del comportamiento femenino en cerdos machos probablemente ocurriría prenatal, aunque se sugirió que el período sensible para la diferenciación sexual en cerdos machos es asociada con la secreción de testosterona mayor durante el desarrollo de la pubertad (Ford, 1982), tiene un aumento progresivo durante el período prepuberal. En cerdos machos, aumentos en la secreción de testosterona son evidentes en tres etapas de desarrollo: día 35 como un feto, las tres primeras semanas de vida y después de cuarto mes de edad (Ford, 1982)

Toda lo mencionado anteriormente contribuye a determinar que el mejor periodo para estudiar la sexualización de cerdos jóvenes es el periodo de lactancia, debido al aumento en la secreción de las hormonas esteroides y debido a la actividad lúdica que los lechones desarrollan durante este periodo.

## Morfo-fisiología del espermatozoide

### *El espermatozoide en el testículo y en el epididimo*

El espermatozoide es un típico ejemplo de diferenciación celular y de evolución adaptativa, con estructuras específicas que contribuyen con sus funciones especializadas.

La formación de las gametas masculinas (los espermatozoides), llamada espermatogénesis se divide en dos procesos básicos: la espermatocitogénesis y la espermiogénesis. La primera es un proceso que involucra divisiones mitóticas y meióticas de las células, mientras que la espermiogénesis se refiere a la fase de maduración. Las hormonas que intervienen son las gonadotropinas LH y FSH, y aunque ambas hormonas son importantes, se cree que la LH juega un papel más activo que la FSH en la espermatocitogénesis, mientras que la FSH es la principal hormona involucrada en la espermiogénesis.

Poco antes de la pubertad en los verracos, las células germinales indiferenciadas llamadas gonocitos, se diferencian para formar una espermatogonia del tipo AO. Estos son los precursores a partir de los cuales se forman las células espermáticas. Hay evidencias que demuestran que la cantidad de espermatogonias AO está directamente relacionado con la capacidad de producción espermática en los animales adultos. En los adultos, la espermatogonia AO se diferencia en espermatogonia A1 que se divide progresivamente en varios tipos de células



inmaduras. En la división mitótica final durante la espermatocitogénesis las espermatogonias A1 se transforman en espermatozoides primarios.

Si bien todavía está en controversia el número de divisiones mitóticas entre la espermatogonia A1 y el espermatozoides primario, comúnmente se habla de 6 a 8 estadios. Esto significa que entre 32 y 124 espermatozoides primarios se forman a partir de una espermatogonia. Luego de la formación del espermatozoides primario, no se forma más ADN en los espermatozoides secundarios y estos por división meiótica haploide pasan a espermátides. Todo el proceso de la espermatocitogénesis ocurre dentro del testículo.

El espermatozoides que entra en la cabeza del epidídimo es incapaz de fertilizar, sin embargo, adquiere esa capacidad en algunos puntos durante su tránsito hacia la cola del epidídimo. Se cree que las secreciones del epidídimo tienen factores que estimulan los cambios bioquímicos necesarios para dar la capacidad de fertilización. Estos cambios incluyen el desarrollo de la capacidad de motilidad progresiva, alteraciones en los mecanismos metabólicos, pérdida de las gotas citoplásmicas, y cambios en la membrana plasmática, en el capuchón acrosómico y en el material nuclear. El proceso de la espermatogénesis lleva de 45 a 54 días en el verraco. La mayor parte de este tiempo se cumple en el testículo e involucra cambios tanto en la espermatocitogénesis como en la espermiogénesis. La maduración en el epidídimo lleva aproximadamente sólo 10 a 14 días.

Estudios inmunológicos demostraron electroforéticamente que tanto la glicoproteína de 54 kDa (Gp-54) aislada del plasma seminal de verracos y el factor de inhibición de la motilidad (SMIF: sperm motility inhibiting factor) se unen selectivamente a receptores del plasmalema del acrosoma y de la pieza intermedia del espermatozoides. Algunas proteínas del plasma seminal pueden actuar como reguladores de la capacitación acrosómica durante la fertilización del huevo en los mamíferos y el SMIF inhibe la reacción acrosómica.

#### *Morfología del espermatozoides*

El espermatozoides está constituido de dos porciones esenciales: la cabeza y la cola. Las principales organelas de la cabeza son el núcleo y el acrosoma, una vesícula que contiene varias enzimas hidrolíticas y que se ubica muy cerca sobre el núcleo. Con microscopía electrónica, la cola se ve subdividida en cuello, porción media, porción principal y porción terminal.

El espermatozoides de cerdo, tiene las siguientes dimensiones en longitud: cabeza 8.5  $\mu$ ; cola 10.0  $\mu$ ; largo total 54.6  $\mu$ .

**Cabeza:** la forma del núcleo determina la forma de la cabeza del espermatozoides, que varía según las especies. El núcleo se caracteriza por una alta densidad de cromatina y tiene una forma específica de especie, según la constitución genética. La cromatina está constituida principalmente por ADN, con protaminas ricas en cisteína. En la cabeza se encuentra el acrosoma, que puede definirse como una vesícula limitada por membranas, que recubre el polo anterior de la cabeza, en forma de "gorra" o casquete. La base del núcleo está rodeada por la región post-acrosomal; que en los espermatozoides muertos esta región se tiñe con ciertos colorantes (como la eosina) y esta reacción sirve para valorar la calidad del eyaculado.

**Cuello:** es una estructura relativamente corta y estrecha, entre la cabeza y la porción intermedia. Se compone de un centríolo situado centralmente y de nueve fibras gruesas periféricas.

**Porción media:** tiene una estructura característica de un flagelo: dos fibrillas centrales y nueve pares periféricos, que constituyen el complejo filamentos axial. Están rodeadas por nueve fibras dispuestas longitudinalmente, que se van adelgazando hacia el exterior. Éstas a su vez, están rodeadas por mitocondrias en una disposición helicoidal.

**Porción principal:** es la parte más larga de la cola del espermatozoides, compuesta por el complejo filamentos axial con una estructura idéntica a la porción media y rodeada por la continuación de las fibras externas de la porción media.

#### *Fisiología espermática*

##### **Acrosoma**

En el espermatozoides fértil, la reacción acrosómica permite la liberación de las enzimas. El proceso de la capacitación se conoce desde hace más de 60 años.

El acrosoma contiene una serie de enzimas como: hialuronidasa, proacrosina, acrosina, cathepsina D, dipeptidil peptidasa II, estearasa, neuraminidasa, fosfatasa ácida, fosfolipasa A, fosfolipasa C, arylsulfatasa,  $\beta$ -N-acetilglucosaminidasa, proteinasas ácidas y colagenasa. La reacción acrosómica es esencial para la fertilización y ocurre a continuación de la capacitación del espermatozoides. El compartimiento del acrosoma, aparentemente se mantiene a un pH de 5.0, y la capacitación espermática, al parecer, ocurre por un aumento intra-acrosomal del pH en un punto, aunque también es importante el fenómeno de fusión de las membranas acrosomal externa con la plasmática (de la cabeza del espermatozoides) El inicio de este fenómeno de fusión de membranas, parece comenzar en el borde anterior de la región ecuatorial y no en la región apical del acrosoma.

En la parte anterior de la región ecuatorial, las membranas acrosomales externa e interna tienen un



aspecto tri-laminar. La membrana acrosomal externa es menos estable que la interna, y éste que beneficia su rol en la fusión de membranas, hace que sea más susceptible a detergentes y otros elementos del medio, y sobretodo con el stress físico asociado a centrifugación a alta velocidad. La membrana acrosomal interna es más estable y su base está en el citoesqueleto y en la existencia de puentes di-sulfuro (-S-S-)

Sin embargo, el proceso de la capacitación todavía encierra algunos interrogantes como:

¿Responden los espermatozoides pasivamente a la capacitación por acción de factores externos que inducen en su superficie o son alteraciones positivas inducidas en el proceso innato de la célula espermática?

¿Todos los espermatozoides que están en el proceso de la capacitación cambian en paralelo o sincrónicamente, o hay células que se afectan más rápido o más que otras?

El bicarbonato induce un efecto positivo en el proceso intrínseco del metabolismo del espermatozoide, por lo que se deduce que la capacitación es un proceso específico y controlado, y no una natural continuación de la maduración (ya que hay un control mediado por un ciclo dinámico de fosforilación-desfosforilación) Influyen los niveles de bicarbonato y una temperatura cercana a los 38°C. El bicarbonato está en bajos niveles en el epidídimo (donde el espermatozoide debe mantenerse estable) pero en niveles altos en el tracto femenino. Algunos estudios sugieren el rol en algunos puntos de ciertas enzimas acrosomales en el desarrollo de la reacción. Como por ejemplo, la activación auto-catalítica de la proacrosina en acrosina y su liberación, probablemente con la liberación de hialuronidasa y otras enzimas hidrolasas.

#### Núcleo

El contenido de ADN del núcleo varía según la especie, y además según sean espermatozoides X o Y. Las técnicas de citometría de flujo han confirmado que los espermatozoides X contienen de 3.5 a 4.5% más de ADN que los espermatozoides Y.

#### Cola

La cola del espermatozoide genera la fuerza propulsiva esencial para la penetración al ovocito. En esta porción del espermatozoide (la cola) ocurren una serie de eventos metabólicos que le permiten al espermatozoide elaborar ATP y utilizarlo para la energía necesaria para la motilidad (flagelación) El espermatozoide adquiere la capacidad de movimiento durante su corto paso (cerca de una semana) por el epidídimo. El espermatozoide testicular, carece de motilidad o ésta es escasa, la capacidad de movimiento la adquiere al ser eyaculado. El resto de cambios metabólicos ocurren en el tracto reproductor femenino, donde cambia su motilidad a hipermotilidad, una de los pasos de la capacitación. Los fenómenos metabólicos que ocurren en la cola del espermatozoide (glucólisis aeróbica, glucólisis anaeróbica y respiración) pueden variar muchísimo según características fisiológicas individuales y según el medio.

La motilidad del espermatozoide es marcadamente sensible a varios agentes que estimulan la adenilciclase en células somáticas. Espermatozoides maduros e inmaduros responden al adenosin, a un factor seminal y, en varios casos, al ión Ca. El calcio exógeno generalmente afecta la motilidad del espermatozoide.

Algunas regiones de la membrana plasmática de la superficie rostral o caudal de la cabeza y la pieza intermedia y las principales zonas de la cola juegan un rol diferente en las funciones y la sobrevivencia. Los componentes estructurales responden deferente a factores como shock térmico u osmótico durante la conservación en estado líquido o la congelación.

Los daños irreversibles causados por el shock de frío se ha asumido que ocurre cuando el semen es sometido a temperaturas por debajo de 15°C. El espermatozoide de cerdo es especialmente sensible al shock por frío y se caracteriza por una pérdida irreversible de la permeabilidad selectiva y la integridad de la membrana plasmática, todo esto conduce a una perturbación de la célula y la muerte.

Espermatogénesis – la espermatogénesis se divide en dos procesos básicos: la espermatocitogénesis y la espermiogénesis. En un sentido general, la espermatocitogénesis es el proceso con las divisiones mitóticas y meiótica de las células de esperma, mientras que la espermiogénesis se refiere a la fase de madurez del desarrollo. Aunque ambas hormonas son importantes, que se cree que la LH juega un papel más activo que la FSH en la espermatocitogénesis, mientras que la FSH es la hormona principal involucrada con la espermiogénesis.

Espermatocitogénesis - Justo antes de la pubertad en los verracos, células germinales indiferenciadas llamados gonocytes se diferencian para formar a espermatogonia tipo AO. Estas son las células de esperma precursor del cual proceden todas las otras células de esperma. Existe cierta evidencia de que el número de espermatogonias AO está directamente relacionada con la capacidad de producción de esperma de los machos adultos. En los verracos adultos, espermatogonias AO diferencian en espermatogonias A1 que dividen progresivamente para formar varios tipos de células de esperma inmaduras. La división mitótica final durante la espermatocitogénesis ocurre en espermatoцитos primarios.

Aunque el número promedio de divisiones mitóticas entre las espermatogonias A1 y los espermatoцитos primarios es un tema todavía no resuelto, comúnmente se cree que existen de 6 a 8 (Garner y Hafez, 1993). Esto significa que entre 32 y 124 espermatoцитos primarios están formados por una sola espermatogonia.



Espermioogénesis y espermiación- Las espermátidas redondas se transforman en espermatozoides por una serie de cambios morfológicos que se conoce como espermioogénesis. Cambios madurativos de los espermatozoides durante la espermioogénesis incluyen la condensación del material nuclear, la formación de la cola de la esperma y el desarrollo del capuchón acrosómico y su contenido (Garner y Hafez, 1993). Durante la mayor parte de la espermioogénesis los espermatozoides parecen tener sus cabezas conectadas a las células de Sertoli. En realidad, la membrana de la célula de Sertoli realmente se envuelve alrededor de la cabeza del espermatozoide. La comunicación y el intercambio de materiales entre el Sertoli y células de esperma en desarrollo se produce a través de puentes intercelulares. La liberación real de los espermatozoides en el lumen del túbulo seminífero se llama espermiación. Las espermátidas alargadas gradualmente son empujadas fuera de la célula de Sertoli en el lumen del túbulo seminífero hasta que sólo un pequeño tallo citoplásmico conecta a la cabeza de los espermatozoides al cuerpo residual en las células de Sertoli. La rotura da como resultado la formación de una gota citoplásmica en la región del cuello de los espermatozoides. Comúnmente se conocen como gotas citoplasmáticas proximales.

Maduración de epidídimo – Los espermatozoides llegan a la cabeza del epidídimo incapaces de fertilización, sin embargo, adquirir esta capacidad en algún momento durante su tránsito hacia la cola del epidídimo. Se cree que las secreciones del epidídimo contienen factores de maduración al estimular cambios bioquímicos dentro de las células de esperma necesarias para la fertilización (Garner y Hafez, 1993; Setchell et al., 1993). Estos cambios incluyen el desarrollo del potencial de la motilidad progresiva hacia adelante; la alteración de los mecanismos metabólicos; la pérdida de la gota citoplásmica y los cambios en la membrana plasmática, el acrosoma y el material nuclear.

Todo el proceso de la espermatogénesis requiere de 45 a 55 días en el verraco. La mayoría de este tiempo se gasta en el testículo e implica cambios asociados con la espermatocitogénesis y la espermioogénesis. La maduración en el epidídimo se cree que requieren sólo de 10 a 14 días.

### Examen andrológico

El verraco tiene un gran impacto en la eficiencia reproductiva de una explotación porcina. Dependiendo de la frecuencia de recolección y de la dosis inseminante, el semen de un solo padrillo puede ser usado para cubrir entre 750 y 1,000 cerdas por año. Como resultado de ello, la falla en un solo verraco influye en un gran número de cerdas. En consecuencia, un buen entendimiento de los aspectos básicos de la fisiología del padrillo es importante en el manejo de los machos de óptima fertilidad.

Previo a la evaluación de la capacidad fecundante a través del análisis seminal, debe procederse a realizar un examen andrológico del verraco.

En el examen andrológico se debe tener en cuenta la variabilidad de factores que interactúan, como ser: la edad del animal, la estación del año, el nivel nutricional, el status sanitario, el manejo, las instalaciones y el bienestar animal.

El análisis clínico de un reproductor porcino macho, debe iniciarse con una correcta y completa anamnesis, que incluya raza (o línea genética), edad, vacunaciones u otros datos de interés si el padrillo proviene de otro establecimiento.

La calidad genética del verraco es el primer factor a tener en consideración. Con respecto a la evaluación del valor genético, son importantes tanto los antecedentes genealógica como el testaje individual, sobretodo de los siguientes parámetros: ganancia diaria (velocidad de crecimiento), índice de conversión y espesor de grasa dorsal.

Se debe recolectar la información acerca del status sanitario del establecimiento de donde proviene el verraco. Además, es importante conocer la capacidad reproductiva, a partir de información de sus ancestros y hermanos.

La valoración clínica incluye un examen del sistema de locomoción, con especial énfasis en los aplomos de los miembros posteriores. Además, es de importancia el examen del aparato reproductor, incluyendo la observación y palpación del escroto y gónadas y el examen del prepucio y pene (en el momento de la extracción de semen). El examen de los testículos puede complementarse con el diagnóstico por medio del uso de la ultrasonografía en tiempo real (UTR) o ecografía de pantalla.

El examen andrológico se puede complementar con la evaluación del comportamiento sexual del padrillo. En el momento de la recolección de semen (para su posterior análisis) se puede evaluar la libido y la capacidad de servicio del verraco, midiendo el tiempo hasta el salto sobre el caballete, como así también el tiempo entre el salto y la eyaculación.

### Referencias

**Berry M, Signoret JP.** Sex play and behavioural sexualization in the pig. *Reprod Nutr Dev*, v.24, p.507-513, 1984.

**Dobao MT, Rodrigañez J, Silio L.** Choice of companions in social play in piglets. *Appl Anim Behav Sci*, v.13,



p.259-266, 1984.

**Ford JJ.** Testicular control of defeminization in males' pigs. *Biol Reprod*, v.27, p.425-430, 1982.

**Ford JJ.** Sustained influence of previous estradiol or testosterone treatments on sexual behaviors of females' pigs. *Horm Behav*, v.24, p.484-496, 1990.

**Garner DL, Hafez ESE.** Spermatozoa and seminal plasma. In: Hafez ESE (Ed.). *Reproduction in farm animals*. 6.ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1993. p.165-187.

**Hemsworth PH, Beilharz RG, Galloway PB.** Influence of social conditions during rearing on the sexual behaviour of domestic boar. *Anim Prod*, v.24, p.245-251, 1977.

**Setchell BP, Maddocks S, Brooks, DE.** Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. In: Knobil E, Neill JD. (Ed.). *The physiology of reproduction*, New York: Raven Press, 1993. v.1, p.1063-1176.

**Strzezek J, Saiz Cidoncha F, Martin Rillo S.** Fisiología reproductiva del verraco. *Anaporc*, n.191 p.54-75, 1999.

---