

## **PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA REPRODUCCIÓN EN EL CERDO**

ROBERTO G. MARTINEZ GAMBA

*Departamento de Producción Animal: Cerdos  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad  
Universitaria, 04510, México, D.F.*

I.	Introducción .....	188
II.	Condiciones que afectan la reproducción en la cerda .....	189
	1. Condiciones que retrasan la aparición de la pubertad .....	189
	2. Edad y peso al momento del servicio.....	193
	3. Detección del celo.....	194
	4. Momento óptimo del servicio y condiciones que afectan al mismo.....	197
	5. Condiciones que afectan a la cerda durante la gestación.....	201
	6. Enfermedades infecciosas que afectan la reproducción en la cerda. ....	204
III.	Condiciones que afectan la capacidad reproductora del verraco .....	206
	1. Edad de inicio como reproductor .....	206
	2. Condiciones que afectan la producción de semen.....	208
	3. Condiciones que afectan la calidad del semen en el proceso de inseminación artificial.....	211
	4. Enfermedades infecciosas que afectan la reproducción del verraco .....	215
IV.	Conclusiones .....	217
	Referencias .....	219

## I. Introducción

La producción porcina esta tomando cada día un cariz mucho más industrial. Aspectos como la tecnología y la especialización del personal son importantes para el productor involucrado en la porcicultura a gran escala. En relación al aspecto tecnológico los avances recientes en áreas como la sanidad, la genética a, la reproducción, la nutrición y los sistemas de producción son parte fundamental de los cambios que esta sufriendo la industria porcícola para cumplir las demandas de consumidores cada vez mas exigentes.

En lo que toca a la reproducción, como base del sistema de producción industrial, se ha hecho énfasis en los últimos 20 años, por un lado en tratar de aprovechar el potencial de la cerda como productora de lechones, tanto incrementando su prolificidad por diferentes medios, como reduciendo el intervalo entre pariciones; y por el otro con la introducción y difusión a gran escala de la inseminación artificial.

Lo anterior ha traído una mayor eficiencia en la reproducción de esta especie, reduciendo los tiempos de parición y empleando a reproductores genéticamente superiores.

Con esto se logra cumplir la principal meta del productor desde un punto de vista de la reproducción, que es lograr una mayor cantidad de cerdos nacidos por cerda por año. El número y tamaño de la camada esta influenciado por una serie de factores entre los que están: la tasa de ovulación, el índice de concepción, la sobrevivencia embrionaria, la tasa de parición, la edad a la pubertad y el intervalo des tete a estro. También el efecto del verraco es importante sobre los parámetros antes mencionados, por lo que el número de lechones nacidos por año en una operación comercial depende de una gran variedad de factores fisiológicos que se deben controlar.

No se debe olvidar que el cerdo tiene características reproductoras únicas que lo diferencian de otras especies, entre las que se destacan. Los cuernos uterinos son muy largos y acomodan camadas grandes en un espacio abdominal relativamente corto. La inseminación es intrauterina con un volumen grande de semen. La ovulación ocurre durante la fase de mayor respuesta sexual de la hembra y el carácter de dicha respuesta influye sobre la ovulación. El momento de parición está determinado por una contribución endocrina de cada uno de los fetos (33).

Por otra parte los sistemas de producción intensivos han obligado a someter a los animales a condiciones diferentes a las naturales, y muchas de estas condiciones que consideramos necesarias para la producción, y si no son bien planeadas y desarrolladas pueden tener un efecto detrimental sobre los procesos de la reproducción anteriormente citados.

En los siguientes capítulos del presente trabajo se tocarán cuales son los principales factores que pueden afectar la reproducción tanto en la cerda como en el verraco.

## **II. Condiciones que afectan la reproducción en la cerda**

### *1. Condiciones que retrasan la aparición de la pubertad*

La pubertad se define como la fase que une la inmadurez con la madurez y se reconoce por la aparición de los primeros signos de estro, crecimiento de folículos ováricos y la liberación del ovulo para ser fecundado.

El cerdo salvaje alcanza el primer celo durante el final del otoño, alrededor de los ocho meses de vida. La pubertad en las cerdas domesticas se presenta alrededor de los 190 días de vida, sin embargo puede aparecer en animales jóvenes desde 102 hasta 135

días y en otras hembras en forma tardía después de 250 días de vida (33).

La aparición de la pubertad se presenta cuando disminuye una inhibición específica de la secreción de factores de liberación del hipotálamo (GnRH) a través del sistema nervioso central. La corteza, el sistema límbico y la glándula pineal podrían tener una influencia sobre el hipotálamo en una inhibición equilibrada de la secreción de GnRH. Estas estructuras extra hipofisarias controlan factores del ambiente externo e interno y median su influencia sobre la secreción de gonadotropinas mediante vías neuroanatómicas (34).

Desde un punto de vista práctico es importante que la cerda joven presente la pubertad a una edad temprana y que esta este relacionada con el fin de su fase de engorda, ya que si bien no se va a aparear a esa edad, es conveniente saber si esta ciclando para poder programar su introducción en los grupos de hembras de reemplazo y realizar las practicas sanitarias y de aclimatación necesarias antes de ser apareada por primera vez.

El tipo de material genético de las hembras es importante para la presentación de la pubertad, ciertas líneas de animales tienden a tardar más tiempo en presentar la pubertad, por ejemplo animales de raza Duroc o Hampshire.

Las cerdas hibridas exhiben el inicio de la pubertad de una a cuatro semanas que las hembras de raza pura que intervienen en la cruce, consecuentemente cuando se realizan apareamientos a una edad fija, las cerdas hibridas han presentado mas celos que las de raza pura (5).

Algunos criadores de razas puras tienden a desechar cerdas que no presentan la pubertad a los 7 o 7.5 meses, siendo factible que

estos animales todavía a esa edad pueden aceptar al macho y tener una vida como reproductora normal.

Se reporta que algunas cerdas de razas chinas son fértiles desde los 90 días de vida sin tener esto relación con su alta tasa de ovulación (33).

El plano nutricional puede influenciar la edad de presentación de la pubertad; sin embargo, el cerdo parece ser menos influenciado por dicho plano y su respectivo peso corporal, que otras especies. Una severa restricción en la dieta puede retrasar la pubertad, y un aumento de nutrientes no parece tener efecto. Bajo ciertas circunstancias, la tasa de ovulación puede ser incrementada por un plano nutricional alto, pero el efecto sobre la pubertad no es importante (21).

Es frecuente en hembras seleccionadas a partir de la engorda muy jóvenes, con menos de 6 meses de vida, donde comen a libre acceso hasta cuatro kg. sean restringidas de forma súbita a un suministro restringido como adultas gestantes con 1.8 kg. por día, observándose cierta tardanza en alcanzar la pubertad en comparación de aquellas que se dejan a libre acceso.

Si bien es motivo de controversias, otra condición que retrasa la aparición de la pubertad y que es importante en algunas zonas de México, es la temperatura ambiente elevada, se reporta que temperaturas arriba de 25 grados centígrados pueden causar dicho efecto (17). En el caso de hembras jóvenes prepúberes que se espera que alcancen la pubertad en una época calurosa debe evaluarse el uso de algún método de enfriamiento, como aspersores o bien el asegurarse que tengan una sombra adecuada, 2.5 m<sup>2</sup> por animal y acceso constante a una fuente de agua con un flujo mínimo de 3 lt. por minuto para eliminar ese posible efecto.

Por otra parte esta ampliamente documentado que en zonas septentrionales o australes las cerdas nacidas en otoño que alcanzan

la pubertad en primavera tardan menos tiempo que las nacidas en primavera y que alcanzan la pubertad en otoño, todo mediado por un efecto dado por el incremento de horas luz cuando el animal se acerca a la pubertad (5).

En México existe tan poca diferencia en la cantidad de horas luz en el año que este factor no es importante en operaciones comerciales.

Las condiciones sociales o de crianza juegan un papel importante en la aparición de la pubertad, hembras aisladas socialmente durante la etapa prepúber, alojadas en un pequeño corral, enjauladas o sujetas con collar tardan en alcanzar la pubertad cuando se les compara con animales alojados en grupos. Lo anterior sucede mucho en animales de traspatio criados solos desde muy jóvenes. Se recomienda un espacio de 2 a 2.5 m<sup>2</sup> por hembra y nunca alojar a más de 24 animales por corral. Por el otro lado el alojar a las hembras durante la etapa prepúber en grupos muy grandes, 50 o 60 animales, ocasiona claramente un retraso en la aparición de la pubertad en un 25% de las hembras del lote (5).

Varias prácticas de manejo pueden ayudar a inducir la pubertad, esas medidas son especialmente efectivas en las hembras confinadas. El cambio de corral puede ser una de las prácticas que estimulen la pubertad, así como el llamado efecto de transporte, el cual consiste en que al llevar a las hembras de una granja a otra, muchas de ellas presentan celo de 3 a 7 días después del movimiento, lo que es una respuesta del hipotálamo por medio de mecanismos neuroanatómicos a un efecto medio ambiental. Es erróneo pensar que este tipo de celo no es fértil y que no debe considerarse como un celo verdadero, de hecho es la aparición de la pubertad con un celo fértil originado por una práctica de manejo.

Sin embargo, la condición que más influye en la presentación de la pubertad, tanto en hembras confinadas como no confinadas

es el contacto con un verraco. El estímulo que ocasiona el verraco esta dado por la hormona 3 alfa-androstenol, secretada por la glándula submaxilar, esta hormona empieza a acumularse apreciablemente entre los 8 y 10 meses de vida y marca la efectividad de un verraco joven y uno adulto en estimular la pubertad (23).

El momento y la edad de la hembra cuando se expone al macho determina el efecto obtenido. Si la exposición comienza durante los 135 a 165 días de vida, la pubertad ocurre en la edad más joven posible. Esperar hasta que las hembras tienen más de 165 días de vida resulta en una mayor edad a la pubertad, pero una respuesta más sincronizada en el lote, con un 60 a 90 % de las hembras en calor en un lapso de 3 a 7 días (5).

El uso de machos maduros y diferentes ayuda a aumentar el efecto de inducción o el estímulo causado y el mover a las hembras en grupos al corral del macho, tiene mejores resultados que el manejo convencional de meter al macho al corral de las hembras o el meter una sola cerda al corral del macho (12).

## *2. Edad y peso al momento del servicio*

Una vez que la cerda ha llegado a la pubertad la siguiente interrogante para el productor es en que momento aparearla. Lo anterior es de importancia capital para el futuro de la cerda como reproductora y las opciones tienen que evaluarse tomando en cuenta diversos factores.

Un criterio para decidir es el número de celos a dejar pasar, recomendándose dar el primer servicio al segundo o tercer celo para tener una mayor tasa de ovulación, sin embargo diversos autores citados por Monroy (1992) no encontraron diferencias tanto en tasa de parición como en lechones nacidos totales al servir al

primero o segundo celo, aunque si entre el segundo y el tercer celo, sin existir ninguna ventaja en los celos sucesivos.

Otro criterio a considerar es la edad y el peso de los animales. El aparear a una cerda muy joven, por ejemplo a los 6 meses de vida y 100 kg. de peso tienen la ventaja de incorporarla rápido a la línea de producción, lo que permite ahorrar alimento, sin embargo puede ocasionar un desgaste excesivo durante la primera lactancia y la presentación de anestros posterior al destete, con un incremento en el intervalo de pariciones y hasta el desecho de la cerda (23).

Por el contrario el aparear a una cerda de más de siete meses de vida y 130 kg. puede ser caro para el productor, pero difícilmente la cerda tendrá problemas con su condición corporal y se mantendrá en la línea de producción por muchos partos, aunque podría tener el inconveniente de ser una animal muy grande, que no cabe en las instalaciones y que come demasiado durante toda su vida, llegando a ser una hembra gorda con problemas de parto, si no se tiene un cuidado detallado con su alimentación (22).

Un último aspecto a tomar en cuenta es la genética del animal; con hembras muy magras y con una alta producción láctea, como son generalmente las líneas genéticas de origen europeo, no es conveniente introducir las muy ligeras a la línea de producción, en el caso de estos animales es recomendable poner un límite mínimo de peso de 120 a 130 kg. para su primer servicio, sin importar si este es al segundo o tercer celo. Generalmente estos animales alcanzan más de 100 kg. en menos de 6 meses de vida y no será necesario esperar mucho tiempo para poderlas cruzar al peso antes indicado (22).

### *3. Detección del celo*

Una adecuada detección del celo en la cerda, tanto primeriza como adulta, es crítica para el éxito del proceso de reproducción



en una operación porcícola; lo anterior es debido a que el momento de la ovulación en esta especie se calcula en base al inicio del celo, y los programas de monta o inseminación se plantean con base en ese inicio del celo, como se vera mas adelante. De ahí que el primer día con un reflejo de lordosis positiva (actitud estática de la cerda al presionarle el dorso) o el aceptar que un verraco la monte, es el punto de referencia para establecer la frecuencia y número de montas o inseminaciones. Una pobre identificación del primer día del estro, crea situaciones en las cuales las montas no ocurren lo suficientemente cerca de la ovulación, como para garantizar una adecuada fertilización (8).

En el caso de las cerdas primerizas es muy frecuente que este reflejo no sea tan claro, aún para un operador experimentado, por lo que se requiere del apoyo de una macho para realizar esa detección. La presencia del macho estimula a la cerda en celo a acercarse a él y facilita su detección; sin embargo en cerdas jóvenes criadas en condiciones de aislamiento, la falta de contacto social ocasiona que su conducta frente al macho no sea normal, y aun estando en celo no manifiestan claramente estos signos y en ocasiones pelean con los verracos (27).

Otro factor que puede ser causa de una mala detección de celos es el uso de machos muy jóvenes, los cuales no secretan por la saliva la suficiente cantidad de ferhormonas para causar un estímulo en las hembras.

Hemsworth y col.(1991) reportan que el hecho de mover a las cerdas a un corredor junto al corral del semental permitió entre un 30 y 40 % mas de hembras montadas, que cuando se revisaban calores en los corrales de las hembras; así mismo encontraron que el mantener cerca del corral de las hembras primerizas a un verraco con un corredor de un metro de ancho de por medio, permitió un 30 % más de detecciones, que cuando se mantiene al verraco en

un corral adyacente con contacto visual y olfativo por medio de una reja; esta última situación se encuentra comúnmente en muchas granjas de México, y debe evaluarse su eficiencia real (14).

En otro estudio el mismo autor explica que las hembras se habitúan al estímulo del semen tal cuando este permanece constantemente en el corral adyacente (12).

En el caso de las hembras adultas se recomienda que tengan contacto directo de manera constante con diferentes machos y que se mueva alas cerdas en grupos a zonas o corrales donde estén rodeadas por diferentes machos para realizar la detección.

Otros problemas que se presentan en los programas de detección de celo son:

Que no se realiza la detección dos veces al día, lo que origina un margen de error muy grande en relación al inicio del celo y por lo tanto al momento de la ovulación.

Que no se dedica el tiempo suficiente para realizar la detección, tomando en cuenta que para que se puedan detectar un 80 % de las cerdas en celo en la presencia de un verraco, es necesario mantener a esta dentro del corral al menos por 30 minutos (6).

Que el trabajador no realice la detección de celos con la ayuda de un macho o simplemente que no la lleve a cabo.

En el caso de realizar la detección del celo en hembras alojadas en jaulas individuales, es importante recordar que es indispensable realizarlo con la presencia de un macho colocado enfrente de las jaulas y que de preferencia este limitado a moverse en un largo del pasillo equivalente al ancho de seis a ocho jaulas como máximo.

#### *4. Momento optimo del servicio y condiciones que afectan al mismo*

El apareamiento involucra la regulación de la interacción entre la hembra y el macho o bien sobre el técnico encargado de la inseminación artificial (IA). Un factor crítico para lograr un alto índice de concepción y un buen tamaño de la camada, es hacer coincidir la presencia de una gran cantidad de espermias fértiles en el momento en que ocurre la ovulación y en el lugar donde se lleva a cabo la fertilización.

La ovulación en la cerda ocurre entre 30 y 36 horas después de iniciado el estro, mismo que dura alrededor de 48 horas en una cerda primípara y 72 horas en una cerda adulta y esta ovulación se lleva a cabo en un lapso de entre seis a ocho horas. Cuando la monta ocurre temprano o tardíamente durante el celo los porcentajes de concepción y el tamaño de la camada disminuyen en forma importante (7).

Desde un punto de vista práctico para tratar de lograr una adecuada fertilización se recurre a realizar montas y/o inseminaciones repetidas para tener espermias capacitados en el oviducto cuando ocurra la fertilización. En la industria porcina los sistemas de monta nunca son por empadre, sino que siempre se realiza un sistema de apareamientos controlados.

Los sistemas de apareamiento múltiple se pueden clasificar en tres grupos:

- Doble monta, que a su vez se divide en: montas con 12 horas de intervalo o bien una monta o IA el primer día del celo y otra la segunda.

- Triple monta, que se divide en:

- Una monta el primer día y dos el segundo

- Dos montas el primer día y una el segundo

- Una monta por tres días consecutivos.

El sistema de apareamiento de doble monta mejora el porcentaje de concepción de 10 a 25% en las cerdas adultas y de 10 a 13% en las primerizas. Cuando se realiza el sistema por medio de montas con machos diferentes (montas heterospermicas), el porcentaje de concepción se incrementa un 3.6% en adultas y un 8% en primerizas (18,22). Sin embargo en una granja que utiliza monta directa este último sistema de apareamientos puede ocasionar algunos problemas con machos subfértiles, los que son encubiertos por sus compañeros fértiles cuando no se realizan evaluaciones andrológicas regularmente. Cuando se realiza la IA no existe problema, pues con cada eyaculado se evalúa al macho de forma individual (7).

El sistema de tres montas en tres días consecutivos permite un aumento en la fertilización mayor que los otros sistemas y funciona a manera de seguro para el productor, especialmente donde la detección de celos no es muy precisa, aunque tiene el inconveniente que algunas cerdas ya no aceptan el servicio al tercer día.

Los sistemas antes citados tienen el inconveniente de necesitar de una muy estrecha detección de calores y cualquier error al seguir el sistema generalmente repercute en un incremento en el número de camadas con menos de 7lechones nacidos vivos, una alternativa es realizar montas o IA mientras la cerda este en celo, con apareamientos cada 12 horas, lo que asegura un buen tamaño de camada, pero tienen el inconveniente de necesitar un número mayor de sementales (relación de macho:hembra de 1 a 15), ya que se corre el riesgo de sobre trabajar a los verracos ocasionando justamente lo que se quiere evitar (22).

Cuando se cuenta con dosis de semen disponibles a partir de machos de la misma granja, el sistema es el ideal, ya que si bien el aplicar una o dos dosis más a la cerda resulta en un costo mayor, este se ve recuperado con creces al aumentar la fertilidad y el tamaño de la camada.

Cuando se utiliza semen líquido diluido el tiempo optimo para realizar la inseminación es un periodo corto que va de 12 horas antes de la ovulación a cuatro horas después de la misma, teniéndose mas allá de este tiempo una marcada disminución en el porcentaje de fertilización y una disminución en el numero de espermatozoides accesorios (32).

A continuación se presenta una tabla que compara diferentes sistemas de montas con la eficiencia que se debe tener en diversos aspectos de importancia para aprovechar los parámetros reproductivos.

#### CUADRO 1

##### CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MONTA CON RESPECTO A LA PRECISION EN EL TRABAJO NECESARIO PARA LLEVAR A CABO EL SISTEMA DE REPRODUCCIÓN

<i>Sistema de monta</i> *	<i>Detección de estro</i>	<i>Producción de semen</i>	<i>Inseminación</i>
Natural	1	4	2.5
Combinación de monta natural e IA	2	3	2.5
IA con machos en la misma granja	3.5	2	2.5
IA con semen de un centro de inseminación externo	3.5	1	2.5

Flowers 1996

\*El mejor sistema esta designado con el número 1.

Otro aspecto importante que se debe tomar en cuenta es el citado por Hensworth y col. (1991) quienes mencionan que existe una mayor relación entre el momento del destete con la ovulación, que

entre el inicio del celo y la misma, lo que trae como consecuencia que las cerdas que presentan celo en intervalos cortos después del destete tienen un momento de ovulación mucho más estable y largo a la mitad del celo, coincidiendo mucho más con el segundo día del celo o las ya mencionadas 30 a 36 horas después del inicio del celo. Por otra parte las cerdas que tardan más tiempo al entrar en celo o que se consideran cerdas retrasadas para ciclar, su momento de ovulación y la duración de la misma es mucho menos estable, esta última situación se presenta también en las cerdas primerizas; así mismo se sabe que lo mismo sucede con la reacción de inmovilización durante el celo, las cerdas que presentan una fuerte reacción son más regulares en su ovulación que las que no la presentan.

Todo lo anterior sugiere que se debe de implementar un sistema de montas para cerdas "normales", con dos servicios con intervalo de 12 horas, a las 24 y 36 horas de iniciado el estro y otro para cerdas "problemas" con tres servicios a las 12, 24 y 36 horas de iniciado el estro y si es factible montas o inseminaciones mientras la cerda acepte.

No solo el momento del servicio es importante, sino las condiciones en que este se realiza; de manera general en sistemas de producción intensiva la monta se conduce en el corral del macho, que casi siempre es pequeño e incómodo, ya Hemswoth y col. (1989) sugirieron que el área de apareamiento puede tener influencia en la conducta sexual del cerdo.

Los mismos autores reportan que el realizar los apareamientos en el corral del verraco resulta en una marcada disminución de la cantidad, duración y calidad de los mismos, especialmente en las cerdas primerizas. Las principales causas de esa disminución fueron: dificultad del macho para montar a las hembras, reducción en el tiempo de cortejo, falta de interés del macho y fin de la monta al moverse la cerda.

El mismo grupo de investigadores en otro estudio encontró que el uso de un área o arena de monta rodeada por los corrales de los machos incrementaba el número de lechones nacidos cuando la detección del celo y el apareamiento se llevaba a cabo en dicha área que cuando se llevaba a cabo en el corral del verraco (14).

Otro aspecto de importancia es la necesidad de estímulos sexuales por parte de la cerda para una óptima fertilización, de ahí que en sistemas de inseminación artificial, donde no se tiene dicho estímulo al momento de realizar la A, disminuyen los porcentajes de fertilidad. Una solución es contar con la cercanía de un macho al momento de inseminar a las cerdas para que tales estímulos se produzcan (11).

Por último diversos aspectos del clima han mostrado que afectan el proceso de reproducción en el cerdo. Específicamente y de importancia relevante en nuestro país es que un aumento de temperatura por arriba de los 27 grados centígrados dificulta la expresión del celo y origina una disminución en la tasa de ovulación ocasionando menores porcentajes de fertilidad y número de nacimientos por camada (17, 25, 27).

Algunas de las soluciones que han dado buenos resultados para evitar el efecto de las altas temperaturas son: cambiar los horarios de monta o inseminación más temprano y más tarde, localizar los alojamientos de las hembras destetadas y primerizas y las áreas de apareamiento en lugares frescos y sombreados, colocar mallas de resolana alrededor de los corrales donde se realiza la reproducción y el establecimiento de sistemas de enfriamiento por aspersión o goteo.

##### *5. Condiciones que afectan a la cerda durante la gestación*

En la especie porcina existe una considerable mortalidad prenatal que puede llegar a un 35 a 45 %, de la cual el 30 % son embriones que mueren durante los primeros 40 días de gestación.

De manera natural las pérdidas de embriones o fetos durante las primeras etapas de la gestación están contempladas dentro de las siguientes categorías: aberraciones cromosómicas, insuficiente desarrollo luteal, insuficiente espacio uterino y al efecto inhibitorio que producen los embriones más desarrollados sobre los de menor desarrollo (25).

Cuando alguna condición adversa afecta a una hembra gestante se refleja principalmente de tres formas, una por medio de la presentación del celo a un intervalo irregular, entendiéndose por irregular a aquel que no ocurre alrededor de 21 días después del apareamiento, otra por el nacimiento de una camada pequeña y la tercera causando el aborto.

Independientemente de las pérdidas intrínsecas o consideradas normales, existen otras causadas por factores externos que inciden sobre la homeostasis de la cerda. Los dos principales problemas no infecciosos que inciden sobre el mantenimiento de la gestación son: la temperatura ambiente y las condiciones de manejo y alojamiento (21).

En una cerda adulta un incremento en la temperatura es mucho más nocivo que una disminución súbita o pronunciada de la misma, siendo el momento de la implantación cuando el efecto es más marcado. Es importante recordar que la implantación se inicia alrededor del día 10 o 12 después del apareamiento y termina cerca del día 23 (33), por lo que este lapso entre la segunda y la tercera semana de gestación debe considerarse un período crítico.

Si bien se conoce que la temperatura ambiente ideal para una hembra gestante es de alrededor de 16 grados centígrados, no existe un consenso sobre cuáles son los niveles de temperatura que originarían una muerte embrionaria total y la presentación de repeticiones a intervalos irregulares, o bien el nacimiento de una



camada pequeña; sin embargo parece que el efecto tanto total como parcial es mas marcado cuando se producen incrementos bruscos que desencadenan un estado de tensión en el animal, que cuando el efecto es paulatino y de larga duración, lo que permite al animal una adaptación y minimizar su efecto.

En regiones con variaciones de temperatura estivales importantes, hay que tener en cuenta estos elementos en el manejo de las cerdas gestantes, por lo que las instalaciones deberán tener sistemas para el control de la temperatura y en el caso de instalaciones al aire libre deben tener previsto un lugar de resguardo para el calor (21).

En relación al manejo y a los alojamientos, el estrés originado por las peleas entre las cerdas, puede producir mortalidad embrionaria o fetal a consecuencia de los traumatismos. Lo mismo sucede cuando las hembras son alojadas en corrales con pisos resbalosos o con un declive mayor que seis por ciento y tienen dificultad para moverse.

En trabajos realizados sobre la influencia del hábitat durante la primera mitad de la gestación no se encontró diferencia en cerdas enjauladas, en libertad o en corrales.

Sin embargo cuando se cambian animales del sistema de jaulas al sistema de corrales si se observa un aumento en la cantidad de repeticiones y abortos (21).

Un proceso de hipertermia al final de la gestación causado por el medio ambiente, por un excesivo ejercicio o una infección puede producir la muerte fetal y la momificación del producto o bien el aborto (20).

Como recomendación general no se debe moverse a las hembras durante el periodo crítico de la implantación y no deben agruparse

animales durante la gestación. En el caso de que sea necesario agrupar hembras gestantes se debe tener cuidados de hacerlo en corrales grandes y con pisos no resbalosos, en los cuales las más débiles tengan la oportunidad de rechazar las peleas y nunca en grupos mayores de 10 animales.

#### 6. *Enfermedades infecciosas que afectan la reproducción en la cerda*

Como ya se citó, cualquier proceso febril ocasionado por virus o bacterias puede ser causa de muerte embrionaria o fetal y aborto en una cerda gestante, reflejándose en una menor tasa de fertilidad o bien en una camada pequeña.

Entre las bacterias que ocasionan falla en la reproducción en la cerda se reportan: *E. coli*, *C. pyogenes*, *S. aureus*, *E. rhusiopathiae*, *Pseudomonas spp.*, *Listeria monocitogenes*, *Actinomyces suis*, *Salmonella spp.*, *Brucella suis* y *Leptospira spp.*, siendo esta última la de mayor importancia ocasionando abortos de fetos del mismo tamaño, generalmente cerca del término de la gestación y repeticiones a intervalos irregulares; también es frecuente el nacimiento de momias y el de lechones débiles (4,29).

También la Brucelosis puede causar abortos y repeticiones principal mente al inicio de la gestación, pero su incidencia es muy baja (19).

En relación a los agentes virales que afectan a la cerda gestante, es importante dejar claro que cualquier infección viral tienen el potencial para interrumpir la gestación parcial o totalmente, sin embargo existen algunos virus que tienen mucha afinidad por el tracto reproductor, especialmente el tejido fetal, independientemente de afectar a otros sistemas. Entre estos se pueden citar : Parvovirus porcino, el

virus de la Enfermedad de Aujeszky, el del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del cerdo y el Rubulavirus de la Enfermedad del Ojo Azul (28,29).

El Parvovirus porcino rara vez ocasiona abortos, pero al buscar replicarse en células de rápida división como las fetales, origina la muerte de los embriones o fetos, pasando de uno a otro en forma alternada, lo que origina muerte embrionaria total con repeticiones a intervalos anormales, el nacimiento de camadas pequeñas o bien de fetos momificados de diferente tamaño o tiempo de gestación. En relación a este último punto es importante tener en cuenta que los fetos mayores de 70 días de vida montan una respuesta inmune y no se ven afectados, por lo que no se observan momias mayores de 17 cm de largo ( lo que corresponde a 70 días de gestación) (24).

El virus de la Enfermedad de Aujeszky afecta la reproducción causando principalmente abortos, aunque también pueden verse momificaciones y camadas reducidas en menor grado (16).

El virus de el Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo causa principalmente abortos y el nacimiento mortinatos, momias y de lechones débiles que mueren al poco tiempo de nacer (30).

En el caso de la Enfermedad del Ojo Azul, se reportan repeticiones a intervalos irregulares, camadas pequeñas, el nacimiento de fetos momificados y abortos esporádicamente (28).

A continuación se presenta un cuadro donde se compara el momento de retomo a estro en diferentes enfermedades infecciosas.

CUADRO 2  
IMPORTANCIA RELATIVA DE DISTINTOS PROBLEMAS  
REPRODUCTIVOS CON DIFERENTES  
TIPOS DE RETORNO A CELO

<i>Etiología</i>	<i>Retornos a celo</i>			
	<i>Precoces &lt; 18 días</i>	<i>Regulares 18- 24 y 39-45 días</i>	<i>Irregulares 25-38 días</i>	<i>Retardados &gt; 18 días</i>
SRRC	-	++	+++	+++
Parvovirus	-	+	+++	+++
Aujeszky	-	+	+	+
Leptospirosis	-	-	-	+
Infecciones genitales	-	+++	-	+

Martineau, 1997

Otra causa de falla en la reproducción es la ingestión de alimento contaminado por micotoxinas, especialmente Zearalanona que causa un síndrome estrogénico que se manifiesta por anestro, aborto y lechones nacidos muertos, aunque otras toxinas como la T2 y Claviceps purpurea pueden tener efectos semejantes (29).

### III. Condiciones que afectan la capacidad reproductora del verraco

#### *1. Edad de inicio como reproductor*

La importancia de la influencia del verraco en el nacimiento de camadas numerosas y sanas con la correspondiente productividad de la empresa porcina no puede ser ignorada, y a medida que se incremente el uso de la IA habrá menos machos disponibles para llevar a cabo la tarea de fertilización, lo que aumenta la importancia de un adecuado manejo en la reproducción de los machos (2,18).

Los machos presentan la pubertad aproximadamente entre las 20 y 24 semanas de vida, cuando se presentan una serie de cambios histológicos caracterizados por un incremento en el diámetro y largo de los túbulos seminíferos, la formación del lumen tubular y la aparición de células espermatogénicas (2); sin embargo, en este momento no puede considerarse que el animal este apto para la reproducción en un sistema intensivo.

Durante esta etapa, la calidad del semen de un macho joven no es adecuada, encontrándose una gran cantidad de espermatozoides inmaduros, un volumen de eyaculado reducido y una concentración espermática pobre cuando se ~~é~~ compara con las de animales de mayor edad. Se considera que un verraco joven alcanza una adecuada capacidad fertilizante después de las 28-30 semanas de vida (18).

Existen una serie de factores que se relacionan con la edad en que se recomienda el inicio del trabajo de los machos, entre ellos están:

- Alojamiento en grupos contra alojamiento individual. Cuando los animales son criados en forma aislada existe un retraso en la presentación de la pubertad, y en la conducta sexual lo que no ocurre cuando son alojados en grupo durante la etapa de crianza.
- Contacto con hembras. El desarrollo de los órganos reproductores y la edad a primera monta no son afectados cuando se crían junto con sus hermanas, o estando en contacto indirecto tras una mall a con hembras adultas ciclando.
- Cría al exterior contra cría en interiores. Si bien los resultados son contradictorios no existe diferencia aparente en el tamaño testicular y en la conducta sexual entre los dos sistemas, pero si a favor de los cerdos criados al exterior en relación a la edad a la pubertad.

- Efecto del fotoperiodo: Los machos criados con una duración de 15 horas luz por día, alcanzaron primero la pubertad, pero no presentaron diferencias en la producción de semen, la calidad del mismo y la concentración en suero de LH, FSH Y testosterona (18).
- Efecto de la nutrición: Una reducción de la ingestión de alimento del 17 al 30% retarda la aparición de la pubertad y el desarrollo testicular, siendo la edad mucho más importante que el peso de los animales para alcanzar la pubertad. Se asume que una alimentación completa no influye en la posterior capacidad reproductora de los machos (1).

Si bien antes se ha mencionado que la edad para una reproducción óptima es después de los siete a ocho meses de vida, esto no quiere decir que los verracos jóvenes tengan que mantenerse inactivos durante el lapso de la pubertad hasta que inicia su trabajo, en este periodo debe realizarse la adaptación y el entrenamiento de animal, ya sea para usarlo en monta directa o en IA (15).

Es frecuente que un uso en esta etapa traiga como consecuencia un gran número de repeticiones o bien el nacimiento de camadas pequeñas, lo cual no debe ser motivo para el desecho/reemplazo del animal, lo único que se requiere es aguardar a que alcance una madurez adecuada.

## *2. Condiciones que afectan la producción de semen*

Son muchos los factores que intervienen en la calidad del semen de un verraco, a continuación se analizan algunos de los más importantes:

- **Edad del macho:** Como se citó anteriormente la calidad del semen es baja después de la pubertad, pero se incrementa rápidamente más allá de los 9 meses, hasta alcanzar un máximo

entre los 24 y 29 meses de vida. Entre los 12 y los 35 meses de vida no existen muchos cambios en la calidad del semen, pero después de los 35 meses comienza a disminuir (2,18).

Con base en lo anterior se recomienda mantener un 25% de machos de menos de un año de edad, un 50% de animales entre 12 y 24 meses y solo un 25% como máximo de machos con más de 24 meses de vida (26).

- **Frecuencia de eyaculación:** La eyaculación frecuente y regular causa una disminución en la calidad del semen, especialmente en la concentración espermática; cuando un macho se colecta cada 24 horas después de cinco días de descanso, entre la primera y segunda eyaculación se cuenta con un 46.9% menos espermatozoides, si se continua colectando una vez por día, al sexto día tendrá un 80.2% menos células que en el primer eyaculado después del descanso (18). Lo mismo sucede cuando un macho se colecta más de dos veces en un día, en una tercera eyaculación se cuenta con casi un 70% menos de espermas que en la primera.

Sin embargo, no existe diferencia en el porcentaje de fertilidad y el tamaño de la camada cuando un macho adulto monta dos o seis veces por semana, siendo este el límite máximo de uso, siempre y cuando las montas no sean en días consecutivos.

El dejar descansar a un verraco por más de 25 días puede traer como consecuencia la presencia de espermas "viejos" en el eyaculado, los cuales tienen una muy baja capacidad fertilizante (18).

- **Temperatura ambiente:** Existe considerable variación entre la respuesta al estrés térmico de un macho a otro, pero si un animal es individualmente susceptible a dicho estrés, tendrá un incremento en anomalías espermáticas como gota citoplasmática proximal, defectos en la pieza media, defectos de cola y cabezas anormales, tendrá así mismo una motilidad reducida y una disminución en el volumen de eyaculado.

Los efectos adversos de un estrés de este tipo aparecen generalmente de los 7 a 14 días después del inicio del incremento térmico. Después de un periodo de estrés térmico puede tomar de cinco a ocho semanas recuperar la calidad del semen (17,32).

La temperatura ambiente bajo la cual la motilidad de los espermias se mantienen normal es de 28 grados centígrados, no importa si este incremento es súbito o paulatino, y la diferencia entre mantener a un macho a 32 grados centígrados puede ser hasta de un 28% mas de células anormales que mantenerlo a 15 grados centígrados (18).

Cuando se presenta un periodo de estrés térmico de 24 horas, los cambios en las características del semen y en las concentraciones hormonales no difieren entre 20 y 35 grados centígrados, pero cuando el periodo es de 100 horas aumentan las anormalidades, especialmente la presencia de gota citoplasmática y cabezas anormales y baja la motilidad, asociado a esto se observa una disminución en los niveles circulantes de testosterona y un incremento en los niveles de cortisol (17).

- **Genética:** La raza del semental tiene efectos mínimos en la fertilidad y tamaño de camada cuando se emplea semen normal. Sin embargo, existen diferencias en la calidad del semen entre diferentes razas. Ninguna raza parece ser mejor para todas las características, por ejemplo los animales Yorkshire tienden a tener mayor motilidad y los Duroc mejor concentración espermática. Generalmente los verracos híbridos tienen ventajas en motilidad, volumen de eyaculado y numero de células anormales cuando tienen menos de ocho meses de vida, pero estas diferencias con verracos puros son mínimas en animales maduros (2,18).

- **Nutricion:** Si bien no existen mucha investigación al respecto, esta comprobado que una disminución en la ingestión de nutrientes



ocasiona una disminución en la libido y en todas las características seminales (18).

- **Ambiente social:** No existe ninglIn efecto de alojar a los machos en grupo, contra el colocarlos en corrales individuales sobre la fertilidad, la habilidad para copular, el libido y la longevidad, aunque si al alojarlos en grupos, se presenta actividad homosexual existe una disminución de la fertilidad.

Cuando los machos son mantenidos sin contacto con cerdas en celo el tiempo de reacción a la monta aumento de 2 a 6 minutos y su comportamiento copulatorio se ve afectado mientras el aislamiento continua, cuando los animales estuvieron a menos de 18 metros de hembras en celo no se encontró ninglIn efecto adverso en su conducta sexual ni en la calidad del semen (11,18).

El corral donde se realiza la monta es importante únicamente en machos jóvenes, siendo mejor la monta en corrales específicos para monta de 4 m de diámetro, que en el corral del semental de 10 m<sup>2</sup> de superficie (13).

### *3. Condiciones que afectan la calidad del semen en el proceso de inseminación artificial*

La IA permite llevar a cabo una evaluación de las características del semen con cada colección, siendo mucho mas difícil utilizar un semen de mala calidad al preparar una dosis de semen diluido, sin embargo a diferencia de la monta directa donde el semen al salir del verraco llega directamente al útero de la hembra, durante los procesos de colección, dilución e inseminación un sin numero de situaciones pueden presentarse y afectar la fertilización (26).

A continuación se presentaran las principales causas de problemas durante el proceso de inseminación artificial, mismas que se resumen en el cuadro 3.

CUADR03

EFFECTO PROMEDIO DE LA DISMINUCIÓN DE LA  
PRODUCTIVIDAD CAUSADAS POR LAS  
DIFERENTES AREAS DEL PROCESO DE LA  
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

<i>Area</i>	<i>% de fertilidad</i>	<i>Tamaño de camada</i>
Calidad del semen	-17	-1.2
Inseminación	-11	-0.5
Manejo		
post - inseminación	-5	-1.5

Flowers 1996

Dentro de lo que es la calidad del semen existen varios factores que intervienen en ella, entre estas estan: la edad del semen, malas condiciones de almacenamiento, mala calidad del agua que se emplea en la dilución y una pobre calidad del diluyente.

La edad del semen esta directamente relacionada con su capacidad fertilizante, a medida que el semen envejece su potencial disminuye, en el caso de emplear semen con mas de 24 horas de almacenaje la motilidad será prácticamente nula y el semen no tendrá capacidad de fertilizar (15).

Las condiciones de almacenamiento son importantes, una vez colectado cualquier cambio en la temperatura, que se aleje de la temperatura corporal disminuirá la cantidad de espermias móviles. En la mayor parte de los centros de inseminación no se permite que la temperatura baje por abajo de 32 grados centígrados al momento de hacer la dilución (15).

Existen tres tipos de agua con la que se puede trabajar para diluir al semen: el tipo 1 que es destilada, deionizada por osmosis inversa y filtrada, el tipo 2 de doble destilación y el tipo 3 de destilación simple o deionizada por osmosis inversa sin destilación. De estos el tipo 1 es el más indicado para trabajar.

La calidad de los diferentes tipos de agua puede verse afectada por condiciones como:

Presencia de metales pesados, que causan muerte del esperma, la presencia de sales inorgánicas y minerales, que disminuyen el tiempo de almacenaje seguido por muerte súbita del esperma y la presencia de endotoxinas que también causan muerte inmediata del esperma (18).

En cuanto a los diluyentes debe evitarse el uso de diluyentes hipo-osmóticos los cuales inducen una disminución en la motilidad espermática.

Asociado al tipo de diluyente se encuentra un índice de dilución subóptimo el cual puede causar una disminución de un 10% de fertilidad y el nacimiento de un lechón menos por camada (18).

Un incremento en la cantidad de alteraciones en los espermatozoides de más del 15% trae como consecuencia una disminución de la fertilidad de hasta 12% y también un lechón menos al parto (18).

El aspecto que más afecta los parámetros productivos es el uso de verracos subfértiles los cuales pueden disminuir la fertilidad hasta en un 50% y el tamaño de la camada en 5 lechones. La identificación de este tipo de animales es básica en cualquier programa de inseminación artificial y la implementación de técnicas bioquímicas, de test de penetración in vitro y acrosomía esta ampliamente justificada (9).

En lo que se relaciona con el proceso de inseminación las principales recomendaciones a tomar en cuenta con la calidad de la dosis son: mantener un número total de espermias por dosis de 2 a 5 mil millones de espermias por dosis, tener un volumen mínimo de 75-80 ml y evitar en lo posible el reflujo o salida del semen durante o después de la inseminación, ya que la salida de 10 a 15 ml. de una dosis de 100 ml. representa de un 10 a 15 % menos de espermias (18).

Otro de los factores que inciden de manera importante pueden resumirse en: pobre detección del celo que puede disminuir la fertilidad de 10 a 20 %, una sola inseminación que disminuye la fertilidad de 6 a 15%, momento inadecuado de inseminación que disminuye la fertilidad de 6 a 10 % Y una mala técnico que disminuye la fertilidad de 6 a 12% (18).

En relación a este ultimo punto es importante recalcar que el efecto del técnico es uno de los factores que mas hacen variar la calidad de la inseminación entre una granja y otra, tal y como lo demuestra el cuadro 4.

#### CUADRO 4

##### EFFECTO DEL TÉCNICO EN EL PROCESO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS CERDAS

<i>Tecnico</i>	<i>% de fertilidad</i>	<i>Nacidos Vivos/camada</i>	<i>Nacidos total /camada</i>
1	90.6	10.3	11.0
2	85.9	10.5	11.2
3	81.6	10.3	11.0
4	89.1	10.2	10.8
5	89.8	10.4	11.1
6	67.8	8.5	9.3

Por último y en relación con el manejo post-inseminación, se tienen la mezcla y el movimiento de hembras recién inseminadas con un 7 y un 10% menos de fertilidad y 1.8 Y 1.2 lechones menos por camada respectivamente, como ya se cito anteriormente estos aspectos no son exclusivos de la inseminación artificial (7).

Otro aspecto que ocasiona una disminución de hasta 5 % en la fertilidad y es muy frecuente observarlo en granjas donde se combina la inseminación con la monta directa, es dar monta directa después de haber llevado a cabo la inseminación, práctica que no es recomendable implementar por obvias razones (6,7).

#### *4. Enfermedades infecciosas que afectan la reproducción del verraco*

Cualquier enfermedad infecciosa que afecte a un verraco y origine un cuadro febril va a causar un trastorno en la espermatogénesis y traerá como consecuencia un disminución en la calidad del semen y un decremento en la fertilidad.

Los patógenos que actúan directamente sobre la función testicular son:

- Brucelosis. Este patógeno puede llegar a localizarse en los testículos causando orquitis. Cuando esto sucede la espermatogénesis se interrumpe y se presenta degeneración testicular. El *Erisipelothrix rhusiopathiae* y *Mycoplasma hyosinoviae* también tienen un efecto adverso sobre la función testicular (10,19,31).

- Patógenos como *Streptococcus spp.*, *Staphiloccocus aureus* y *Escherichia coli* pueden encontrarse en los testículos, aunque se desconoce si la subsecuente enfermedad es debido al efecto sobre

el tracto reproductor de la cerda o un efecto directo en la espermatogénesis (10).

- La infección por el virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo tiene un marcado efecto en la espermatogénesis, la calidad del semen de los machos infectados se reduce hasta por un periodo de 13 semanas (30).

- El virus de la Enfermedad del Ojo Azul ocasiona orquítis y epididimitis, generalmente unilateral, originando una disminución en la fertilidad (28).

La presencia de bacterias en el semen puede tener un efecto adverso sobre la fertilidad, experimentalmente ha sido demostrado que el semen con mas de 10,000 bacterias por mL. tienen una fertilidad reducida y un aumento en el riesgo de infecciones uterinas (10).

Es importante hacer notar que el semen es la forma de transmisión de diversas enfermedades tanto bacterianas como virales. Dentro de las bacterias que se consideran patógenas que pueden encontrarse en el semen en forma frecuente estan:

*Staphilococcus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *E.coli*, *Klebsiella spp.*, *Citrobacter spp.*, *Micrococcus spp.* y *Actinomyces suis*. Menos frecuentemente se encuentran: *Leptospira spp.*, *Brucella suis*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pasteurella spp.*, *Mycoplasma hyosinoviae*, *Mycoplasma hyorhinitis*, *Actinobacillus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Aerobacter spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Salmonella spp.*, y *Erisipelothrix rhusiopathiae* (10,31).

Los virus pueden ser eliminados directamente en el semen desde el testículo o a partir de las glándulas accesorias, o bien pueden contaminar al eyaculado durante o después de la colección por medio de heces, orina, secreciones respiratorias y saliva. Puede ser

difícil detectar virus en el semen ya que algunas enzimas proteolíticas del plasma seminal pueden interferir con la identificación y los verracos solo eliminarlos intermitentemente (10).

Numerosos virus pueden ser encontrados en el semen entre ellos: el virus de la enfermedad de Aujeszky, el de la Fiebre Porcina Clásica, el del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo, el de la Enfermedad del Ojo Azul y el Parvovirus Porcino (10).

En el caso del virus del Síndrome Reproductivo y Respiratorio del Cerdo se ha encontrado que los machos afectados eliminan el virus hasta por 92 días (30).

Dentro de los considerados como enfermedades exóticas están: el de la Fiebre Aftosa, el de la Fiebre Porcina Africana, el de la Enfermedad Vesicular del Cerdo, el del Exantema Vesicular y el virus de la Encefalitis Japonesa tipo B (10,31).

Otros virus que pueden encontrarse en el semen son: Adenovirus, Cytomegalovirus, Reovirus, el de la Influenza Porcina, el de la Gastroenteritis Transmisible, el del Papiloma Genital Transmisible y el de la Encefalitis Hemoaglutinante ( 10,31).

Las micotoxinas también pueden afectar la reproducción en el verraco, por ejemplo se ha reportado que la ingestión de 9 ppm de Zearalanona en machos jóvenes ocasiona una disminución en el tamaño y peso testicular y reduce significativamente la motilidad. El consumir alimento con 40 ppm de Zearalanona en machos prepúberes ocasiona una reducción en la libido ( 18).

#### **IV . Conclusiones**

El proceso de reproducción en el cerdo es complejo y un sin numero de factores puede afectarlo, originando menores índices

de fertilidad y tamaños de camada, mismos que repercuten en los días no productivos por hembra y en la cantidad de lechones destetados por cerda por año, que son dos de los parámetros más importantes al evaluar la productividad y por ende la viabilidad de una empresa porcina.

Los objetivos que debe tener el control de la reproducción son:

Tener una cerda primeriza apta para la reproducción alrededor de los 7 meses de vida.

Que tenga un peso corporal que le permita tener una muy buena condición física al primer parto misma que evite una baja en la producción en partos subsecuentes logrando una vida reproductora larga.

Deberá mantener una fertilidad y tamaño de camada adecuados

Para lograr lo anterior habrá de dar énfasis a aspectos como:

Detección de celo.

Momento óptimo de servicio.

Mantener una buena calidad en la producción de semen de los verracos.

Lograr un excelente estado sanitario de la piara.



## Referencias

1. **Anónimo:** Nutrición en el verraco. Nebraska Swine Reporte. *Nebraska University Extension Service*, Lincoln, Nebraska, 1996.
2. **Cameron, R.D.A.:** Sexual developmente and semen production in boars. *Pig News and Inf*8: 389-396, 1987.
3. **D'Allaire, S., Leman, A.D., and Drolet, R.:** Optimazing longevity in sows and boars. *Swine Reproduction* 8:545-557, 1992.
4. **Ellis, W.A.:** Leptospirosis. In Diseases of Swine eds. A.D.Leman, B.E.Straw, W.L. Mengeling, S. D'Allaire, DJ. *Taylorlowa State University Press*, Ames, Iowa, pp. 529-537,1992.
5. **Flowers, W.L. and Daly, B.N.:** Managing the swine breeding herd. *Intervet Technical Report* 1: 2:-13,1989.
6. **Flowers, W.L.:** An update on artificial insemination on swine. Cooperative Extension Service Bulletin. *Michigan State University*, 1995.
7. **Flowers, W.L.:** Performance expectation of different mating systems. University of Minnesota, St. Paul,A.D. *Leman Swine Conference* 22:63-66, 1996.
8. **Flowers, W.L.:** Common issues asociated on farm A.I. use. University of Minnesota, St. Paul, A.D. *Leman Swine Conference* 23:69-73, 1996.
9. **García R. J.:** Situación práctica de la evaluación del semen. *Memorias del IV Simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina*. FUNDIBA-Universidad de Madrid. pp.75-82, 1997.

10. **Glossop, C.E.:** Diseases transmission in boar semen. University of Minnesota, St. Paul, A.D. *Leman Swine Conference*. 22:97-100, 1995.
11. **Hemsworth, P.H., Cronin, G.M., Hansen, e. and Winfield, C.G.:** The effect of two oestrus detection procedures and intense boar stimulation near the time of oestrus on mating efficiency of the female pig. *Applied Animal Behaviour Science* 12: 339-347, 1984.
12. **Hemsworth, P.H., Winfield, C.G., Tilbrook, A.J., Hansen, e. and Barnett, J.L.:** Habituation to boar stimuli: possible mechanism responsible for the reduced detection rate of oestrus gilts housed adjacent to boars. *Applied Animal Behaviour Science* 19: 255-264, 1988.
13. **Hemsworth, P.H., Hansen, C. and Winfield, C.G.:** Influence of mating conditions on the sexual behaviour of male and female pig. *Applied Animal Behaviour Science* 23: 207-214, 1989.
14. **Hemsworth, P.H., Hansen, e., Coleman, G.J. and Jongman, E.:** The influence of condition at the time of mating on reproduction of commercial pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 30: 273-285, 1991.
15. **Huiker, C.:** Diagnosis on farm problems: heat detection and insemination. University of Minnesota. St. Paul, A.D. *Leman Swine Conference*. 22:68-71, 1995.
16. **Kuge, J.P., Beran, G.W., Hill, H.T. and Platt, K.B.:** Pseudorabies. In *Diseases of Swine* eds. A.D. Leman, B.E. Straw, W.L. Mengeling, S. D'Alleire, DJ. *Taylor/owa State University Press*, Ames, Iowa, pp. 312-323, 1992.

17. **Larsson, K., Malmgren, L. and Einarsson, S.:** Exposure of boars to elevated ambient temperature, consequences for hormone secretion, sperm morphology and fertility. *Pig News and Inf* 9: 225-230, 1988.
18. **Lewis, D.G.:** Managing boars for optimum fertility. Cooperative Extension Service Bulletin. *Michigan State University, 1996.*
19. **MacMillan, A.P.:** Brucellosis: In Diseases of Swine eds. A.D.Leman, B.E.Straw, W.L. Mengeling, S. D'Alleire, DJ. *Taylor./owa State University Press, Ames, Iowa, pp. 446-453, 1992.*
20. **Martíneau, G.E:** Abortos en la cerda. *Memorias del VII Simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina.* FUNDIBA- Univ. de Madrid. pp. 233-238, 1997.
21. **Martin Rillo, S.:** Bases fisiológicas en el manejo de las hembras reproductoras. En Reproducción del Cerdo. *Division del Sistema de Universidad Abierta.* FMVZ-UNAM. México, 1996.
22. **Martínez G.R.:** Momento óptimo del servicio. *Memorias de Curso Reproducción Porcina.* Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México. pp. 20-24, 1992.
23. **Monroy, S.M.:** Estimulo de la pubertad en cerdas. *Memorias de Curso Reproducción Porcina.* Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México. pp. 9-14, 1992.
24. **Mengeling, W.L.:** Porcine Parvovirus. In Diseases of Swine eds. A.D.Leman, RE.Straw, W.L. Mengeling, S. D'Alleire, DJ. *Taylor./owa State University Press, Ames, Iowa, pp. 299-311, 1992.*
25. **Pope, W.F. and First, N.L.:** Factors affecting the survival of pig embryos. *Theriogenology* 23: 91-105, 1985.

26. **Ritter, L.:** Alternative models for boar studs .. University of Minnesota, *St.Paul,A.D. Leman Swine Conference*. 23:67-68, 1996.
27. **Soede, N.M. and Schouten, G.P.:** Effect of social conditions during rearing on mating behaviour of gilts. *Applied Animal Behaviour Science* 30:373-379, 1991.
28. **Stephano, A.H.:** Blue Eye Disease. In Diseases of Swine eds. A.D.Leman, B.E.Straw, W.L. Mengeling, S. D'Alleire, DJ. *Taylor.lowa State University Press*, Ames, Iowa, pp. 237-241, 1992.
29. **Straw, E.B.and Wilson, W.R.:** Diagnóstico de Enfermedades Porcinas.2da edición. *Pig World Inc*. St. Paul Minnesota, 1989.
30. **Swenson, S.L., Hill, H.T., Zimmerman, J.J., Evans,L.E., Landgraf, J.G., and Frey, M.L.:** Excretion of porcine reproductive and respiratory syndrome virus after experimentally induced infection in boars. *I.A. V.M.A. 204:* 1943-1948, 1994.
31. **Thacker, B.J., Larsen, R.E., Joo, H.S. and Leman, A.D.:** Swine diseases transmissible with artificial insemination. *I.A. V.M.A. 5:* 511-516,1984.
32. **Waberski, D., Weitze, K.F., Gleumes,T., Schwarz, M:, Will men, T. and Petzoldt, R.:** Effect of time of insemination relative to ovulation on fertility with liquid and frozen boar semen. *Theriogenology* 42:831-840, 1994.
33. **Zieck, A.J.:** Bases endócrinas de la reproducción. *Memorias del IV Simposium Intemacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina*. FUNDIBA- Universidad de Madrid, Madrid, pp. 5-12,1997.