

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Sincronización de estro en cerdas

Por:

Francisco Antonio Porras Nieto

MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Octubre, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Sincronización de estro en cerdas

Por:

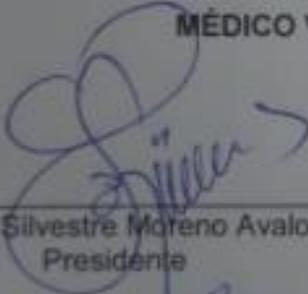
Francisco Antonio Porras Nieto

MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

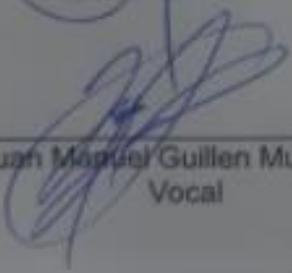
Aprobada por:



MC. Silvestre Moreno Avalos
Presidente



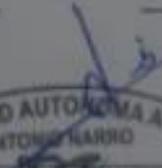
MC. Carlos Raúl Rascón Díaz
Vocal



Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz
Vocal



Dr. Oscar Ángel García
Vocal Suplente



MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Torreón, Coahuila, México
Octubre, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Sincronización de estro en cerdas

Por:

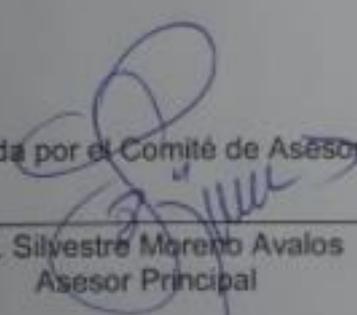
Francisco Antonio Porras Nieto

MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

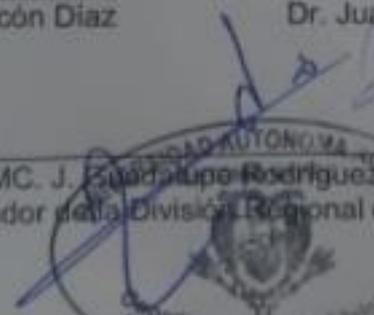
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


MC. Silvestre Moreno Avalos
Asesor Principal


MC. Carlos Raúl Rascón Díaz
Coasesor


Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz
Coasesor


MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Toluca, Querétaro, México
Octubre, 2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme este gran logro por darme la fuerza y la sabiduría para lograrlo, a mis padres, familia y amigos y a todos aquellos que depositaron su confianza en mí y que de alguna manera me ayudaron a que esto un día fuera posible; por apoyarme en cada decisión y proyecto.

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; he logrado concluir con éxito un proyecto más en mi vida, un proyecto más que en un principio podría parecer una tarea titánica e interminable, donde tuve que sortear mi suerte en una nueva ciudad, un nuevo entorno y con personas que aun que en un principio eran solo extraños tomaron un lugar importante en mi vida como estudiante y ahora en mi vida profesional.

No fue sencillo el camino, pero gracias a sus consejos, sus palabras de aliento, su amor y el apoyo he logrado concluir una más de tantas metas por completar. Gracias por hacer de esta lucha algo posible.

DEDICATORIAS

Mi tesis se la dedico a Dios a mis padres y mi hermano, gracias a su inalcanzable esfuerzo, a su apoyo y por siempre brindarme las herramientas y los recursos para poder concluir satisfactoriamente mis estudios universitarios.

Quiero dedicar también a todos mis docentes, esta tesis es un reflejo de todo su esfuerzo por buscar guiarme en el camino del conocimiento, del aprendizaje de esta bella profesión, por prepararme y darme las herramientas para enfrentar los desafíos diarios de nuestra profesión; para así, poder encararlos con sabiduría, con humildad y con respeto a la vida.

RESUMEN

Para tener una mejor tasa de preñez y poder tener a las cerda en la época del año deseado pariendo es necesario la sincronización del estro, este pretende utilizar al máximo a el animal , ya que al sincronizar el estro y por ende que entre en calor un grupo de cerdas para que se le dé servicio ya sea monta natural o inseminación artificial esta sincronización nos ayuda a saber fecha de probable parto, fecha de destete, y fecha que podría ser la venta en el ámbito zootécnico esta práctica es una de las más importantes.

Palabras Clave: Sincronización, Estro, Cerdas, Preñez, Progestágenos.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCION	1
CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS	3
PUBERTAD DE LA CERDA.....	3
DINÁMICA FOLICULAR	4
CICLO ESTRAL DE LA CERDA.....	6
PROESTRO	7
ESTRO.....	7
METAESTRO	8
DIESTRO.....	8
HORMONAS HIPOSIFIARIAS Y SU MECANISMO	9
PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN EL INTERVALO DESTETE- SERVICIO FECUNDANTE	10
FACTOR HORMONAL	10
NUTRICIÓN Y ESTADO CORPORAL DE LA CERDA.....	11
EDAD DE LA CERDA.....	12
TEMPERATURA Y FOTOPERIODO	12
FACTORES QUE LA TASA OVULATORIA	15
INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y LA OVULACIÓN	16
USO DE MACHOS VASECTOMIZADOS	16
METODOS HORMONALES.....	18
ADMINISTRACIÓN EXÓGENA DE PROGESTERONA O DE PROGESTÁGENOS	18
ADMINISTRACIÓN EXÓGENA DE PGF2A O PROSTANOIDES	21
BLOGRAFIA	22

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Variaciones de la edad a la pubertad entre diferentes razas (el estudio aisló las cerdas a los 145d de edad, después de ser destetadas a los 28 días y levantadas en grupo). El recele se realizó diariamente con un macho adulto.	4
Ilustración 2 Detección de calor.	6
Ilustración 3 Fases del ciclo estral en la cerda, (proestro, estro, mentastro, diestro) también las fases folicular y la fase luteal.	8
Ilustración 4 Intervalo destete-celo, estro-ovulación y duración del estro después del destete en cerdas primíparas y múltiparas.	16

INTRODUCCION

Una efectiva sincronización del celo ha sido la meta de muchos investigadores desde que la técnica de inseminación artificial está disponible. La administración de prostaglandina es el método más comúnmente utilizado para la sincronización de celos. Sin embargo, la detección de celo lleva mucho tiempo y mano de obra, depende de las influencias ambientales (Ej., mal piso e inclemencias climáticas) y suele ser ineficiente e imprecisa. Por lo tanto, en los últimos años se han desarrollado muchos protocolos para minimizar la necesidad de la detección de celos. El uso de progestágenos ha sido usado para extender la fase luteal, resultando en mayor cantidad de animales detectados en celos en un periodo más corto, pero con menor fertilidad. Más recientemente el uso de la hormona liberadora de las gonadotrofinas (GnRH) y estradiol han sido incorporados a los tratamientos con progestágenos resultando en aceptables porcentajes de preñez. Estas combinaciones hormonales que aseguran concentraciones circulantes elevadas de progesterona y sincronizan tanto la emergencia de una nueva onda de folículos ováricos como la ovulación son los denominados protocolos para la IA a tiempo fijo (IATF). La presencia del comportamiento del celo no tiene importancia en los protocolos de IATF. Sin embargo, es necesario revisar el conocimiento actual y corriente de la fisiología reproductiva bovina para así proponer métodos alternativos para el productor agropecuario (Colozo *et al.*, 2007).

La producción mundial porcina creció 1.6% del 2007 al 2016, en el 2017 se ubicó en el máximo histórico de 111 millones de toneladas de carne, que representa un incremento anual de 2.6% (FIRA, 2017). En el 2016 China fue el principal productor de carne de cerdo (47.9%), seguido por la Unión Europea (21.6%), Estados Unidos (10.4%) y Brasil (3.4%); en conjunto aportaron el 83.4% de la producción total (USDA-ERS, 2017). Por su parte, México solo aportó el 1.3% de la producción mundial, y se ubica en el noveno lugar, con una producción de 1.45 millones de toneladas (FIRA, 2017). El 76.5% de la producción nacional (millones

de toneladas) se concentró en los estados de Jalisco (20.7%), Sonora (17.3%), Puebla (11.9%), Yucatán (9.8%), Veracruz (8.8%) y Guanajuato (8.1%) (USDA-FAS, 2017). Actualmente las importaciones representan el 32% del consumo nacional, observándose un desabasto de la producción nacional. En este contexto, el estado de Oaxaca tiene una baja producción (27.9% de carne) y un bajo número de cabezas de ganado porcino (201 125 cerdos) (Covarrubias *et al.*, 2008).

La inseminación artificial ha demostrado ampliamente su gran aporte para el mejoramiento genético en la producción porcina. El impacto de esta técnica en la mejora de los índices de producción en diferentes partes del mundo ha sido significativo. Sin embargo, aún subsisten algunos factores que atentan contra una mejor eficiencia de la técnica y entre las que se pueden mencionar las dificultades y deficiencias en la detección de celos. La sincronización y la vista de celos son parte de las tareas previas a la inseminación (Bravo, 2015).

CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS

La cerda es un animal poliéstrico que en condiciones favorables manifiesta su actividad sexual a lo largo de todo el año. Su ciclo estral es aproximadamente de 21 días con un rango de 15 a 28 días. De acuerdo a los cambios que tienen lugar tanto en sus manifestaciones internas como externas se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro (Fuentes *et al.*, 2006).

En condiciones normales las cerdas alcanzan la pubertad entre los 6 y los 9 meses de edad con un peso vivo que oscila entre los 70 y los 90 kg. La duración del ciclo sexual o estral (intervalo de tiempo entre un celo y otro) es en la cerda de 21 días (18-24), en caso de haber fecundación este ciclo se alarga a 150-160 días aproximadamente. (115 de gestación más 30-35 de lactancia más 5-10 días de destete hasta la nueva manifestación de celo) (Bravo, 2015).

PUBERTAD DE LA CERDA

Las cerdas jóvenes afectan notoriamente la edad en que entran a la pubertad dependiendo de muchos factores. Dentro de estos, los más importantes son, la raza, interacción social (contacto con otras cerdas y/o con un macho adulto; y nutrición.

La pubertad se presenta cuando el hipotálamo pierde sensibilidad al influjo negativo de los esteroides ováricos y también presenta una maduración que le permite a la cerda manifestar las conductas de celo. Estos eventos inician alrededor de los 110 días en la cerda. El efecto raza se ha demostrado tanto para razas puras como para animales cruzados (Ilustración 1) (Christenson & Ford, 1979).

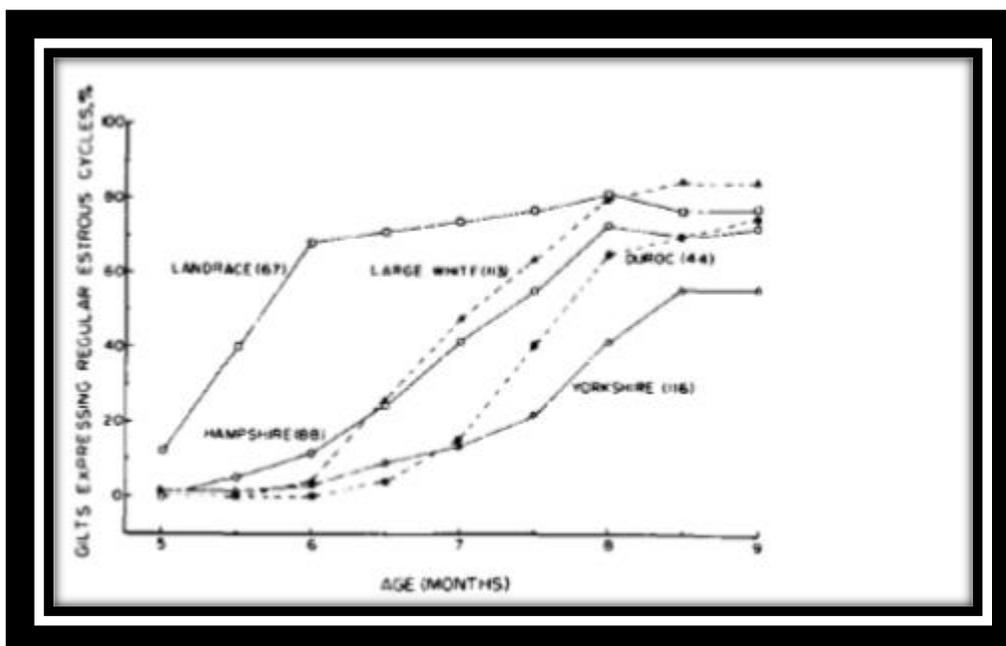


Ilustración 1 Variaciones de la edad a la pubertad entre diferentes razas (el estudio aisló las cerdas a los 145d de edad, después de ser destetadas a los 28 días y levantadas en grupo). El recele se realizó diariamente con un macho adulto. (Christenson & Ford, 1979).

DINÁMICA FOLICULAR

Inmediatamente después de la ovulación, los ovarios están en un estado de supresión debido a las altas concentraciones de estrógenos e inhibina producidos por los folículos preovulatorios. Una vez descienden los niveles de estas dos hormonas, la FSH se incrementa 1-2 días postovulación generándose el crecimiento de una cohorte de folículos que empiezan a producir inhibina disminuyendo las concentraciones de FSH. Adicionalmente empiezan a subir los niveles de progesterona (P4) que también tiene un efecto inhibitor sobre la LH y FSH. Hacia el día 10 del ciclo, los niveles de P4 llegan al máximo y el tamaño folicular permanece entre 34mm (folículos antrales) por lo que la producción de estrógenos es mínima. Solamente cuando los niveles de progesterona empiezan a caer, los folículos empiezan a crecer hasta llegar al tamaño ovulatorio de 7-8mm.

El número de folículos que entran a la fase folicular puede ser hasta de 100. El crecimiento de los folículos en esta etapa depende de la pulsatilidad de la GnRH y de la respuesta a ésta por parte de la hipófisis, de la LH y FSH. Debido a las característica poliovulatoria de la cerda, solo se considera que hay un verdadero desarrollo folicular al final del diestro e inicio del proestro y es en ese momento cuando se habla de reclutamiento folicular.

Al inicio del proestro se incrementa la frecuencia de los pulsos de LH/FSH y disminuyen su amplitud. Este desarrollo folicular es similar cuando la cerda empieza a ciclar ya sea en la pubertad o después del anestro lactacional. (Ilustración 2) También se ha demostrado la importancia de la GnRH en iniciar la onda folicular en estudios donde se administra GnRH o Gonadotropinas (en cerdas prepúberes o en anestro) lográndose llevar estos folículos hasta el estro. En estos estudios se ha demostrado que la FSH (eCG) es importante para iniciar desarrollo folicular, pero que si no se administra LH los folículos no alcanzan el tamaño ovulatorio. Cuando se presenta la luteolisis (alrededor de 9 días antes de la ovulación), la LH incrementa su pulsatilidad y de esta manera los folículos empiezan a crecer hacia la ovulación y a producir estrógenos.

El proceso de selección del grupo de folículos ovulatorios de la cohorte de 100 folículos de 35mm, no es claro. Los folículos que adquieren una mayor cantidad de receptores de LH son capaces de crecer más y empiezan a producir estrógenos e inhibina que disminuyen los niveles de GnRH, y consecuentemente de FSH. Los folículos que se quedan atrás necesitan FSH y como ésta va en disminución, estos folículos sufren atresia. Los folículos seleccionados (por la acción de la LH) siguen creciendo, produciendo estrógenos y generando una retroalimentación positiva para la LH. El proceso de selección continúa durante el proestro y finaliza con el inicio del estro donde ese número de folículos llegará a la ovulación.

La dinámica folicular en la cerda parida empieza de manera diferente ya que se encuentra en anestro lactacional. Antes del destete, la dinámica folicular se

presenta en forma de ondas. Se recluta un grupo de 20-30 folículos de 2mm por acción de la FSH, pero éstos alcanzan un tamaño máximo de 5 mm. Al destete, estos folículos continuarán su crecimiento y formarán parte del pool ovulatorio (Knox, 2005).

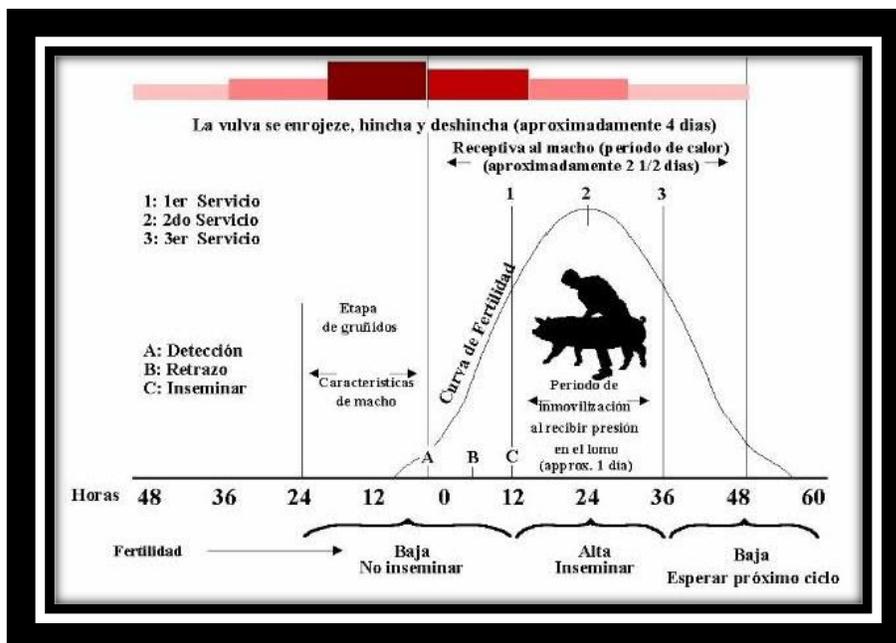


Ilustración 2 Detección de calor.

CICLO ESTRAL DE LA CERDA

El ciclo se inicia con el estro, (Ilustración 3) que se caracteriza por la receptividad sexual y que dura en promedio de 40 a 60 horas (suele ser menor en cachorras). La ovulación se produce entre 38 y 42 horas de iniciado el estro, o sea en el último tercio del celo de iniciado el celo y su duración es de unas 3-4 horas produciendo entre 10 a 22 óvulos. Al estro le sigue el metaestro o fase de formación del cuerpo lúteo, con una duración promedio de 8 días. El cuerpo lúteo se forma a partir de

las estructuras foliculares que ovularon, y tiene importancia en el mantenimiento de la gestación a través de la secreción de la denominada hormona de la gestación o Progesterona, la cual inhibe la acción de las gonadotrofinas endógenas (FSH y LH) que desencadenarían un nuevo ciclo (Bravo, 2015).

PROESTRO

Esta fase dura 2 días y las hembras comienzan a montarse entre sí, sin aceptar al macho. Comienzan a reflejarse síntomas externos como son enrojecimiento vulvar y secreciones. En algunas hembras esta fase se puede alargar excesivamente hasta por 5 ó 7 días. Internamente se desarrolla el folículo terciario en el ovario, incrementándose la secreción estrogénica e iniciándose la preparación de los órganos tubulares y de la vulva con su tumefacción característica (Fuentes *et al.*, 2006).

ESTRO

El mismo dura de 2 a 3 días, existiendo inflamación vulvar, pueden presentarse secreciones mucosas en la comisura de la vulva, la hembra gruñe con frecuencia, come poco y se muestra inquieta, se puede mostrar agresiva y lo más característico es el reflejo de inmovilidad o de quietud, el cual es aprovechado para la monta o inseminación artificial. Entre 26 y 40 horas de haber comenzado el celo debe ocurrir la ovulación, es la fase más importante del ciclo estral porque es el momento en que se realiza el apareamiento (Fuentes *et al.*, 2006).

METAESTRO

Esta fase dura alrededor de 7 días momento en que se organiza el cuerpo lúteo y comienza la producción de progesterona (Fuentes *et al.*, 2006).

DIESTRO

Dura alrededor de 9 días y se produce progesterona y si no ocurre la gestación al final comienza la regresión del cuerpo lúteo disminuyendo el nivel en progesterona circulante en sangre, comenzando la maduración de nuevos folículos y con ello el inicio de un nuevo ciclo. En relación a las fases del ciclo, son diferentes los autores que han establecido la duración de los mismos, así Newa (1961) señala que el ciclo estral de las cerdas consta de 4 fases 2,7 días el proestro, 2,4 días el estro, post-estro 1,8 días y 14 días para el diestro, Rowson (1962) difiere con respecto a la duración del diestro reportando una cifra de 19 días. En estudios realizados en cochinitas y cerdas adultas Rowson (1962) observó que el celo en las cochinitas tiene una menor duración que en las cerdas adultas, la media de duración del celo en cochinitas fue de 54 horas mientras que en las cerdas adultas fue de 70 horas (Fuentes *et al.*, 2006).



Ilustración 3 Fases del ciclo estral en la cerda, (proestro, estro, metaestro, diestro) también las fases foliculares y la fase luteal.

(Rafael, 2013).

HORMONAS HIPOSIFIARIAS Y SU MECANISMO

El mecanismo que regula el ciclo sexual determinando la duración y el fisiologismo de sus fases se sustenta por el equilibrio del sistema nervioso central y el sistema endocrino. Las formas en que estas funciones pueden manifestarse estarán muy influenciadas por las condiciones existentes en torno a estas hembras (Esbenshade, 2005).

Los estímulos que provienen del medio son captados por los órganos de los sentidos y viajan por vía nerviosa hasta el hipotálamo. Este actúa como moderador de las excitaciones recibidas a través de las sustancias especiales (Realising Factors). Estos llegan hasta la hipófisis por la vía sanguínea y la estimulan para que elabore las hormonas gonadotrópicas, llegando dichas hormonas hasta los ovarios (Esbenshade, 2005).

La FSH producida por la hipófisis a nivel del ovario estimula el crecimiento y desarrollo de los folículos y de esta forma la producción de los estrógenos que son los responsables de las manifestaciones cíclicas del celo. La LH conjuntamente con la FSH participan en la estructura de la membrana folicular para llevar a cabo la ovulación, además es la hormona que después de la ovulación estimula la formación del cuerpo amarillo (Evans & Doherty, 2005).

La LTH regula la función del cuerpo lúteo y este produce la progesterona, esta hormona es la encargada del mantenimiento de la gestación, pero si no ocurre la fecundación el cuerpo amarillo involucre hasta quedar como un punto en la superficie del ovario, reiniciándose un nuevo ciclo estral (Evans & Doherty, 2005).

Todos estos fenómenos están controlados por la acción hipotalámica que actúa como centro de la actividad sexual, a través del sistema endocrino mediante un mecanismo de retroalimentación denominado Fee-Back (L,1987).

Cuando la titulación de estas hormonas es alta en sangre entonces se activa a nivel del hipotálamo la liberación de los factores que cesan la producción de éstas, activándose la de otras, quiere decir que una vez que los estrógenos se elevan en su máximo nivel esta tasa estrogénica en sangre es la que actúa en el hipotálamo para que cese su producción y entonces comience la producción de la progesterona por parte del cuerpo lúteo. A la luz de los conocimientos actuales se sabe que la progesterona es la hormona que desempeña el papel fundamental en la regulación de las funciones sexuales de la hembra (Esbenshade, 2005).

PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN EL INTERVALO DESTETE-SERVICIO FECUNDANTE

FACTOR HORMONAL

En general una cerda no puede volver a presentar celo e iniciar una nueva gestación hasta que sea destetada. Luego del parto, la cerda entra en un período de quietud reproductiva o anestro de lactancia, estimulado por la acción de mamar de los lechones (Ortiz & Becerril, 2015).

El reflejo de succión tiene una influencia inhibitoria en la liberación de hormonas liberadoras de gonadotrofinas (GnRH) del hipotálamo, dando como resultado una inhibición en la liberación de gonadotrofinas foliculoestimulante y luteinizante (FSH y LH) y por lo tanto un bloqueo de la función reproductora (Kotwika & Franczak, 1996).

La importancia del amamantamiento como factor primario en la inhibición de la secreción de LH está demostrada. Si a la madre se le retira la camada inmediatamente después del parto, las secreciones de LH se mantienen activas, dando lugar a un desarrollo folicular que puede asociarse con la 7 observación de

celo. Sin embargo en muchos casos el perfil de desarrollo folicular es anormal, lo que da lugar a que no aparezca la ovulación (Aguilar et al., 2004).

Es así que las lactancias de corta duración (menor a 21 días) están relacionadas con serios desequilibrios endócrinos en el posdestete. En el destete precoz el eje hipotálamo-hipofisario-gonadal no se equilibra y la funcionalidad ovárica y uterina están limitadas (Willis et al., 2003). Además la involución uterina se completa alrededor del día 21 después del parto (Aguilar et al., 2004).

NUTRICIÓN Y ESTADO CORPORAL DE LA CERDA

Es conocido que el estado corporal de la cerda al destete afecta el tiempo que demora en retornar al celo. Por este motivo es fundamental contemplar estos cambios de requerimiento y manejar una correcta alimentación, para evitar así un deterioro excesivo de la condición corporal y el agotamiento de sus reservas, que puede desencadenar en un anestro posdestete temporal o permanente (Bard *et al.*, 2010).

Dentro de los componentes de la dieta, el que está más relacionado con la tasa de ovulación es la energía. Aquí es necesario hacer una diferencia entre el efecto en cerdas jóvenes (primíparas, que aún se encuentran en crecimiento y tienen menor capacidad de ingestión) y multíparas (Van den Brand *et al.*, 2000). Existe una técnica de alimentación nombrada “flushing” en la cual durante 14 días antes de la aparición de celo se realiza una sobrealimentación principalmente energética, para aumentar la cantidad de óvulos liberados (Barlocco, 2013).

El espesor de grasa dorsal en las hembras no es simplemente una reserva de energía, si no que juega un importante papel en el transporte de estrógenos en la sangre, hormonas que estimulan la foliculogénesis y por lo tanto mejoran la fertilidad y productividad de las cerdas con mayor condición corporal (Mota & Ramírez, 2014).

EDAD DE LA CERDA

Varios autores afirman que a medida que aumenta el número de partos aparece un retorno más rápido al estro, observando que cuando se destetaban cerdas luego del primer parto, el 25,4 % de ellas retornaban al celo dentro de los nueve días posdestete, elevándose esa cifra al 55,3 % después del sexto parto (Trolliet, 2005).

TEMPERATURA Y FOTOPERIODO

La especie porcina es muy sensible al aumento de la temperatura, ya que sólo pierde calor por conducción (revolvándose en superficies húmedas) o convección (movimientos de aire) y no por evaporación cutánea, ya que los cerdos no tienen casi glándulas sudoríparas. Su organismo responde en forma de polipnea (aumento de la frecuencia respiratoria), incremento de la temperatura corporal (>39.8 °C), disminución del consumo de alimento y de la velocidad de crecimiento en animales jóvenes. La zona de bienestar térmico para las reproductoras porcinas se encuentra entre los 16 y 18 °C, humedad relativa ambiental entre el 60 y 90 % y una velocidad del aire de 0,20 m/s.

Si la temperatura del animal permanece por encima del nivel superior de confort térmico aparece la hipertermia o estrés térmico, con sus repercusiones sobre la reproducción y la productividad. No todos los animales responden de la misma manera a la temperatura; las razas locales están generalmente mejor equipadas para la termorregulación, mientras que los animales de alta producción tienen que evacuar más calor metabólico (Falceto & Bascuas, 2004).

El cerdo doméstico (*Sus scrofa domestica*) no es verdaderamente estacional y puede reproducirse todo el año, siendo en el verano tardío y comienzo del otoño cuando las variables reproductivas presentan los valores menos favorables, época en la que su ancestro, el cerdo silvestre europeo (*Sus scrofa*), manifiesta su periodo de anestro. Los problemas de infertilidad en cerdos debido a las altas temperaturas ocurridas en los meses de verano han sido ampliamente reportados por la bibliografía, estando asociada al estrés térmico que sufren los animales bajo estas condiciones (Ambrogi, 2000).

La existencia de temperaturas elevadas provoca un aumento de la temperatura corporal de los animales, afectándose la fertilidad en machos y hembras, así como la implantación embrionaria, traduciéndose esto en pérdidas relacionadas a la reproducción. Martínez (1998) cita un límite de 27 °C a partir del cual comienzan a aparecer problemas en la expresión del celo y la tasa de ovulación. Quiles y Hevia (2007) mencionan que temperaturas mayores a 25 °C provocan un retraso en el retorno al celo posdestete. El incremento de los días de retorno al celo después del destete durante la época de calor estaría asociado a la reducción del apetito y a limitaciones del alimento durante la lactación.

Debido a las altas temperaturas, se reporta una disminución del consumo en las cerdas lactantes, encontrando que por cada grado que se eleva la temperatura por

encima de 16 °C, la cerda disminuye el consumo de alimento en 170 g/día (Ambrogi, 2000).

El aumento de la temperatura retrasa además la aparición de la madurez sexual. Ello está ligado en parte a una velocidad de crecimiento limitada por el bajo nivel de ingestión de alimento. La mayoría de los autores coinciden en que la pubertad de las cerdas se retrasa en verano a causa de las altas temperaturas; pero si se tiene en cuenta el fotoperiodo, las hembras nacidas en primavera manifiestan más tempranamente la pubertad que las nacidas en otras estaciones (Quiles y Hevia, 2007), porque a medida que los días se hacen más largos se acorta la edad a la pubertad. Esta relación parece estar influida por la glándula pineal, a través de la mayor o menor síntesis de melatonina (Falceto & Bascuas, 2004).

Por lo tanto la temperatura como el fotoperiodo son variables que influyen en el desempeño reproductivo de los animales y que toman mayor relevancia en la cría a campo, si bien existen manejos que apuntan a mitigar sus efectos (Ambrogi, 2000).

Es precisamente en estos sistemas donde la temperatura y la radiación solar son las principales responsables del aumento del IDSF, con la consecuente disminución de los partos por año. Braun et al. (2008) observaron que las cerdas expuestas a altas temperaturas al aire libre expresaron mejores resultados cuando el efecto climático se minimizó con instalaciones que permitieran disipar el calor corporal (Ambrogi, 2000).

FACTORES QUE LA TASA OVULATORIA

La tasa de la ovulación depende del número de folículos reclutados y de la selección folicular. Así mismo depende de la raza, época del año, edad, nutrición. Los reportes de tasa de ovulación son muy variados, pero generalmente se reportan entre 10-20 ovulaciones. La tasa ovulatoria en cerdas primerizas puede ser de 12-14 mientras que la cerda múltipara puede ser mucho mayor (18-20) (Ilustración 4) (Jiménez, s.f.).

La FSH tiene que mucho que ver en la tasa de la ovulación. Se ha demostrado que las cerdas con mayor tasa ovulatoria tienen niveles más elevados de FSH en la fase luteal tardía asociando estos cambios a una mayor cantidad de folículos reclutados (Knox et al., 2003). Los estudios donde se tratan cerdas con FSH muestran que se incrementa el número de folículos reclutados, pero no la tasa ovulatoria, debido a la falta de LH. Por esta razón los tratamientos con eCG (contiene FSH y un poco de LH) proveen mejores resultados e incrementan la tasa de ovulación (Guthrie, 2005).

La ciclicidad de la cerda generalmente se ve interrumpida durante la lactancia. Este fenómeno ha sido utilizado en producción porcina para controlar el servicio de la cerda postdestete (que generalmente se da entre 4-7 días postdestete). El celo se presenta en promedio 93 a 118 h después del destete y la duración del mismo es de 37.0–40.6 h. A pesar de que varios estudios indican que la cerda primípara presenta intervalos más prolongados, esto no parece ser significativo a menos que haya problemas de nutrición (Jimenez, s.f.).

	Primíparas	Múltiparas
Destete-estro	112.3 ± 2.6h	115.2 ± 26.4h
Estro-ovulación	37.3 ± 1.7h	37 ± 2.1h
Duración del estro	46.3 ± 2.2h	56 ± 7.9h

Ilustración 4 Intervalo destete-celo, estro-ovulación y duración del estro después del destete en cerdas primíparas y múltiparas.

(Madej et al., 2005).

INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y LA OVULACIÓN

Existen distintos métodos naturales y hormonales de inducción y sincronización de la ovulación:

- Método natural o efecto macho.
- Métodos hormonales.

(Alvarado & Angeles-Martin, sf.).

USO DE MACHOS VASECTOMIZADOS

Este manejo del semental se puede clasificar de tres formas:

Contacto Directo, este manejo se realiza introduciendo al semental o macho vasectomizado tres veces al día durante 20 minutos a los corrales donde se encuentran el grupo de hembras a sincronizar.

Por contacto indirecto; en este caso las hembras no están en contacto directo y solo se comunican por una ventana colocada entre el corral de los sementales y

los corrales de las hembras. En otros casos los corrales se encuentran localizados frente a frente de tal modo que el contacto es visual.

Paseo del Semental; Los machos son sacados de su corral y se trasladan hacia el área donde se localizan las hembras que serán sincronizadas para que durante 20 minutos y por tres veces al día los sementales estimulen y detecten la presencia de calores.

Manipulación de la lactancia; Existen diferentes métodos tales como destete temprano y el destete parcial.

Destete Temprano: Es cuando los lechones se les desteta entre los 10 – 21 días de edad, contemplándose un programa de inmunización a la madre y la medicación temprana para los lechones durante la lactancia.

Destete parcial: Es cuando a los lechones más pesados se les desteta una semana antes del destete, quedándose con la madre durante toda la lactancia solo los lechones ligeros. Ambos sistemas de manejo del destete ofrecen el efecto de la sincronización del estro y para el segundo caso permite además igualar el peso de los lechones, elevando con ello la supervivencia al destete.

Estrés espacio alimento: Este manejo se lleva a cabo reuniendo un lote de cerdas (de 10 a 15 hembras) en un corral cuyas dimensiones provoquen hacinamiento y espacio reducido por animal. A su vez, durante los primeros tres días se les suspende el alimento recibiendo solamente agua a libre consumo. Al cuarto día se le proporciona alimento a libre consumo para que al quinto día retornen a la cantidad de alimento habitual en la granja, Con este método la aparición de cerdas en estro se inicia entre el octavo y doceavo día, con una tasa de cerdas en calor del 85 % (Alvarado & Angeles-Martin, INIFAP-SAGAR).

METODOS HORMONALES

Las bases fisiológicas de las que parten todos los tratamientos farmacológicos son:

1. Simular una fase luteal mediante la administración exógena de progesterona o de progestágenos, durante un tiempo suficiente para permitir la regresión del CL, lo que permite la sincronización de celos de los animales después de retirado el tratamiento. En animales en anestro se puede provocar la inducción y sincronización al añadir a estos tratamientos una dosis de eCG.
2. Acelerar la regresión del cuerpo lúteo mediante la administración exógena de PGF2 α o prostanoides análogos y con ello una nueva ovulación y un nuevo ciclo, presentando como requisito que las hembras estén en estación sexual y en fase luteal, esto es, deberán presentar un CL activo. Las distintas especies responden a los tratamientos de diferente forma y es importante conocer la naturaleza de estas diferencias para obtener buenos resultados, ya que existe una variada metodología y protocolos de administración.

(Alvarado & Angeles-Martin, INIFAP-SAGAR).

ADMINISTRACIÓN EXÓGENA DE PROGESTERONA O DE PROGESTÁGENOS

Uno de los objetivos en la producción porcina es inducir la pubertad en cerdas prepúberes con el fin de adelantar la salida en celo de la cerda nulípara antes de lo que lo haría fisiológicamente, a diferencia del tratamiento del anestro prepuberal en el que se induce la salida en celo a una nulípara que por peso y edad ya debía ser púber. La efectividad de la estimulación precoz de la pubertad depende de la

edad de la hembra y del tiempo de aplicación; la pubertad, y la siguiente ciclicidad, solo podrán obtenerse de forma satisfactoria cuando el eje hipotálamo-hipófisis-ovarios esté lo suficientemente maduro y por supuesto capaz de responder a los estímulos. En algunas situaciones es posible inducir la pubertad a los 160-165 días de edad, mediante el uso de gonadotropinas (eCG y hCG). El tratamiento que se aplica más frecuentemente consiste en la administración de una sola inyección de 400 UI de eCG y 200 UI de hCG por su facilidad de aplicación y reducción del manejo; pero la ovulación también se puede inducir mediante la administración de 500-1250 UI de eCG seguida a las 48 – 96 horas de una dosis de 500-750 UI de hCG. Resulta probable que este sistema no produzca una ciclicidad regular y la hembra regrese a su estado prepuberal.

Otro sistema para incrementar la eficiencia reproductiva de ganado porcino se basa en administrar tratamientos a cerdas en período de anestro verdadero (estacional, prepuberal y post-destete) y que presentan niveles bajos o intermedios de estradiol y niveles basales o bajos de progesterona.

En el caso de las hembras porcinas la domesticación y una selección intensiva han conducido a cambios en los patrones reproductivos. A diferencia del jabalí, la cerda manifiesta una ciclicidad estral que abarca la totalidad del año (poliéstrica continua). No obstante, es un hecho conocido que en verano y durante el primer tercio del otoño, la función reproductiva de las granjas porcinas se resiente (“anestro estacional”).

El tratamiento hormonal de elección sería el empleo de gonadotropinas: 400 UI de eCG y 200 UI de hCG. Un tratamiento semejante se lleva a cabo en el anestro prepuberal, propiamente dicho, que se define como la ausencia de signos de celo en cerdas de 8 o más meses de edad, que presenta niveles estrogénicos bajos o intermedios y los niveles de progesterona son bajos.

El tratamiento de las cerdas que están en anestro post-destete, es decir, cuando transcurridos 10 días desde la fecha de separación de la camada aún no ha mostrado síntoma alguno de celo, también se basa en el empleo de gonadotropinas (eCG y hCG).

No obstante, hay otras situaciones que conducen a una manifestación clínica de “no celo” y que tampoco corresponden con un anestro verdadero; de manera que se pueden producir ovulaciones durante la lactación no acompañadas de celo. En este caso la cerda estaría en fase luteal (con niveles altos de progesterona) y no habría que tratarla, simplemente esperar a un nuevo celo o realizar una sincronización de celo administrando progestágenos (Altrenogest), durante 18 días, a dosis de 15 – 20 mg por día mezclada con el alimento. Opcionalmente, se pueden aplicar gonadotropinas (eCG y hCG) a las 24 horas de la última administración de altrenogest (Allyl-trembolona), el celo se producirá de 3 a 5 días después de la retirada del progestágeno. Otra situación susceptible de producirse es que aparezcan celos silentes tras el destete (subestro). En estos casos el cuerpo lúteo se ha formado y la cerda tiene niveles altos de progesterona en sangre circulante; el tratamiento aconsejado sería administración de progestágenos más gonadotropinas.

Para la sincronización del celo tanto en cerdas nulíparas como en multíparas se emplean actualmente progestágenos (altrenogest) administrados por vía oral junto con el alimento, durante 18 días. La acción de los progestágenos consiste en bloquear la descarga hipofisaria cíclica de LH con lo que se retrasa la aparición del celo y la ovulación hasta pasados unos días de la supresión del tratamiento (4-8 días). Si el tratamiento se realiza durante la fase luteínica, los progestágenos continúan el curso de ésta, y si es de una duración adecuada, a la retirada se presenta el inicio de la fase folicular (URL, s.f.).

ADMINISTRACIÓN EXÓGENA DE PGF2A O PROSTANOIDES

Es importante destacar que, en el caso de la cerda, al contrario que en los rumiantes, el cuerpo lúteo es muy insensible a la PGF2 α y ésta solo ejerce su efecto luteolítico entre los días 12^o y 16^o del ciclo estral. Por esta razón, no es un sistema utilizado habitualmente para sincronizar el estro en las explotaciones de ganado porcino (URL, s.f.).

BLOGRAFIA

1. Aguilar VR, Molina CI, Valladares AM. (2004). Evaluación del comportamiento reproductivo pre y pos-destete en cerdas mediante determinación de niveles de progesterona en leche y sangre. Bachelor thesis, Universidad de El Salvador.
2. Alvaro A., & Angeles Martin. (INIFAP-SAGAR). PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PRODUCCION PORCINA. LA POSTA . http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=528.
3. Ambroggi A. (2000). PROBLEMAS REPRODUCTIVOS ESTACIONALES EN SISTEMAS AL AIRE LIBRE EN ARGENTINA. INTA, 6-13.
4. Bard C, Estienne, Jehanrin C, Peltorimi O. (2010). Seasonal infertility in sows; a five year study to analyse to relative roles OF HEART STRESS. THERIOTEC, 60-66.
5. Barlocco N. (2013). Producción de lechones en sistemas al aire libre. Claves para mejorar los índices reproductivos. Montevideo, Facultad de Agronomía. Comisión Sectorial de Educación Permanente. 96 p.
6. Bravo O. (2015). PAUTAS PARA EL MANEJO REPRODUCTIVO DE LAS CERDAS. SITIO ARGENTINO DE PRODUCCION ANIMAL. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-reproduccion_IA_porcinas/41-Pautas.pdf
7. Christenson R., & Ford J. (1979). Puberty and estrus in confinement-reared gilts. ANIM SCI, 743-51.
8. Colozo M, Mapletoft, Martinez M, & Kastelic J. (2007). El uso de tratamientos hormonales para la sincronizacion el celo y la ovulacion en vaquillonas. general plco. la palma argentina.
9. Covarrubias J., Garcia E., & Peralta I. (2008). Introduccion y sincronizacion del estreo con hormonas exogenas y bioestimulacion sexual en cerdas multiparas al destete. abanico veterinario, 88-97.
10. Esbenshade K. (2005). Secretos y ciencias del ciclo estral. Porcinocultura. National Hog Farmer.

11. Evans, A., & Doherty. (2005). Cambios endocrinos y factores de manejo que afectan la pubertad en primerizas. Asociación Argentina de Productores de Porcinos. *Livestock Production Science* , 1-12.
12. Falceto & Bascuas. (2004). El anestro como causa de esterilidad en la cerda. *Porci*, 33-52.
13. Fuentes C., Perez G., Suarez Y., & Soca M. (2006). CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS DE LA CERDA . INFLUENZA DE ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES Y NUTRICIONALES. *REDVET*, 1-36.
14. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA; 2017). Panorama Agroalimentario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial; Carne de cerdo 2017. Disponible en: <http://www.ugrpg.org.mx/pdfs/Panorama%20Agroalimentario%20Carne%20de%20cerdo%202017.pdf>
15. Guthrie. (2005). The follicular phase in pigs: follicle populations, circulating hormones, follicle factors and oocytes. *anim.sci.*, 79-89.
16. Jimenez. (s.f.). FISILOGIA DE CICLO ESTRAL DE LA CERDA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMB.
17. Knox RV., Vatzias G., Naber CH., Zimmerman DR. (2003). Plasma gonadotropins and ovarian hormones during the estrous cycle in high compared to low ovulation rate gilts. *J. Anim. Sci.* 81: 249–260.
18. Knox. (2005). Recruitment and selection of ovarian follicles for determination of ovulation rate in the pig. *domest.anim.endocrinol*, 385-397.
19. Kotwika, & Franczak. (1996). Lactación y anestro lactacional. *Porci*, 35.
20. L., H. (1987). *Biología de la reproducción Porcina*. 2da Edición. La Habana. : Editorial Científico Técnico.
21. Madej A., Lang A, Brandt Y, Kindahl H, & Madsenc . (2005). Factors regulating ovarian function in pigs. . *Domestic Animal Endocrinology*, 347-361.
22. Martínez R. (1998). Principales factores que afectan la reproducción en el cerdo. (En línea). *Cien. Vet.* 8: 187-222. Consultado 6 mar. 2016. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol8/CVv8c6.pdf>.

23. Mota, & Ramirez. (2014). Efectos de la pérdida de grasa dorsal y peso corporal sobre el rendimiento reproductivo de cerdas primíparas lactantes alimentadas con tres dif dietas. REV. CIENC., 13-19.
24. Ortiz, R., & Becerril. (2015). Efectos ambientales en cerdas sometidas a lactancias de 12 y 21 días en México: rasgos del comportamiento reproductivo. Rev. COM. PROD., 49-62.
25. Quiles A., Hevia ML., (2004). Producción porcina intensiva. Barcelona, Editorial Agrícola Española S.A. 158 p.
26. Rafael. (2013). Fases del ciclo estral de la cerda. ENGORMEX.
27. Trolliet. (2005). Productividad numérica de la cerda factores y componentes que lo afectan. universidad de rio de cuarto. cordoba, 39.
28. URL.(s.f.).<https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/panorama%20documentos%20multimedia/PAM251%20VETERINARIA%20INDUCCION%20DEL%20ESTRO.pdf>.
29. USDA-FAS. Livestock and products semi-annual México, March (2017). Fecha de consulta: 26 febrero de 2018. Disponible en: Disponible en: <https://www.fas.usda.gov/data/mexico-livestock-and-products-semi-annual-1>
30. Van den Brand H. Soede NM. Kemp B. (2000). Dietary energy source at two feedings levels during lactation of primíparas sows; II. Effects on periestrus hormone profile and embryonal survival. J. Anim. Sci. 78: 405-411.
31. Willis HJ., Zak LJ., Foxcroft GR. (2003). Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primíparas sows. J. Anim. Sci. 81(8): 2088-102.