

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Comportamiento sexual de la cerda.

Por:

HOMERO CASTRO XOCHITLA

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Comportamiento sexual de la cerda.

Por:

HOMERO CASTRO XOCHITLA

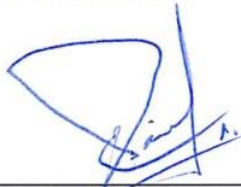
MONOGRAFÍA

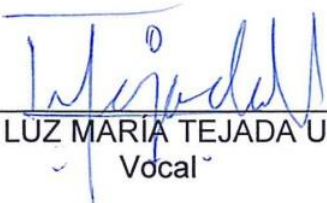
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


DRA. ILDA G. FERNÁNDEZ GARCÍA
Presidente


DR. JOSÉ MONCEBÁEZ Y PÉREZ
Vocal


DRA. LUZ MARÍA TEJADA UGARTE
Vocal


DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ
Vocal Suplente

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Octubre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Comportamiento sexual de la cerda.

Por:


HOMERO CASTRO XOCHITLA

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



DRA. ILDA G. FERNÁNDEZ GARCÍA
Asesora Principal



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Octubre 2018

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Sra. Ediberta Xochitla Gatica y Sr. José Castro Morales por ser mi inspiración en todo momento, y porque gracias a ellos y a sus consejos cumplí mi sueño de ser Médico Veterinario Zootecnista.

A mis hermanos, Onorio Castro, Leonel Castro, Martha Elena Castro, Filadelfo Castro, Paula Castro, José Manuel Castro, Sandra Cecilia Castro, Juan Jesús Castro, Joel Eloy Castro y Alvino Tornés por su apoyo incondicional y nunca abandonarme, Gracias por ser mi motor durante este trayecto.

A mis primos y cuñados, por haberme apoyado en todo este tiempo y creer en mí siempre.

A mi Alma Mater, *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*, por la oportunidad de realizar mis estudios, y por las herramientas brindadas para cumplir con mi meta.

A mis maestros, por sus enseñanzas, regaños, consejos, por transmitirme sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi formación profesional.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, por apoyarme en todo momento en mis estudios, por los consejos brindados, los regaños, por nunca dejarme solo en todo momento que los necesité. En especial a mi madre que, aunque no está estuvo presente durante mis estudios profesionales fue mi inspiración para salir adelante, por su apoyo para no rendirme y ser mejor persona para con mis compañeros y maestros.

RESUMEN

El comportamiento sexual consiste en una secuencia de eventos de cortejo entre el macho y la hembra que culminan con el apareamiento. El objetivo de la presente revisión es describir las conductas del comportamiento sexual en la cerda y determinar los factores que influyen en el inicio de su actividad sexual, así como los que se presentan en el post-parto con la finalidad de identificar el momento óptimo para la monta y/o inseminación artificial. En el comportamiento sexual de los mamíferos la atractividad, la proceptividad y la receptividad son los tres componentes principales, estas conductas de comportamiento son controladas por el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas que controlan la reproducción. El sustento de las unidades de producción porcina depende de su capacidad de reproducción, de ahí que el comportamiento sexual y los factores que lo afectan son determinantes para los sistemas de producción. Además, existen los factores internos y externos que perjudican a la cerda desde el inicio de la actividad sexual y durante su vida reproductiva, con el propósito de contrarrestar dichos factores se hace necesario identificar las conductas sexuales desplegadas por el macho y la hembra para una mejor detección de estro en las cerdas para monta o inseminación artificial logrando así una producción eficiente de la piara.

Palabras clave: *Sus scrofa domesticus*, Comportamiento sexual, Atractividad, Proceptividad, Receptividad.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Características generales de los cerdos	4
2.1.1 Características productivas de las razas de cerdos	4
3. Fisiología de la reproducción	6
3.1 Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas.....	6
4. Ciclo estral	8
5. Hormonas vinculadas a la reproducción.....	11
5.1 Leptina.....	11
5.2 Hormona folículo estimulante (FSH).....	11
5.3 Hormona luteinizante (LH)	12
5.4 Estrógenos	12
5.5 Progesterona.....	13
6. Pubertad	13
6.1 Factores que influyen en el inicio de la actividad sexual de la cerda	14
6.1.1 Presencia del macho.....	14
6.1.2 Estación de nacimiento y temperatura	15
6.1.3 Raza	16
6.1.4 Ambiente social	16
6.1.5 Nutrición	17
6.1.6 Manejo.....	19

7. Reinicio de la actividad sexual post parto	24
8. El comportamiento sexual de la cerda	26
8.1 Atractividad	26
8.2 Proceptividad	27
8.3 Receptividad	28
9. Comportamiento sexual del macho.....	31
9.1 Cortejo	31
9.2 Monta.....	32
9.3 Penetración y eyaculación (cópula)	32
9.4 Factores que afectan el comportamiento sexual del macho.....	35
9.4.1 Factores socio-sexuales	35
9.4.2 Inhibición psicomotriz.....	36
10. Detección de estro e Inseminación artificial	37
11. CONCLUSIÓN.....	41
12. LITERATURA CITADA.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Características productivas de algunas razas de cerdos. (Tomado de Arellano, 2009).	5
Cuadro 2 Influencia de la raza en la presentación del estro en cerdas. (Tomado de Christenson, 1981).	16

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1	5
Razas de cerdos que son frecuentemente utilizadas en la producción porcícola: a) Landrace, de color blanco en su totalidad, largos y con orejas dirigidas hacia adelante; b) Yorkshire, cuerpo largo, ancho y profundo, de color blanco y con orejas erectas; c) Pietrain, color overo-negro con orejas de tipo asiático; d) Duroc, de color rojo amarillento o rojo oscuro, orejas erectas en la base y con una inclinación hacia adelante, y e) Hampshire, de color negro con una franja que rodea el cuello abarcando los miembros anteriores y orejas de tipo asiático. (Tomado de Arellano, 2009).	
Figura 2	7
Resumen de las interacciones hipotálamo-hipofisario-ováricas: las neuronas hipotálamicas secretan GnRH en el sistema portahipofisario. Las células de la adenohipófisis estimuladas por el GnRH secretan LH y FSH. La LH estimula las células de la teca interna del folículo para que secreten estradiol, hormona que por retroacción negativa controla la secreción del GnRH y la LH. La misma función tiene la progesterona, hormona secretada por el cuerpo lúteo bajo la influencia de la LH. La FSH estimula las células de la granulosa para que secreten la inhibina y folistatina, hormonas que por retroacción negativa controlan secreción de FSH (Tomado de Klein, 2013).	
Figura 3	10
Cuando inicia el estro la cerda presenta signos conductuales físicos: durante el proestro en la fase de atractividad la cerda busca al macho pero no permite la monta, en la proceptividad la cerda establece contacto con el macho y la vulva se muestra hinchada, cuando la cerda está en estro o fase receptiva esta permite la monta (A) (Tomado de Houpt, 2018). Etapas de la foliculogénesis: inicia como folículo primordial (a) pasa a folículo secundario (b) se induce por el aumento de la FSH, que es seguido por la expansión del folículo secundario hacia el folículo terciario (c) y luego a la folículo ovulatorio (d), esto se acompaña del aumento de P4, que está involucrado en el aumento de E2 que inicia la rápida liberación de LH, que da como resultado la ruptura del folículo, evento conocido como ovulación (e) (B) (Tomado de Jarrett y Ashworth, 2018). Perfil de las principales hormonas reproductivas durante el ciclo estral, los niveles hormonales relativos muestran los cambios hormonales dentro del ciclo; Las concentraciones de E2 están en pg/ml mientras que P4 y LH están en ng/ml (C) (Tomado de Kyriazakis y Wittemore, 2006).	

Figura 4	Factores que pueden afectar la reproducción en las cerdas alojadas en grupo: Los factores de manejo en los cerdos como el tamaño de grupo, espacio por animal y sistema de alimentación pueden llegar a ocasionar un comportamiento agresivo llevado a cabo por animales dominantes o de mayor jerarquía social que ocasionan en las subordinadas un bajo apetito y aumento del cortisol causando estrés que afecta el éxito reproductivo de la cerda (Tomado de Salak-Johnson, 2017).	22
Figura 5	Relaciones endocrinas postparto que muestran la retroacción positiva del amamantamiento sobre la secreción activa de prolactina al inicio de la lactancia que tiene un efecto sobre la hipófisis anterior provocando una retroacción negativa en la secreción de gonadotropinas que junto con la involución incompleta del útero lo que provoca que la actividad sexual se vea pausada en este periodo (Tomado de Hafez y Hafez, 2000).	25
Figura 6	Secuencia del comportamiento sexual en el cerdo: (a) durante la atractividad la cerda inicia la búsqueda del macho hasta establecer contacto cabeza a cabeza; (b y c) al hacer contacto con el cerdo se da la fase de proceptividad o cortejo donde el cerdo olfatea a la cerda desde los costados hasta llegar a la vulva; (d) el macho realiza intentos de monta que al final concluyen con la respuesta receptiva de la cerda (e) aceptando la monta con intromisión (Tomado de Signoret <i>et al.</i> , 1975; Houpt, 2018).	30
Figura 7	Patrones sexuales en bovinos, ovinos y caprinos: el comportamiento de cortejo en los rumiantes inicia con el olfateo de la vulva de la hembra por parte del macho, al oler la secreción el macho presenta el signo de flehmen comprobando que la hembra esta en estro, luego el macho empuja y pateo a la hembra para después hacer intentos de monta que culminan con la cópula (Tomado de Houpt, 2018).	34
Figura 8	Detección de estro en la cerda: a) paseo del verraco en el pasillo adyacente para estimular a la cerda, b) la cerda presenta aumento en su actividad motora al observar al verraco, c) para después presentar una respuesta de inmovilidad a la presión del lomo por parte del técnico, d) y al final ser inseminada mediante la técnica intrauterina (Tomada de Granja San Alberto, Navojoa, Sonora, 2018).	40

1. INTRODUCCIÓN

La producción nacional de carne de cerdo registró en 2017 una producción de 1.4 millones de toneladas en canal, ubicando a México en el noveno lugar de producción a nivel mundial. Los estados donde se registró mayor producción de carne de cerdo fueron: Jalisco, Sonora, Puebla, Yucatán y Veracruz (SIAP, 2017). En cuanto al número de animales en pie, en 2017 se registró un total de 19.8 millones de cabezas a nivel nacional. En el mismo año el consumo en el país fue de 2.3 millones de toneladas de carne de cerdo, ubicándolo en el octavo lugar de consumo a nivel mundial (SIAP, 2017).

Los sistemas de producción intensivo demanda una eficiencia reproductiva crucial para la sostenibilidad de cualquier unidad de producción porcina, durante este tiempo existen factores que afectan su rendimiento individual perjudicando la productividad de toda la vida de la cerda (Graves, 2015).

En producción porcina, el comportamiento animal contribuye a mantener el medio interno con el externo para lograr la sobrevivencia animal. En cambio, el comportamiento sexual y reproductivo conlleva a la perpetuación de genes, mediante la unión del espermatozoide con el óvulo (Hemsworth, 1985).

El comportamiento sexual consiste en una secuencia de eventos en respuestas a estímulos específicos que culminan con el apareamiento, conocer el comportamiento sexual es importante en todas las especies de animales y la importancia radica no solo en mantener niveles adecuados de libido en los animales reproductores, sino también en controlar los diversos aspectos que pudieran modificarlo o alterarlo (Haupt, 2018).

En esta monografía se presentan los conceptos para describir el comportamiento sexual en la cerda, como la atractividad o atracción, la proceptividad y la receptividad, además de como hacer buen uso de dichos conceptos para una adecuada detección de estro y una buena inseminación.

OBJETIVO

El objetivo de la presente revisión es describir las conductas del comportamiento sexual en la cerda y determinar los factores que influyen en el inicio de su actividad sexual, así como los que se presentan en el post-parto con la finalidad de identificar el momento óptimo para la monta y/o inseminación artificial.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características generales de los cerdos

El cerdo, es una subespecie de mamífero artiodáctilo, monogástrico, biungulado y omnívoro perteneciente a la familia Suidae. Su nombre científico es *Sus scrofa domesticus* o *Sus domesticus*. Es un animal doméstico usado en la alimentación humana. Su domesticación se inició en el Medio Oriente hace 13 000 años. El cerdo, tienen piel gruesa escasamente cubierta por pelo grueso, en ocasiones presenta crin y pelos en la punta de la cola. Las hembras cuentan con 6 pares de mamas. Su cabeza es larga y puntiaguda, cuello corto, y cuerpo robusto en forma de barril. El hocico terminal es móvil y truncado distalmente con un cartílago terminal en forma de disco, utilizado para remover el suelo en busca de alimento. Su fórmula dental es: $(I3/3, C1/1, PM4/4, M3/3) \times 2 = 44$. Los colmillos son más prominentes en los machos. En las formas salvajes los colores varían entre el negro, gris oscuro y café (Álvarez y Medellín, 2005). Las cerdas no tienen una variación estacional marcada en la presentación del estro y, por lo tanto, tienen más de una camada al año, la gestación dura 114 días teniendo varias crías por parto (Pedersen, 2007).

2.1.1 Características productivas de las razas de cerdos

Las principales razas de cerdos en México son Landrace, Yorkshire, Duroc, Hampshire y Pietrain. En el Cuadro 1 se muestran las principales características productivas de cada raza, mientras que en la figura 1 se muestran las características fenotípicas de las mismas.

Cuadro 1. Características productivas de algunas razas de cerdos.

Variables	Landrace	Yorkshire	Hampshire	Duroc	Pietrain
Edad al parto (días)	342	352	343	342	342
Nacidos vivos/camada	10-10.5	10.5	8.5-9.3	10-10.5	9-9.5
Destetados/camada	8-8.5	9-10	7.2-8.2	8-10	7-8

(Tomado de Arellano, 2009).

Características fenotípicas de las razas de cerdos

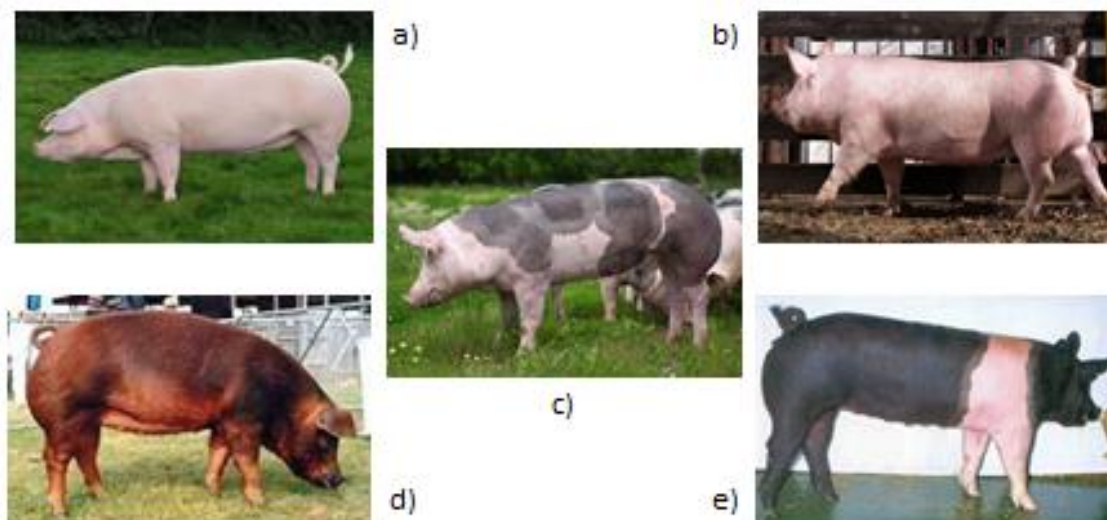


Figura 1. Razas de cerdos que son frecuentemente utilizadas en la producción porcícola: a) Landrace, de color blanco en su totalidad, largos y con orejas dirigidas hacia adelante; b) Yorkshire, cuerpo largo, ancho y profundo, de color blanco y con orejas erectas; c) Pietrain, color overo-negro con orejas de tipo asiático; d) Duroc, de color rojo amarillento o rojo oscuro, orejas erectas en la base y con una inclinación hacia adelante, y e) Hampshire, de color negro con una franja que rodea el cuello abarcando los miembros anteriores y orejas de tipo asiático (Tomado de Arellano, 2009).

3. Fisiología de la reproducción

3.1 Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas

El inicio de la actividad sexual tiene lugar en el hipotálamo el cual tiene grupos neuronales denominados núcleos, que secretan hormonas peptídicas importantes para controlar la actividad de la hipófisis, ésta se divide en tres partes: un lóbulo anterior (adenohipófisis), un lóbulo intermedio y uno posterior (neurohipófisis), en la adenohipófisis se produce secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) que induce la producción de las hormonas gonadales: la hormona foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), la primera tiene un papel más importante durante el crecimiento folicular, mientras que la LH predomina en los estadios finales, desde la maduración hasta la ovulación (Figura 2; Klein, 2013).

Control hormonal de la actividad sexual de la hembra

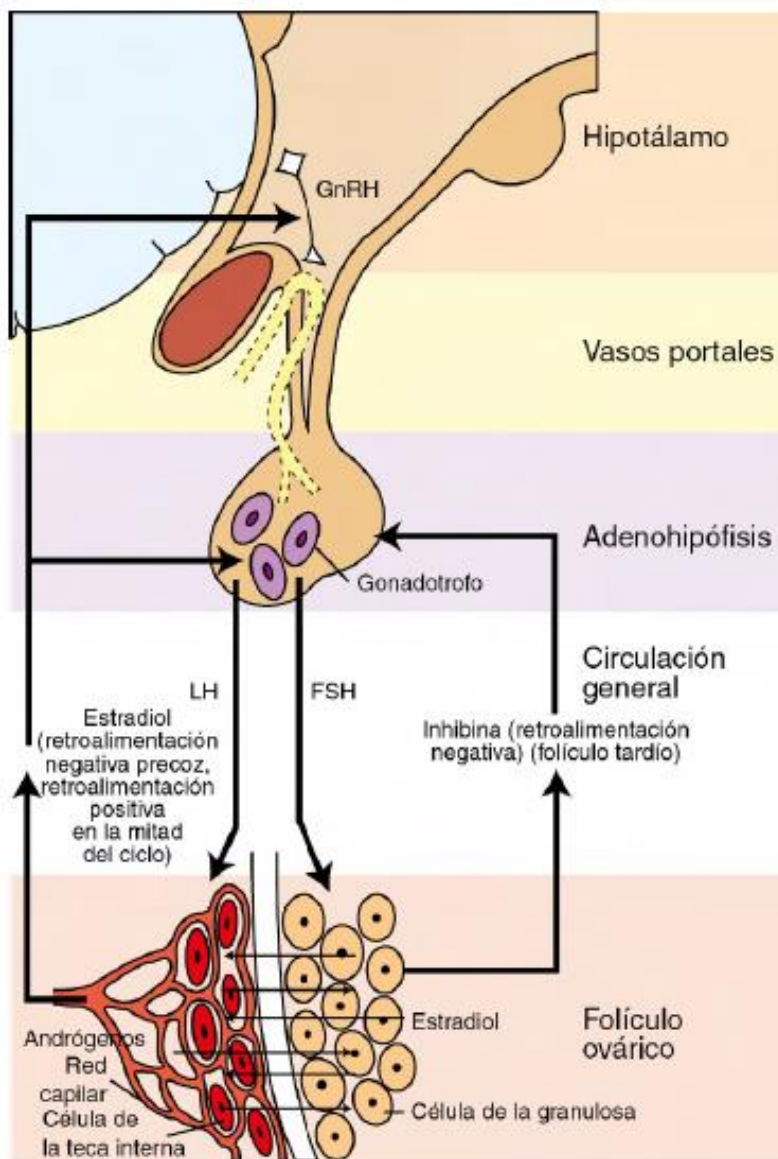


Figura 2. Resumen de las interacciones hipotálamo-hipofisario-ováricas: las neuronas hipotalámicas secretan GnRH en el sistema portahipofisario. Las células de la adenohipófisis estimuladas por el GnRH secretan LH y FSH. La LH estimula las células de la teca interna del folículo para que secreten estradiol, hormona que por retroacción negativa controla la secreción del GnRH y la LH. La misma función tiene la progesterona, hormona secretada por el cuerpo lúteo bajo la influencia de la LH. La FSH estimula las células de la granulosa para que secreten la inhibina y folistatina, hormonas que por retroacción negativa controlan secreción de FSH (Tomado de Klein, 2013).

4. Ciclo estral

Es un fenómeno reproductivo durante el cual va a haber periodos regulares pero limitados de receptividad sexual. La hembra acepta al macho en el momento del estro, este periodo varía según la especie: en ovejas 16 - 17 días; en vacas, cerdas y cabras 20 – 21 días y en yegua 20 – 24 días (Reese y Rowe, 2017). Al igual que en la vaca, la cerda tiene ciclo reproductivo no estacional y solo es interrumpido por la gestación, luego que comienza el ciclo estral, este abarca un periodo de 18 a 24 días con una media de 21 días que consiste en una fase folicular de 5 a 7 días y una fase lútea de 13 a 15 (Soede *et al.*, 2011).

Durante la fase folicular, los folículos antrales pequeños se convierten en folículos grandes. Al ser una especie politótica, la cerda puede ovular de 15 a 30 folículos, según la edad, el estado nutricional y otros factores (Soede *et al.*, 2011). Esta fase comprende dos etapas que son el proestro y el estro:

El proestro dura 2 días y las hembras comienzan a montar a sus compañeras, sin aceptar al macho, lo que conduce al inicio de la receptividad sexual donde se manifiestan signos externos como el enrojecimiento vulvar y secreciones vaginales. 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).

El estro es el momento de la receptividad sexual que se caracteriza por cambios graduales en los patrones de comportamiento y respuestas de la vulva, el período del estro puberal generalmente es más corto (47 horas) en primerizas que

en las adultas (56 horas), los óvulos se liberan 38 a 42 horas después de iniciado el estro (Hafez y Hafez, 2000).

En la fase lútea, el desarrollo del folículo es menos pronunciado, aunque es probable que haya un recambio considerable de folículos primordiales a antrales tempranos que no se desarrollen aún más debido a la inhibición de las hormonas gonadotróficas por acción de la progesterona (Soede *et al.*, 2011). La fase lútea comprende las etapas de metaestro y diestro:

El metaestro o período postovulatorio temprano dura alrededor de 7 días, momento en que se organiza el cuerpo lúteo y comienza la producción de progesterona. (Fuentes *et al.*, 2006).

El diestro o período de actividad lútea madura, comienza aproximadamente 4 días después de la ovulación y termina con la regresión de la CL si no ocurre la fertilización 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 (Figura 3; Fuentes *et al.*, 2006; Soede *et al.*, 2011).

Representación esquemática del ciclo estral, foliculogénesis y conductas sexuales en la cerda

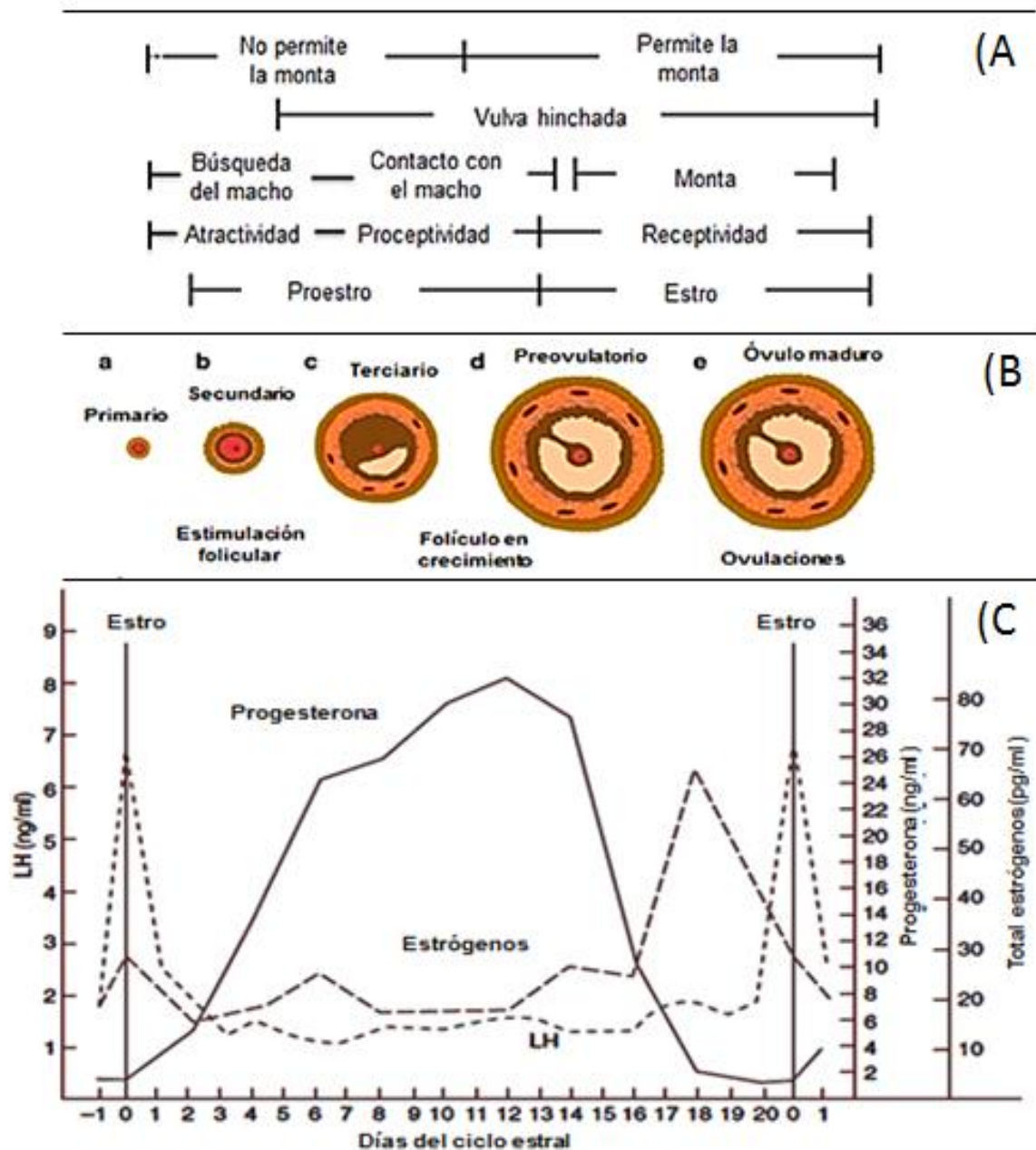


Figura 3. Cuando inicia el estro la cerda presenta signos conductuales físicos: durante el proestro en la fase de atractividad la cerda busca al macho pero no permite la monta, en la proceptividad la cerda establece contacto con el macho y la vulva se muestra hinchada, cuando la cerda está en estro o fase receptiva esta permite la monta **(A)** (Tomado de Houpt, 2018). Etapas de la foliculogénesis: inicia como folículo primordial (a) pasa a folículo secundario (b) se induce por el aumento de la FSH, que es seguido por la expansión del folículo secundario hacia el folículo terciario (c) y luego a la folículo ovulatorio (d), esto se acompaña del aumento de P4, que está involucrado en el aumento de E2 que inicia la rápida liberación de LH, que da como resultado la ruptura del folículo, evento conocido como ovulación (e) **(B)** (Tomado de Jarrett y Ashworth, 2018). Perfil de las principales hormonas reproductivas durante el ciclo estral, los niveles hormonales relativos muestran los cambios hormonales dentro del ciclo; Las concentraciones de E2 están en pg/ml mientras que P4 y LH están en ng/ml **(C)** (Tomado de Kyriazakis y Wittemore, 2006).

5. Hormonas vinculadas a la reproducción

5.1 Leptina

La leptina es sintetizada en el tejido adiposo y se secreta en la circulación periférica, tiene la función de comunicar información sobre las reservas de energía del cuerpo, el estado nutricional y los cambios metabólicos en el eje reproductivo (Houseknecht *et al.*, 1998). En el eje reproductivo, la leptina actúa periféricamente en el ovario para regular la esteroidogénesis folicular y lútea o centralmente en el hipotálamo donde las neuronas de kisspeptina regulan la secreción y la actividad neuronal de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), aumentando la secreción de hormonas gonadotropinas (FSH y LH) que son esenciales para el inicio de la actividad sexual y el mantenimiento de la función reproductiva normal. De ésta manera la leptina sirve como una señal que vincula el estado metabólico con el eje reproductivo (Hausman *et al.*, 2012).

5.2 Hormona folículo estimulante (FSH)

La hormona estimulante del folículo (FSH) es una gonadotropina secretada por células de la adenohipófisis por acción de la GnRH y su principal función en la hembra es la promoción del crecimiento de los folículos debido a su papel en la estimulación de las células dentro del ovario que dan inicio al ciclo estral en las hembras (Reese y Rowe, 2017).

5.3 Hormona luteinizante (LH)

Al igual que la FSH, es una gonadotropina secretada por la adenohipófisis y mediada por acción de la GnRH, actúa en el proceso ovulatorio y la luteinización de la granulosa, un aspecto esencial de la formación de CL (Hafez y Hafez, 2000).

La liberación de ambas gonadotropinas está mediada por las hormonas del ovario, cuando aumenta la concentración de estrógeno provoca un aumento de la sensibilidad de la hipófisis anterior a la GnRH y produce un aumento de la liberación de gonadotropinas. La progesterona disminuye la sensibilidad de la hipófisis anterior a GnRH, y disminuyen las concentraciones de LH y FSH. (Reese y Rowe, 2017).

5.4 Estrógenos

Los estrógenos son esteroides, producidos por el ovario (células de la teca interna del folículo), la placenta y la corteza suprarrenal, su principal función es causar la proliferación celular y el crecimiento de los tejidos relacionados con la reproducción (Hafez y Hafez, 2000).

Las respuestas tisulares causadas por los estrógenos incluyen: estimulación del crecimiento de la glándula endometrial y del conducto en la glándula mamaria, aumento de la actividad secretora de los conductos uterinos, regulación de la secreción de la hormona luteinizante (LH) por la adenohipófisis e iniciar y mantener la receptividad sexual en la cerda (Reese y Rowe, 2017).

5.5 Progesterona

La progesterona, como los estrógenos, es una hormona sexual esteroide producida por el cuerpo lúteo (CL) del ovario, la placenta y la corteza suprarrenal (Hafez y Hafez, 2000). Las actividades asociadas con la progesterona a menudo se realizan en sinergia con los estrógenos, y por lo general requieren una preparación previa de estos (Reese y Rowe, 2017).

Las funciones de la progesterona incluyen: promoción del crecimiento de las glándulas endometriales, estimulación de la actividad secretora del oviducto y glándulas endometriales para proporcionar nutrientes al embrión en desarrollo antes de la implantación, promoción del crecimiento lobuloalveolar en la glándula mamaria, prevención de la contractilidad del útero durante la preñez y regulación de la secreción de gonadotropinas (Reese y Rowe, 2017).

6. Pubertad

La pubertad se define como el inicio de la actividad reproductiva, que en la hembra suele estar marcada por el inicio en de la actividad ovárica. (Hemsworth y Barnett, 1989). La pubertad es básicamente el resultado de un ajuste gradual entre el aumento de la actividad gonadotrópica y la capacidad de las gónadas para asumir simultáneamente la esteroidogénesis y la gametogénesis (Hafez y Hafez, 2000). Las cerdas, generalmente alcanzan la pubertad entre los 6 y 8 meses de edad (Kyriazakis y Wittemore, 2006). Una vez que se ha alcanzado la pubertad, las cerdas normalmente exhibirán ciclos de celo regular de aproximadamente 21 días de duración (Evans y O'Doherty, 2001). La pubertad ocurre después de una reducción en la actividad de los mecanismos inhibidores neurales y una

disminución en la acción de retroalimentación negativa de los esteroides ováricos que conducen a la liberación de GnRH, la secreción de LH y, por ende, el inicio de la actividad ovárica (Kyriazakis y Wittemore, 2006). Al inicio de la pubertad, las concentraciones circulantes de gonadotropinas aumentan, esto se debe a los esteroides sexuales y al aumento en la capacidad de respuesta de la hormona GnRH, para regular las gonadotropinas, como resultado el aumento en la secreción de estrógenos y con esto el inicio del comportamiento sexual en la cerda (Hafez y Hafez, 2000).

6.1 Factores que influyen en el inicio de la actividad sexual de la cerda

La edad a la pubertad está regulada por factores internos (genética) y de manejo (nutrición, exposición al macho, factores ambientales, espacio y factores estresantes) que afectan el inicio de la actividad sexual (Evans y O'Doherty, 2001).

6.1.1 Presencia del macho

Las cerdas jóvenes de reemplazo con pesos corporales entre 90 y 100 kg deben introducirse en pie de cría, ya que es el momento óptimo ser expuestas al macho (verraco), la estimulación debe iniciarse alrededor de los 140 días de edad, ya que se ha demostrado que la edad en la pubertad está asociada con la edad al inicio de la exposición al macho (Magnabosco *et al.*, 2014).

El contacto social con el macho provoca mediante las feromonas, los estímulos visuales y, en menor grado, acústicos (ruidos guturales) estimulen a la cerda joven para adelantar la presentación del ciclo estral (Pedersen, 2007).

Después de la estimulación, las primerizas alcanzaron el primer estro antes y, por consiguiente, su productividad de por vida fue mayor (Malopolska *et al.*, 2018).

6.1.2 Estación de nacimiento y temperatura

En las cerdas, durante el período verano-otoño se caracteriza por una fertilidad reducida (De Rensis *et al.*, 2017). El estrés por calor durante la estación cálida puede causar una reducción en la ingesta de alimento y un desequilibrio del eje hipotalámico-hipofisario-ovárico ya que durante el verano, el estrés por calor puede alterar el desarrollo de los folículos y la calidad de los cuerpos lúteos provocando pubertad tardía en la cerda (De Rensis *et al.*, 2017).

Las cerdas son muy sensibles a la alta temperatura, especialmente en ausencia de ventilación adecuada donde pueden sobrecalentarse rápidamente ocasionando estrés por calor la manera más eficiente de contrarrestarlo es la estabilización de la temperatura dentro de las instalaciones eliminando con ello la influencia estacional (Rekiel *et al.*, 2013).

6.1.3 Raza

Existen diferencias entre las razas de cerdas y la heterosis en el inicio de la actividad reproductiva (Bidanel *et al.*, 1996). Christenson, 1981 mostró en un estudio las diferencias en cada raza y la heterosis en el inicio de la actividad reproductiva tanto en edad, peso y porcentaje de cerdas en estro (Cuadro 2; Christenson, 1981).

Cuadro 2. Influencia de la raza en la presentación del estro en cerdas.

Variables / Raza	Yorkshire	Hampshire	Duroc	L x LW	LW x L
% cerdas en estro	71.1	81.3	60.3	96.5	81.9
Edad al estro (días)	207.1	192.7	222.1	176.0	174.6
Peso al estro (kg)	94.4	90.8	103.4	97.6	97.7

Landrace (L) y Large White (LW) (Tomado de Christenson, 1981).

Los resultados de comparar las razas de cerdas sugieren que existen diferentes efectos en el inicio de la actividad sexual, así mismo sugieren que los animales como resultado de varias cruzas inician la actividad sexual antes que sus contrapartes de raza pura (Hutchens *et al.*, 1982).

6.1.4 Ambiente social

Los factores sociales representan un papel importante en el comportamiento reproductivo de la cerda (Hemsworth, 1985). Las relaciones sociales entre los animales y las señales que envían pueden inhibir y alentar su motivación social ya que los estímulos sociales de los verracos y otras cerdas tienden a inducir y sincronizar el estro y la ovulación entre las cerdas, sin

embargo, cuando las cerdas se mantienen en condiciones donde la presión social es alta, por ejemplo debido al espacio y recursos limitados (Pedersen, 2007).

El estrés social que experimentan particularmente los individuos subordinados puede inhibir la motivación sexual durante el estro, en gran medida, este efecto parece estar mediado a través de reacciones de miedo específicas hacia individuos dominantes de cerdas que han perdido muchos encuentros agresivos ya que el miedo reduce la motivación sexual durante las interacciones sexuales entre las cerdas dentro de un grupo inhibiendo sus posibilidades de éxito reproductivo (Hemsworth *et al.*, 2015).

6.1.5 Nutrición

Los requerimientos nutricionales cambian a lo largo de todo el desarrollo de la cerda (Murphy, 2017). Durante la lactancia el incremento en el consumo de calostro se asoció con una mayor tasa de crecimiento lo que adelanta el inicio de actividad sexual, estos resultados sugieren que el inicio de la actividad reproductiva se puede adelantar a través del incremento en la tasa de crecimiento controlada por el consumo de calostro en el primer día de edad (Vallet *et al.*, 2015).

El inicio de la maduración sexual depende del momento y la duración de la manipulación nutricional de la cerda. La restricción crónica de alimento disminuye la proporción de cerdas capaces de iniciar una respuesta puberal a la estimulación del macho. Estos hallazgos demuestran la importancia de asegurar que las primerizas estén bien alimentadas antes de la entrada en el hato reproductivo para asegurar un amortiguador contra cualquier reducción a corto plazo en el consumo

de alimento que pueda ocurrir antes y durante la estimulación de la pubertad (Van Wettere *et al.*, 2016).

La influencia de la nutrición en la actividad reproductiva es más evidente en la pubertad y en el restablecimiento del ciclo estral después del parto, cuando se ingieren regímenes nutricionales sólidos alcanzan la pubertad a una edad más temprana que los animales nutricionalmente privados (Reese y Rowe, 2017).

El incremento en la cantidad del alimento (flushing) en cerdas se utiliza previo al servicio y consiste en aumentar la disponibilidad de alimento diario con el objetivo de incrementar la tasa de fertilidad (Jiménez *et al.*, 2017). Jarrett y Ashworth (2018) mencionaron que los beneficios de alimentar a las cerdas con dietas altas en fibra se pueden lograr mejores resultados reproductivos siendo los resultados más prometedores los obtenidos cuando se alimentan antes del servicio. Una dieta alta en fibra altera las concentraciones circulantes de estradiol (menores concentraciones) y LH (mayores concentraciones), hormonas importantes para la maduración de ovocitos y el establecimiento de la preñez (Ferguson *et al.*, 2007). La disminución en el estradiol circulante reduce los efectos de retroalimentación negativa en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas lo que aumenta la frecuencia del pulso de LH lo que provoca un aumento en la fertilidad de la cerda (Ferguson *et al.*, 2007).

6.1.6 Manejo

Espacio por animal

Mavrogenis y Robison (1976) observaron que las cerdas puestas individualmente en corraletas iniciaron la actividad sexual tardíamente comparada con aquellas que se encontraban en ambiente social favorable, esto es, cuando estaban en grupo de 30 hembras.

Young *et al.* (2008) Investigaron el efecto en la asignación de espacio por cerda y su relación con la actividad sexual, en dicho estudio, las cerdas fueron divididas en dos grupos: un grupo fue colocado de 15 a 22 hembras por corral, permitiendo a cada animal espacio de 1,13 m², el segundo grupo con el número similar de hembras se les asignó 0,77 m² por cerda. Los resultados indicaron que la asignación de espacio por animal tuvo un impacto significativo en la edad promedio al inicio de la pubertad ya que las cerdas con mayor espacio (1,13 m² por animal) adelantaron el inicio actividad sexual comparado con las cerdas que tuvieron espacio reducido.

El estrés causado por la falta de espacio disminuye la receptividad sexual en las cerdas agrupadas, esto puede deberse al estro suprimido o un retraso en la ovulación (Rault *et al.*, 2014).

Sistema de producción

La estabulación afecta negativamente el comportamiento sexual de las cerdas. Rampacek *et al.* (1981) Observaron que la crianza de cerdas de menos 120 días de edad en estabulación redujo el inicio de la actividad sexual comparada con cerdas que fueron criadas en espacio abierto, con base en los resultados se

concluyó que la estabulación puede reducir, hasta en un 50% la proporción de primerizas que alcanzan la pubertad entre los ocho y nueve meses de edad.

Existe una considerable variación entre los sistemas de estabulación y de espacio abierto en factores tales como el entorno social y el climático, y esta variación puede explicar las diferencias en el comportamiento sexual de las cerdas bajo los dos sistemas. La investigación demuestra que la cría de cerdas en estabulación puede resultar en que solo un 40 a 80% muestran ciclo estral regular en la edad reproductiva (Christenson, 1981).

Conducta agresiva

La conducta agresiva es persistente entre grupos de cerdas recién formados, y puede tener implicaciones en el bienestar animal debido al aumento del estrés, a las lesiones asociadas con el dolor y con el miedo (Hemsworth *et al.*, 2016). Las agresiones en las cerdas, especialmente si son intensas y prolongadas, tienen obvias implicaciones en el bienestar animal, particularmente en cerdas subordinadas (Hemsworth *et al.*, 2015).

El estrés asociado con la agresión durante la alimentación, puede afectar negativamente la reproducción y el metabolismo de las cerdas al desviar los recursos energéticos de estos procesos biológicos (Einarsson *et al.*, 2008). Las cerdas familiarizadas (conocidas previamente entre ellas) son menos agresivas, ello sugiere que mezclar las cerdas que se han sido reunidas previamente, por ejemplo, durante la gestación pueden reducir el nivel de agresividad entre ellas (Verdon *et al.*, 2015).

Jerarquía social

Casi todos los individuos que se encuentran en grupos recién formados establecen una jerarquía social (Figura 4). Las cerdas multíparas o más grandes y altas frecuentemente inician y ganan las peleas, ello establece su posición en la jerarquía social. Las posiciones jerárquicas en grupos de cerdas se resuelven con relativa rapidez, aunque la estabilidad a largo plazo puede verse afectada por varios factores, incluido el método de alimentación. La lucha es menos intensa entre cerdas de tamaños desiguales y puede reducirse con la exposición previa de un cerdo (Arey y Edwards, 1998).

Los grupos más grandes de cerdas tienen más posiciones jerárquicas donde se enfrentan y, por lo tanto, se detectan más peleas ya la agresión intensa y el estrés prolongado ejercen impacto en las cerdas que fueron mezcladas anticipadamente, ya que la agresión ocurre durante la alimentación, siendo las cerdas de mayor jerarquía social las más agresivas, desplazando a las cerdas de menor jerarquía social provocando que estas últimas disminuyan el consumo de alimento provocando estrés que afecta directamente la presentación de la respuesta sexual (Pacheco, 2015).

En los rumiantes durante la alimentación ocurren encuentros agresivos para definir la jerarquía social, donde el animal más fuerte será el que consumirá primero el alimento, esto cuando el espacio por animal es reducido (Haupt, 2018). Mientras tanto en caninos muestran un espectro de agresión mucho más amplio que otras especies ya que la jerarquía social se basa en agresión territorial donde defiende un territorio que considera suyo (Haupt, 2018).

Diagrama de los efectos del manejo en la actividad reproductiva de la cerda

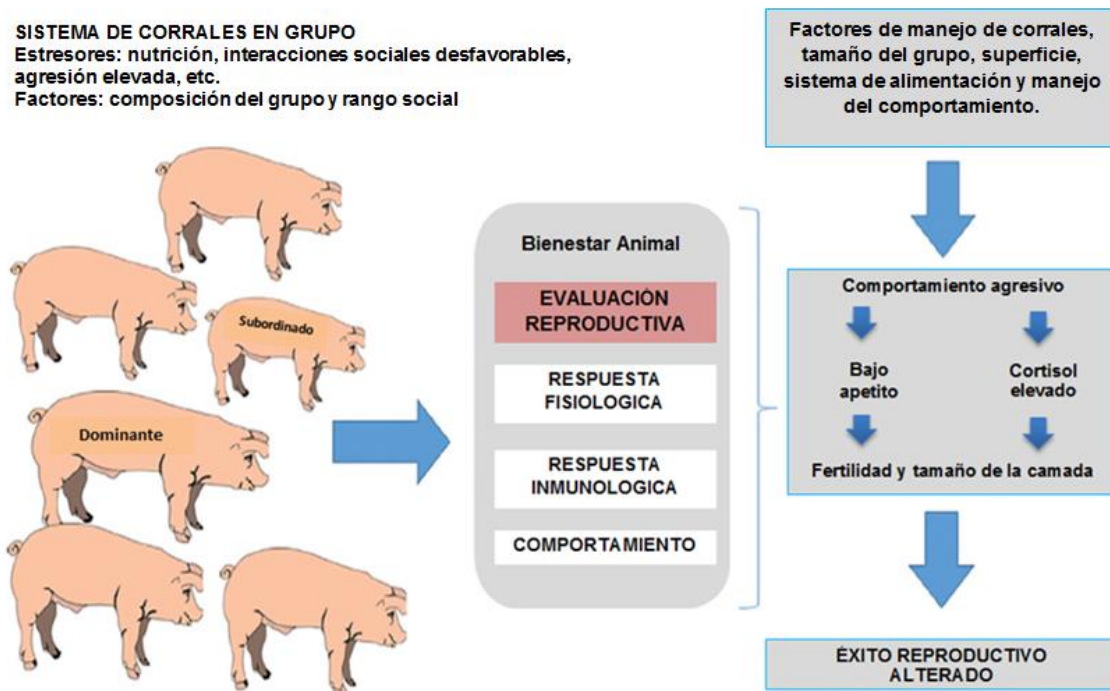


Figura 4. Factores que pueden afectar la reproducción en las cerdas alojadas en grupo: Los factores de manejo en los cerdos como el tamaño de grupo, espacio por animal y sistema de alimentación pueden llegar a ocasionar un comportamiento agresivo llevado a cabo por animales dominantes o de mayor jerarquía social que ocasionan en las subordinadas un bajo apetito y aumento del cortisol causando estrés que afecta el éxito reproductivo de la cerda (Tomado de Salak-Johnson, 2017).

Procedimientos de manejo

Se ha demostrado que los procedimientos de manejo inadecuados por parte del operador afecta el comportamiento reproductivo en la piara provocando temor hacia este (Hemsworth *et al.*, 1989a). El temor a los humanos puede surgir de una predisposición genética (Hemsworth *et al.*, 1990), a la falta de contacto con humanos (Tanida *et al.*, 1995), a experiencias adversas en etapa temprana con humanos (Hemsworth y Barnett, 1992). Los estudios antes descritos indican que el miedo a los humanos conduce a un incremento en el cortisol de manera crónica repercutiendo en las hormonas reproductivas (LH), y por lo tanto disminuyendo el comportamiento sexual (Hemsworth *et al.*, 1993).

7. Reinicio de la actividad sexual post parto

En los sistemas modernos de producción porcina, es importante que las cerdas vuelvan al estro rápidamente después del destete. Varios factores influyen en el intervalo entre el destete y el estro, como el tipo de alimento y la ingesta de alimento durante la gestación, el consumo de proteínas durante la gestación y la lactancia, el consumo de alimento posterior al destete, la duración de la lactancia y el estímulo de succión alterado (Hafez y Hafez, 2000).

Después del parto, las cerdas experimentan un período de anestro lactacional, hasta que son destetadas y se reinicia la fase folicular (Figura 5). La cerda presenta estro dentro de las 48 horas posteriores al parto, pero no hay ovulación debido a los efectos producidos por el amamantamiento ya que durante la lactancia frecuente, las concentraciones séricas de prolactina se elevan inhibiendo las concentraciones de FSH y LH circulantes debido a la estimulación neural, el grado de supresión de gonadotropinas no solo se relaciona con la intensidad de la succión, sino también con el balance de energía negativo de la cerda (Van Den Brand *et al.*, 2000).

En el curso de la lactancia, la pulsatilidad de gonadotropinas se restaura normalmente debido a la disminución en la frecuencia de amamantamiento (Knox, 2005). Después del destete en el área de reproducción, las cerdas reciben exposición diaria al macho, lo que resulta en estro y ovulación de 4 a 7 días después del destete (Soede *et al.*, 2011).

Eventos ocurridos durante la lactación.

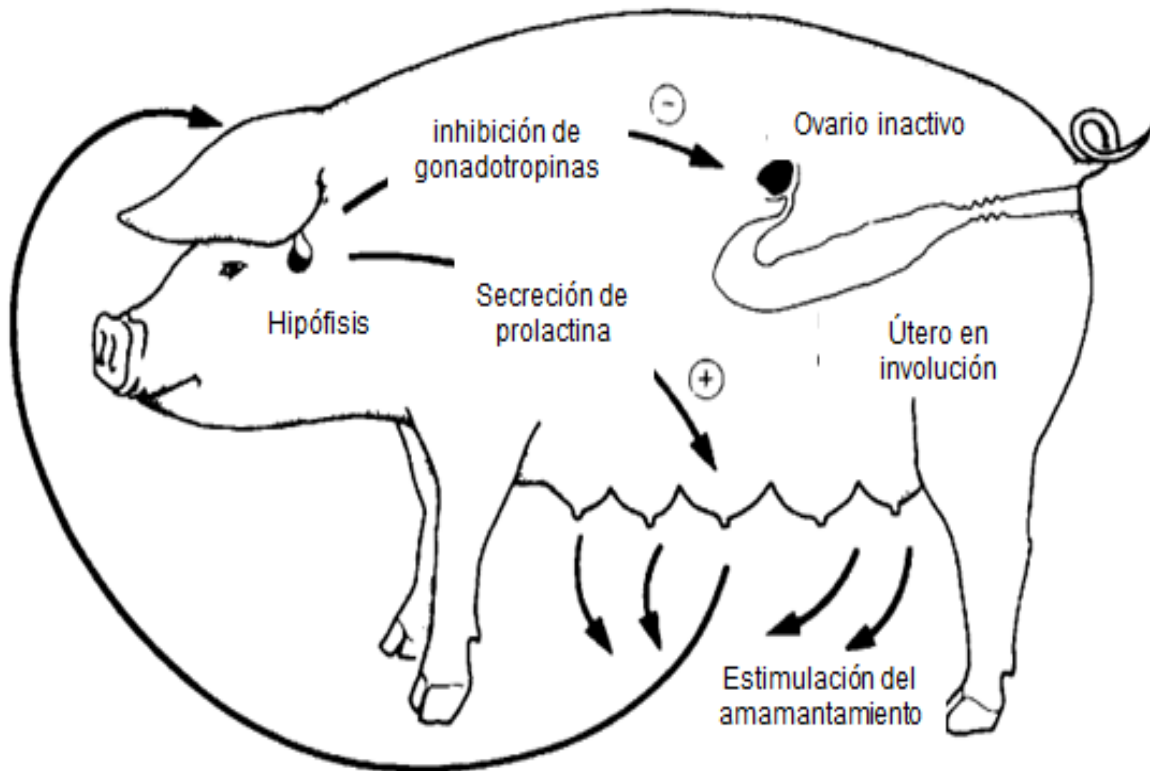


Figura 5. Relaciones endocrinas postparto que muestran la retroacción positiva del amamantamiento sobre la secreción activa de prolactina al inicio de la lactancia que tiene un efecto sobre la hipófisis anterior provocando una retroacción negativa en la secreción de gonadotropinas que junto con la involución incompleta del útero lo que provoca que la actividad sexual se vea pausada en este periodo (Tomado de Hafez y Hafez, 2000).

8. El comportamiento sexual de la cerda

El comportamiento sexual consiste en una secuencia de conductas comportamentales a estímulos específicos que conducen a la cópula y con esto a la perpetuación de los genes de una especie (Hemsworth, 1985). Al igual que las hembras de otras especies, la cerda muestra un aumento en la actividad motora a medida que se acerca el inicio de la actividad sexual con la pubertad o al reinicio postparto (Haupt, 2018).

En los animales domésticos, el comportamiento sexual incluye tres fases: la atractividad, la proceptividad y la receptividad que representan las características de las hembras en estro desde el inicio de los estímulos hasta culminar con la cópula (Beach, 1976), en cabras se identifican dos fases la proceptiva y la receptiva (Fatet *et al.*, 2011).

8.1 Atractividad

La atracción se refiere al estímulo de la hembra que provoca respuestas sexuales en los machos (Beach, 1976) en otras palabras a los elementos que diferencian a una hembra de otra, haciéndola más o menos atractiva para el macho (Ungerfeld, 2002).

Los cambios de comportamiento suelen ocurrir en la etapa de proestro, la cerda se encuentre nerviosa y se mueve con la menor perturbación, los movimientos en campo abierto son más frecuentes aumentando la actividad al doble del nivel normal del estro (Signoret *et al.*, 1975). En esta etapa inicia el aumento de la actividad motora de la cerda, que eventualmente toma la forma de un comportamiento de búsqueda del verraco (Haupt, 2018).

Los estímulos sexuales de las hembras que influyen en la atracción al macho se dividen en señales conductuales y no conductuales, los estímulos no conductuales son las señales visuales, e incrementan el grado de atracción sexual en las cerdas dirigidas al macho, y los estímulos conductuales es la atracción sexual en la hembra que comprende toda la gama de estímulos que ella proporciona, esto es, desde su capacidad para atraer a un macho ubicado a distancia considerable, como con un gruñido suave y rítmico que alertan al macho a cercarse e iniciar con la interacción (Signoret *et al.*, 1975).

La atracción está modulada por las hormonas ováricas, el comportamiento de búsqueda del macho es más intenso cuando los estrógenos se secretan en altas concentraciones (Haupt, 2018).

8.2 Proceptividad

La proceptividad se refiere a las acciones de la hembra dirigidas al macho que constituyen un aumento de iniciativa para establecer o mantener la interacción sexual física (Beach, 1976). También se muestra como un aumento general en el interés del macho y en los contactos hembra-hembra, como la detección de flancos y el montaje (Pedersen, 2007). Estudios en diversas especies, incluidos los cerdos, indican que la proceptividad determina el comportamiento de iniciación y de interacción física con el macho (Hemsworth, 1985).

La tendencia de las hembras en estro a acercarse y a permanecer cerca de los machos parece ser casi universal, a esta conducta también se le conoce como comportamiento *de afiliación*, una segunda categoría incluye formas de conducta específica de especie, denominada de diversas maneras como *invitación*, *solicitud*

o *presentación*, en esta conducta la cerda asume la postura cópula específica antes de que se haya establecido el contacto físico con el macho, una tercera conductas implica una secuencia de conductas de aproximación-retirada, si la búsqueda no ocurre, la cerda vuelve a acercarse al macho, para luego retirarse nuevamente hasta que inicia conductas pre-copulatorias. (Beach, 1976).

Una conducta propositiva muy frecuente entre las cerdas es que ellas monten al macho y realicen movimientos pélvicos de intromisión, estos eventos incrementan la libido dando como resultado el inicio del cortejo ya que al detectar a la hembra en estro se dará el vínculo entre ambos que hará que el macho comience a responder a las señales dadas por la hembra (Ungerfeld, 2002).

8.3 Receptividad

La receptividad se define como la aceptación de monta con intromisión. Las respuestas receptivas constituyen la fase consumatoria del apareamiento pues en estudios realizados en especies de laboratorio equiparan la receptividad sexual con la disposición de la hembra para permitir la cópula, y las medidas cuantitativas se han expresado como proporciones entre los intentos de monta y la culminación exitosa de la cópula (Figura 6; Beach, 1976).

El inicio de la receptividad sexual en todos los animales requiere estrógeno derivado de los folículos antrales y en algunas especies incluyendo la cerda, la progesterona actúa sinérgicamente con el estrógeno para la manifestación de la receptividad, las señales táctiles, auditivas y olfativas proporcionadas por el macho son los principales estímulos que inducen la respuesta sexual en las cerdas en estro (Hemsworth, 1985).

Las neuronas asociadas con el hipotálamo son fundamentales para iniciar los mecanismos del comportamiento sexual como respuesta a las hormonas como la progesterona que actúa como un cebador para las neuronas hipotalámicas para que el estrógeno se vuelva efectivo; también, el inicio de la receptividad sexual se correlaciona estrechamente con la secreción de LH preovulatoria causada por la liberación de GnRH (Reese y Rowe, 2017).

Durante el período posparto en algunas vacas y cerdas, la baja concentración de progesterona no ceba las neuronas del hipotálamo, y los animales no son sexualmente receptivos en el momento de la primera ovulación posparto (Reese y Rowe, 2017)

Etograma del cortejo entre la cerda y el verraco

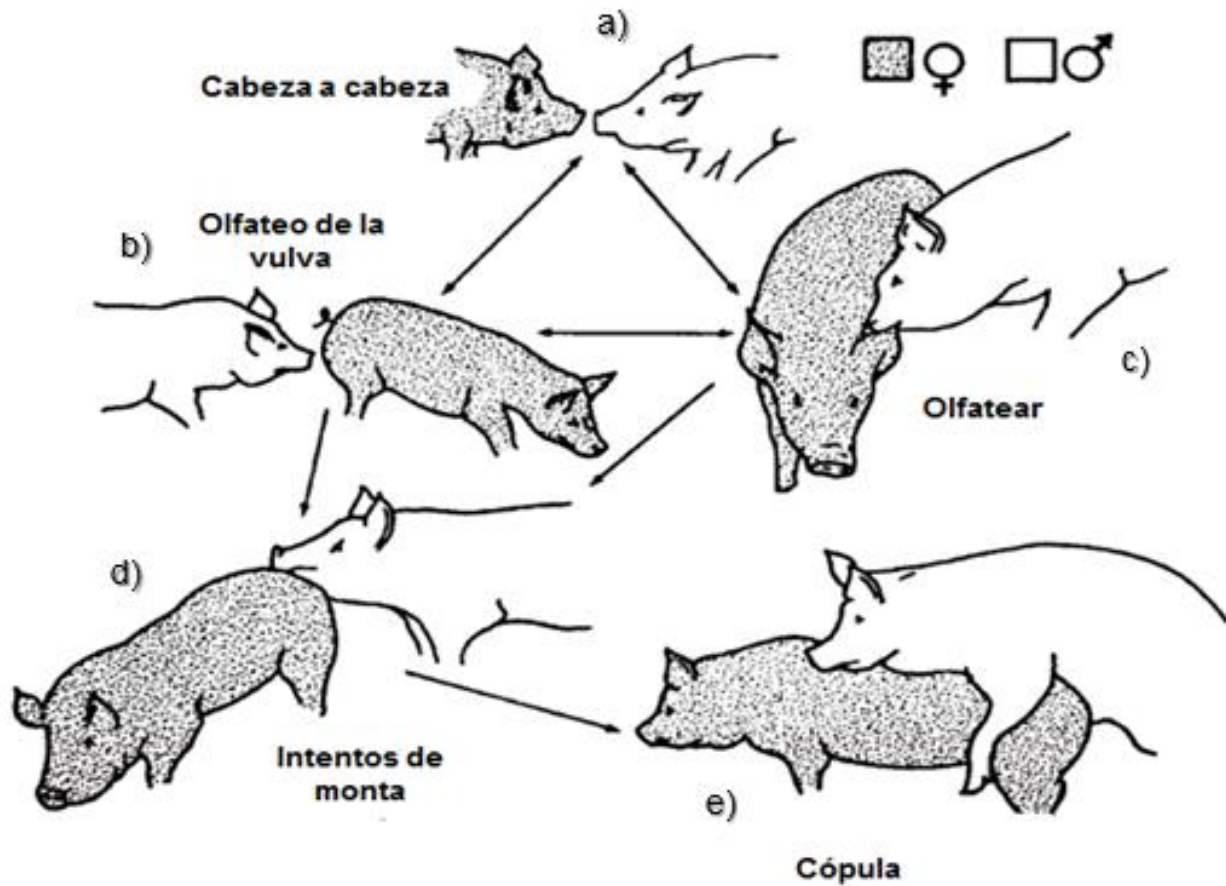


Figura 6. Secuencia del comportamiento sexual en el cerdo: (a) durante la atractividad la cerda inicia la búsqueda del macho hasta establecer contacto cabeza a cabeza; (b y c) al hacer contacto con el cerdo se da la fase de proceptividad o cortejo donde el cerdo olfatea a la cerda desde los costados hasta llegar a la vulva; (d) el macho realiza intentos de monta que al final concluyen con la respuesta receptiva de la cerda (e) aceptando la monta con intromisión (Tomado de Signoret *et al.*, 1975; Houpt, 2018).

9. Comportamiento sexual del macho

Son dos las características principales de los machos que afectan la probabilidad de lograr la cópula; estos son, la libido o motivación sexual, y la monta con intromisión siendo el primero causa de los bajos niveles de comportamiento sexual en el macho. Como se mencionó anteriormente, la motivación sexual, a veces denominada libido o impulso sexual, se refiere a los deseos de llevar a cabo la cópula. La competencia por el apareamiento, a veces denominada habilidad en el apareamiento, es la capacidad de copular, es decir, la capacidad de montar, obtener una erección, y lograr la intromisión y eyacular. En los verracos, como en otras especies de mamíferos, está claro que los esteroides testiculares son necesarios para mantener el comportamiento sexual, donde la testosterona juega un papel primordial. (Hemsworth y Tilbrook, 2007).

9.1 Cortejo

El cortejo del verraco doméstico consiste en varios patrones de comportamiento, que implican contacto de cabeza a cabeza, olfateos laterales y en el lomo de la cerda, colocando la cabeza en la parte posterior de la cerda para determinar si se encuentra en estro, la micción, los ruidos guturales y salivación acompañan estas conductas que culminan con la cópula (Signoret, 1971; Ungerfeld, 2002).

Durante el cortejo, los verracos emiten una serie de ruidos guturales característicos, donde abultan su mandíbula produciendo saliva, cuando se encuentra muy cerca de la hembra. Si la hembra permanece inmóvil, el verraco podrá empujar vigorosamente o acercar su nariz a los flancos de la hembra para

olfatear la región anogenital y poder montarla, estas conductas son elementos que se despliegan durante el cortejo del verraco a la cerda y son importantes para estimular la actividad sexual en la hembra (Signoret, 1970). Los estímulos olfativos del verraco que estimulan la respuesta de pie en las cerdas en estro son los esteroides C19 insaturados que se producen en los testículos y se liberan de las glándulas sudoríparas, el líquido prepucial, la orina y la saliva del verraco (Tilbrook y Hemsworth, 1990).

9.2 Monta

El verraco monta a la hembra en posición de apareamiento, la frecuencia y la duración de la monta dependen de la receptividad de la hembra, de su capacidad para soportar el peso del macho, y de la interacción de dominancia del verraco. Se ha observado que algunos verracos montan sin intromisión a una hembra en varias ocasiones antes de la monta con intromisión; otros machos solo montan una vez y copulan, durante la monta el verraco balancea su tronco hacia arriba hasta una posición casi vertical y apoya sus extremidades delanteras sobre la hembra (Signoret *et al.*, 1975).

9.3 Penetración y eyaculación (cópula)

A diferencia de los rumiantes, la duración de la cópula es muy larga en el cerdo, pudiendo durar de 5 a 30 minutos, además los patrones de cortejo en bovinos, ovinos y caprinos que presentan el signo de flehmen, cosa que los cerdos no pueden realizar (figura 7; Houpt, 2018). El pene del verraco es de tipo fibroelástico, tiene forma de espiral con una flexura sigmoidea pre-escrotal y no aumenta de volumen durante la erección. Se producen movimientos pélvicos

rápidos, seguidos de descansos durante los cuáles comienza la eyaculación, el verraco junta las ancas y las presiona hacia delante, el verraco puede eyacular dos o tres ondas separadas de semen antes de que el verraco desmonte a la cerda esta se ve acompañada de somnolencia mientras que la hembra generalmente permanece inmóvil hasta que el verraco la desmonta, después de apareamiento la cerda permanece junto al verraco (Signoret *et al.* 1975; Ungerfeld, 2002).

Etograma del cortejo en los rumiantes

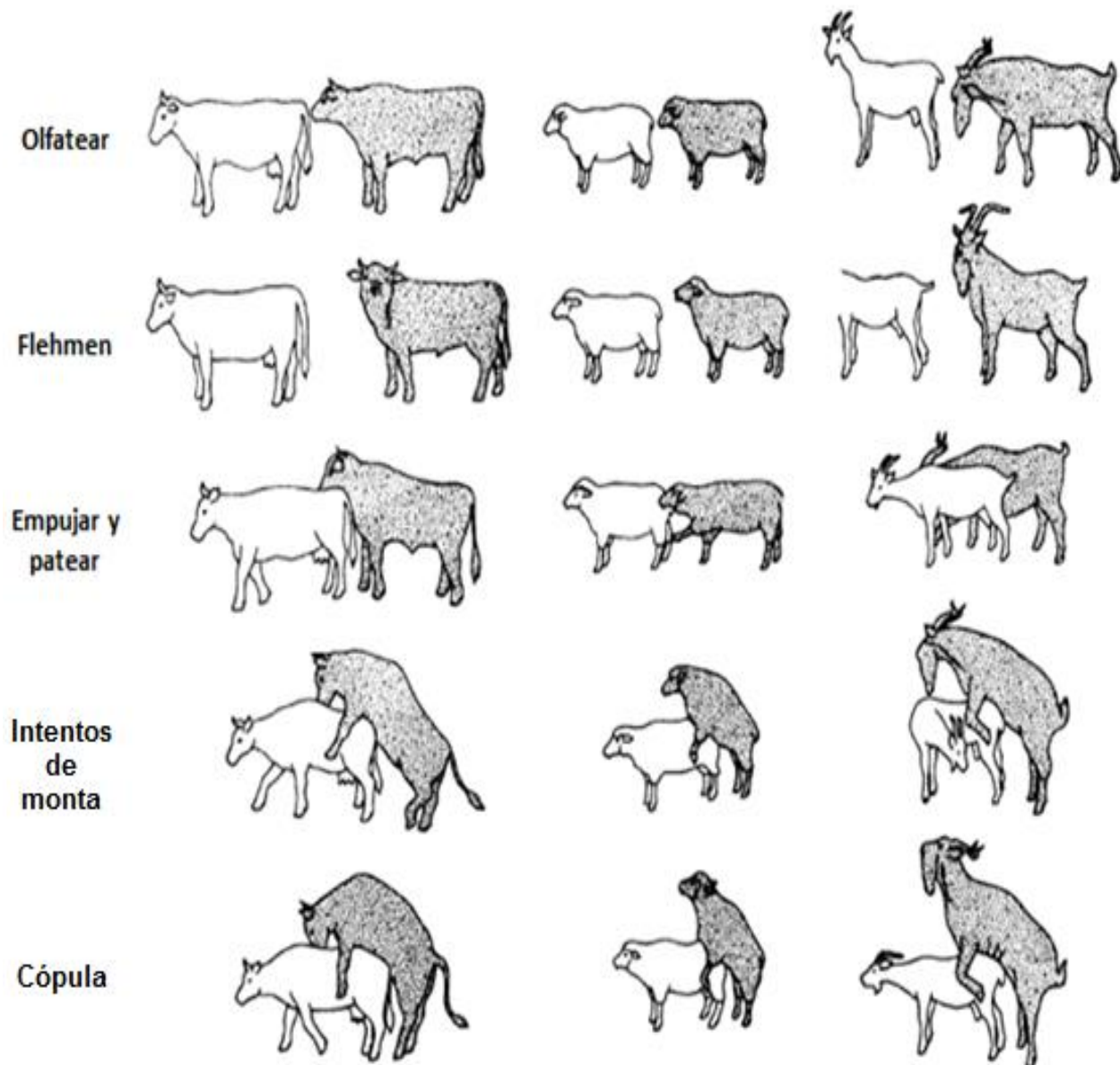


Figura 7. Patrones sexuales en bovinos, ovinos y caprinos: el comportamiento de cortejo en los rumiantes inicia con el olfateo de la vulva de la hembra por parte del macho, al oler la secreción el macho presenta el signo de flehmen comprobando que la hembra está en estro, luego el macho empuja y patea a la hembra para después hacer intentos de monta que culminan con la cópula (Tomado de Houpt, 2018).

9.4 Factores que afectan el comportamiento sexual del macho

Los aspectos clave del entorno externo que afectan el comportamiento sexual del verraco son los factores sociales, sexuales y psicomotrices (Hemsworth y Tilbrook, 2007).

9.4.1 Factores socio-sexuales

En un estudio realizado por Hemsworth *et al.* (1977), observaron que los cerdos criados de 3 semanas a 7 meses de edad sin contacto visual y físico con otros cerdos realizaron menos cópulas y mostraron menos comportamiento sexual que los verracos criados en un grupo solo de verracos o en grupo mixto (hembras y machos). Estas observaciones sugieren que la ausencia de contacto físico o de contacto visual con otros cerdos, afectó negativamente el comportamiento sexual y social del verraco. La falta de contacto físico con otros cerdos induce disminución del comportamiento sexual.

Asimismo, los verracos criados de tres a 30 semanas de edad, sin contacto visual o físico con otros cerdos realizaron menos cópulas y desplegaron menos comportamiento sexual que los verracos criados en grupos de machos o mixto. Estos resultados indican que la falta de contacto físico con otros cerdos disminuye aproximadamente en el 70% en la expresión del comportamiento sexual de los verracos criados sin señales visuales con otros cerdos (Hemsworth *et al.*, 1978).

Finalmente, el entorno social cerca del inicio de la pubertad, y después de que se presenta, también puede afectar el comportamiento sexual de los verracos. Por ejemplo, el aislamiento de los verracos maduros de hembras disminuyó el comportamiento sexual (Hemsworth *et al.*, 1977, 1981); sin embargo, este efecto

no es permanente ya que la re-introducción de verracos que fueron aislados previamente, puede reestablecer el despliegue del comportamiento sexual si se vuelven a poner en contacto con hembras (Hemsworth *et al.*, 1981).

9.4.2 Inhibición psicomotriz

Las lesiones del aparato locomotor y del pene pueden impedir físicamente la cópula, o bien inhibirla debido al dolor. La prevención de lesiones del aparato locomotor y del pene y, a su vez la reducción en el riesgo de disminuir el comportamiento sexual debe incluir atención, diseño y mantenimiento de las áreas de alojamiento y de apareamiento, mediante la supervisión y la asistencia apropiada para la recolección de semen o para el apareamiento. Para este fin se debe de seleccionar rasgos conformacionales hereditarios como son las extremidades y pezuñas (Hemsworth *et al.*, 1989b).

Otro aspecto a considerar es la obesidad ya que puede afectar el comportamiento sexual de los verracos, frecuentemente afectan el desplazamiento y, por lo tanto, la habilidad en el apareamiento. La mala orientación en las montas, como las montas laterales o en la cabeza de la cerda, se observa con frecuencia en los verracos jóvenes (Hemsworth *et al.*, 1977).

10. Detección de estro e Inseminación artificial

El uso de la inseminación artificial (IA) para la cría de cerdos ha sido fundamental para facilitar mejoras en la fertilidad, la eficiencia laboral, la genética y la producción (Knox, 2015). La técnica de inseminación artificial es útil en el campo de la producción porcina porque esta técnica no solo resuelve el problema de infección debido al contacto con el cerdo durante el apareamiento, sino que también mejora la tasa de utilización del macho debido a la dilución del semen (Shimada *et al.*, 2016).

La IA es la forma predominante para la cría comercial de cerdos y se basa en la detección manual del estro ya que ha cambiado drásticamente con respecto al apareamiento natural, que requirió 22 minutos por hembra para la detección del estro y el apareamiento (Flowers y Alhusen, 1992). Hoy en día, la reproducción moderna con IA permite 1 a 2 minutos para la detección del estro y 4 minutos para la IA para cada hembra (Knox *et al.*, 2013).

El estro es el indicador principal para sincronizar la IA, una detección precisa del estro es importante porque gran parte de los datos de fertilidad coinciden en que proporcionar una sola IA es menos efectivo que un sistema de IA múltiple, como resultado, los productores detectan el estro diariamente, lo que ayuda a asegurar que un alto porcentaje de cerdas reciba inseminaciones múltiples (Lamberson y Safranski, 2000).

En la producción intensiva de cerdos con inseminación artificial, el operador debe identificar con precisión el momento óptimo para el servicio, la elección y la

utilización de un procedimiento en la detección de estro tienen influencia en la eficiencia reproductiva (Knox, 2015).

La detección del estro consiste en interacciones entre la hembra y el macho, la mayoría de las granjas requieren IA en presencia de un macho para inducir contracciones miométriales que ayudan en la inseminación y el transporte de espermatozoides (Langendijk *et al.*, 2005).

Una alternativa para la detección del estro es la introducción de una hembra al corral del verraco, durante este procedimiento se utiliza al verraco para obtener la respuesta de pie en la hembra usando un procedimiento de detección de estro muy práctico y eficiente como el uso de la prueba de contrapresión, la exposición del verraco se realiza dura de 1 a 2 minutos en el pasillo por delante de las cerdas, mientras que un técnico aplica presión en la parte trasera (Yeste *et al.*, 2014) donde la mayoría de las cerdas en estro muestran reacción permanente a la presión en el dorso por parte del técnico. Los signos que presenta la cerda son vulva enrojecida y con aumento de volumen días antes de la receptividad, actividad motora aumentada y vocalizaciones (Hemsworth, 1985).

Durante la IA es importante la prevención de la introducción de bacterias en el tracto reproductivo de la cerda para esto se requieren procedimientos sanitarios que incluyen la limpieza de la vulva para eliminar la orina y las heces y el uso de un catéter nuevo o limpio, otro aspecto es la manipulación del semen ya que debe estar a una temperatura de entre 15-17° C antes de ser administrado (Knox, 2015).

Para la IA convencional, la varilla se lubrica y se inserta en la vagina para el paso hacia el cuello uterino, al colocar correctamente el catéter en el cuello

uterino, el recipiente de la dosis de semen se une al catéter y se permite que el semen fluya hacia el cuello del útero usando la gravedad y una presión suave durante un período de 3 a 4 minutos mientras se aplica la contrapresión (Knox *et al.*, 2013).

Para inseminación artificial intrauterina (IUA), se pasa una varilla interna al cuerpo uterino a través del catéter bloqueado en el cuello uterino, y se deposita un volumen reducido de inseminación mediante la presión en solo unos segundos. Éste método de IA es el más utilizado en las granjas porcinas actualmente (figura 8; Knox, 2015).

Detección de estro en unidades de producción porcina



Figura 8. Detección de estro en la cerda: a) paseo del verraco en el pasillo adyacente para estimular a la cerda, b) la cerda presenta aumento en la su actividad motora al observar al verraco, c) para después presentar una respuesta de inmovilidad a la presión del lomo por parte del técnico, d) y al final ser inseminada mediante la técnica intrauterina (Tomada de Granja San Alberto, Navojoa, Sonora, 2018).

11. CONCLUSIÓN

El sustento de las unidades de producción porcina depende de su capacidad de reproducción, de ahí que el comportamiento sexual y los factores que lo afectan son determinantes para los sistemas de producción. Además, existen los factores internos y externos que perjudican a la cerda desde el inicio de la actividad sexual y durante su vida reproductiva, con el propósito de contrarrestar dichos factores se hace necesario identificar las conductas sexuales desplegadas por el macho y la hembra para una mejor detección de estro en las cerdas para monta o inseminación artificial logrando así una producción eficiente de la piara.

12. LITERATURA CITADA

- Álvarez, R. J., R. A. Medellín. 2005. Sus scrofa (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Arellano, D.A., 2009. Características de la producción porcina en México. Monografía. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Buenavista. Saltillo. México. 50 p.
- Arey, D.S., S.A. Edwards. 1998. Factors affecting aggression between sows after mixing and the consequences for welfare and production. *Livestock Production Science*. 56:61–70.
- Beach, F.A. 1976. Sexual attractivity, proceptivity and receptivity in female mammals. *Hormones and Behavior*. 7:105-138.
- Bidanel, J.P., J. Gruand, C. Legault. 1996. Genetic variability of age and weight at puberty, ovulation rate and embryo survival in gilts and relations with production traits. *Genetics Selection Evolution*. 28:103–115.
- Christenson, R.K. 1981. Influence of confinement and season of the year on puberty and estrous activity of gilts. *Journal of Animal Science*. 52:821-830.
- De Rensis, F., A.J. Ziecik, R.N. Kirkwood. 2017. Seasonal infertility in gilts and sows: Actiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology*. 96:111-117.
- Einarsson, S., Y. Brandt, N. Lundeheim, A. Madej. 2008. Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 50:48-55.
- Evans, A.C.O., J.V. O'Doherty. 2001. Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. *Livestock Production Science*. 68:1-12.
- Fatet, A., M.T.P. Rubio, B. Leboeuf. 2011. Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*. 124:211-219.

- Ferguson, E.M., J. Slevin, M.G. Hunter, S.A. Edwards, C.J. Ashworth. 2007. Beneficial effects of a high fibre diet on oocyte maturity and embryo survival in gilts. *Reproduction*. 133:433–439.
- Flowers, W.L., H.D. Alhusen. 1992. Reproductive performance and estimates of labor requirements associated with combinations of artificial insemination and natural service in swine. *Journal of Animal Science*. 70:615–621.
- Fuentes, C.M., L.G. Pérez, H.Y. Suárez, P.M. Soca. 2006. Características reproductivas de la cerda: influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 7:1-36.
- Graves, K.L. 2015. Factors associated with puberty onset and reproductive performance of gilts. Thesis. Master of Science. Iowa State University. Ames. Iowa. USA. 133 p.
- Hafez, B., E.S.E. Hafez. 2000. *Reproduction in Farm Animals. Reproductive cycles*. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins. Maryland. USA. Pp. 55-67.
- Hausman, G.J., C.R. Barb, C.A. Lents. 2012. Leptin and reproductive function. *Biochimie*. 94:2075-2081.
- Hemsworth, P.H., C.G. Winfield, R.G. Beilharz, D.B. Galloway. 1977. Influence of social conditions post-puberty on the sexual behaviour of the domestic male pig. *Animal Production*. 25:305–309.
- Hemsworth, P.H., J. K. Findlay, R. G. Beilharz. 1978. The importance of physical contact with other pigs during rearing on the sexual behaviour of the male domestic pig. *Animal Production*. 27:201–207.
- Hemsworth, P.H., C. G. Winfield, W. A. Chamley. 1981. The influence of the presence of the female on the sexual behaviour and plasma testosterone levels of the mature male pig. *Animal Production*. 32:61–65.
- Hemsworth, P.H. 1985. Sexual behavior of gilts. *Journal Animal Science*. 61:75-85.

- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett. 1989. Behavioral responses affecting gilt and sow reproduction. *Journal of Reproduction and Fertility*. Supplement 40:343–354.
- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett, G.J. Coleman, C. Hansen. 1989a. A study of relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpersons and level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. *Applied Animal Behaviour Science*. 23:301-314.
- Hemsworth, P.H., C. Hansen, C.G. Winfield. 1989b. The influence of mating conditions on the sexual behaviour of male and female pigs. *Applied Animal Behavior Science*. 23:207–214.
- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett, D. Treacy, P. Madgwick. 1990. The heritability of the trait fear of humans and the association between this trait and subsequent reproductive performance of gilts. *Applied Animal Behavior Science*. 25:85–95.
- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett. 1992. The effects of early contact with humans on the subsequent level of fear of humans in pigs. *Applied Animal Behavior Science*. 35:83–90.
- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett, G.J. Coleman. 1993. The human–animal relationship on agriculture and its consequences for the animal. *Animal Welfare*. 2:33–51.
- Hemsworth, P.H., A.J. Tilbrook. 2007. Sexual behavior of male pigs. *Hormones and Behavior*. 52:39-44.
- Hemsworth, P.H., D.J. Mellor, G.M. Cronin, A.J. Tilbrook. 2015. Scientific assessment of animal welfare. *New Zealand Veterinary Journal*. 63:24–30.
- Hemsworth, P.H., R.S. Morrison, A.J. Tilbrook, K.L. Butler, M. Rice, S.J. Moeller. 2016. Effects of varying floor space on aggressive behavior and cortisol concentrations in group-housed sows. *Journal of Animal Science*. 94:4809–4818.

- Houpt, K.A. 2018. Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists. Sexual behavior. 6th ed. Wiley Blackwell. New York. USA. Pp. 83-126.
- Houseknecht, K.L, C.A. Baile, R.L. Matteri, M.E. Spurlok. 1998. The Biology of Leptin: A Review. Journal of Animal Science. 76:1405-1420.
- Hutchens, L. K., R.L. Hintz, R.K. Johnson. 1982. Breed comparisons for age and weight at puberty in gilts. Journal of Animal Science. 55:60–66.
- Jarrett, S., C.J. Ashworth. 2018. The role of dietary fiber in pig production, with a particular emphasis on reproduction. Journal of Animal Science and Biotechnology. 9:59-69.
- Jiménez, V.G., R.M. Peñafiel, G.E. Gutiérrez, E.R. Flores. 2017. Evaluación del estrés nutricional “Flushing” en los índices reproductivos de marranas mestizas nulíparas y primíparas. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales. 4:92-97.
- Klein, B.G. 2013. Cunningham’s Textbook of Veterinary Physiology. Reproduction and Lactation. 5th ed. Elsevier. Virginia. USA. Pp. 408-459.
- Knox, R.V. 2005. Recruitment and selection of ovarian follicles for determination of ovulation rate in the pig. Domestic Animal Endocrinology. 29:385–397.
- Knox, R.V., S.L. Rodriguez Zas, N.L. Slotter, K.A. McNamara, T.J. Gall, D.G. Levis, T. J. Safranski, W. L. Singleton. 2013. An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms. Journal of Animal Science. 91:433–445.
- Knox, R.V. 2015. Artificial insemination in pigs today. Theriogenology. 85:83-93.
- Kyriazakis, I., C.T. Wittemore. 2006. Wittemore’s Science and Practice of Pig Production. Reproduction. 3rd ed. Blackwell Publishing. Iowa. USA. Pp. 104-146.

- Lamberson, W.R., T.J. Safranski. 2000. A model for economic comparison of swine insemination programs. *Theriogenology*. 54:799–807.
- Langendijk, P., N.M. Soede, B. Kemp. 2005. Uterine activity, sperm transport, and the role of boar stimuli around insemination in sows. *Theriogenology*. 63:500–513.
- Magnabosco, D., E.C.P. Cunha, M.L. Bernardi, I. Wentz, F.P. Bortolozzo. 2014. Effects of age and growth rate at onset of boar exposure on oestrus manifestation and first farrowing performance of Landrace x Large White gilts. *Livestock Science*.169:180-184.
- Małopolska, M.M., R. Tuz, B.D. Lambert, J. Nowicki, T.Schwarz. 2018. The replacement gilt: Current strategies for improvement of the breeding herd. *Journal of Swine Health and Production*. 26:208-214.
- Mavrogenis, A.P., O.W. Robison. 1976. Factors effecting puberty in swine. *Journal of Animal Science*. 42:1251–1255.
- Murphy, S.G. 2017. Correlated responses to selection for age at puberty in swine. Thesis. Master of Science. North Carolina State University. North Carolina. USA. 117p.
- Pacheco, E. 2015. Assessing the well-being of gestating submissive sows in group pens using multiple welfare metrics. Thesis. Master of Science. University of Illinois. Urbana, IL. 97 p.
- Pedersen, L.J. 2007. Sexual behavior in female pigs. *Hormones and Behavior*. 52:64-69.
- Rampacek, G.B., R.R. Kraeling, T.E. Kiser. 1981. Delayed puberty in gilts in total confinement. *Theriogenology*. 15:491-499.
- Rault, J.S., R.S. Morrison, C.F. Hansen, L.U. Hansen, P.H. Hemsworth. 2014. Effects of group housing after weaning on sow welfare and sexual behavior. *Journal of Animal Science*. 92:5683-5692.

- Reese, W.O., E.W. Rowe. 2017. In *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals. Male and Female Reproduction*. 5th ed. Wiley Blackwell. Iowa. USA. Pp. 412-459.
- Rekiel, A., J. Więcek, S. Rafalak, J. Ptak, T. Blicharski. 2013. Effect of size of the litter in which Polish Landrace and Polish Large White sows were born on the number of piglets born and reared. *Scientific Annals of Polish Society of Animal Production*. 9:41-48.
- Salak-Johnson, J.L. 2017. Social status and housing factors affect reproductive performance of pregnant sows in groups. *Molecular Reproduction and Development*. 84:905-913.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2017. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>. Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2018.
- Shimada, M., Y. Yamashita, T. Okazaki. 2016. Developed of artificial insemination technique in pig production base don the evidense of physiology and molecular biology in reproductive organs. *AGri-Bioscience Monographs*. 6:59-83.
- Signoret, J.P. 1970. Reproductive behavior in pigs. *Journal of Reproduction and Fertility*. 11:105.
- Signoret, J.P. 1971. The reproductive behavior of pigs in relation to fertility. *Veterinary Record*. 88:34-38.
- Signoret, J.P., B.A. Baldwin, D. Fraser. 1975. The behaviour of swine. In E.S.E. Hafez (Ed.). *Behaviour of Domestic Animals*. Beilliéri Tindall. London: pp. 295-329.
- Soede, N.M., P. Langendijk, B. Kemp. 2011. Reproductive cycles in pigs. *Animal Reproduction Science*. 124:251-258.

- Tanida, H., A. Miura, T. Tanaka, T. Yoshimoto. 1995. Behavioural response to humans in individually handled weanling pigs. *Applied Animal Behavior Science*. 42:249–259.
- Tilbrook, A.J., P.H. Hemsworth. 1990. Detection of oestrus in gilts housed adjacent or opposite boars or exposed to exogenous boar stimuli. *Applied Animal Behavior Science*. 28:233–245.
- Ungerfeld, R. 2002. Reproducción en los Animales Domésticos. Tomo I. Comportamiento sexual. Melibea (Ed.). Facultad de Veterinaria. Montevideo. Uruguay. Pp. 179-190.
- Vallet, J.L., J.R. Miles, L.A. Rempel, D.J. Nonneman, C.A. Lents. 2015. Relationships between day one piglet serum immunoglobulin immunocrit and subsequent growth, puberty attainment, litter size, and lactation performance. *Journal of Animal Science*. 93:2722– 2729.
- Van Den Brand, H., N.M. Soede, B. Kemp. 2000. Dietary energy source at two feeding levels during lactation of primiparous sows: II. Effects on periestrus hormone profiles and embryonal survival. *Journal of Animal Science*. 78:405–411.
- Van Wettere, W.H.E.J., M. Mitchell, D.K. Revell, P.E. Hughes. 2016. Pre-and peripuberal feed intake: effects on age at puberty and potential litter size of replacement gilts. *Animal Production Science*. 57:1040-1047.
- Verdon, M., C.F. Hansen, J.L. Rault, E. Jongman, L.U. Hansen, K. Plush, P.H. Hemsworth. 2015. Effects of group housing on sow welfare: A review. *Journal of Animal Science*. 93:1999–2017.
- Yeste, M., E. Estrada, E. Pinart, S. Bonet, J. Miró, J.E. Rodríguez-Gil. 2014. The improving effect of reduced glutathione on boar sperm cryotolerance is related with the intrinsic ejaculate freezability. *Cryobiology*. 68:251–261.
- Young, M.G., M.D. Tokach, F.X. Aherne, S.S. Dritz, R.D. Goodband, J.L. Nelssen, T.M. Loughin. 2008. Effect of space allowance during rearing and selection criteria on performance of gilts over three parities in a commercial swine production system. *Journal of Animal Science*. 86:3181–3193.