



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“MANEJO DE LA HEMBRA REPRODUCTORA Y EL SEMENTAL
PORCINO”**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

SHEIDY RUBÍ DESIDERIO BENÍTEZ

ASESORES:

DRA. MARÍA ANTONIA MARIEZCURRENA BERASAIN

M. en DAES RENÉ AYALA OCAMPO

DR. RAFAEL CANO TORRES



EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO.

, 2023.

TÍTULO

MANEJO DE LA HEMBRA REPRODUCTORA Y EL SEMENTAL PORCINO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.	1
2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.	3
2.1 Manejo reproductivo de las cerdas nulíparas y multíparas.	3
2.1.1 Ciclo estral.	4
2.1.1.1 Estimulación e inducción a la pubertad.	6
2.1.1.2 Detección del estro.	8
2.1.1.3 Sincronización e inducción del estro.	10
2.1.2 Monta natural.	12
2.1.2.1 Tiempos de la eyaculación.	13
2.1.3 Inseminación artificial.....	13
2.1.3.1 Evaluación de dosis seminales por microscopía.	15
2.1.3.2 Técnicas de inseminación artificial.	16
2.1.5 Diagnóstico de gestación.	19
2.1.5.1 Técnica de no retorno al estro.	20
2.1.5.2 Ecografía.	21
2.1.6 Alojamiento de cerdas gestantes.	22
2.1.6.1 Alimentación.	24
2.1.7 Manejo sanitario.....	25
2.2 Cerdas al parto.....	26
2.2.1 Alojamiento.	26
2.2.2 Etapas y signos del parto.....	27
2.2.3 Inducción y sincronización del parto.	29
2.3 Cerdas al destete.	29
2.3.1 Reinicio de la actividad cíclica.	30
2.3.2 Alimentación.	31
2.4 El semental.	32
2.4.1 Selección de sementales.	32
2.4.1.1 Características deseables.	33
2.4.2 El semental en la detección del estro.	35
2.4.3 El semental en la recolección de semen.....	37
2.4.3.1 Técnica de la mano enguantada.	38
2.4.3.2 Instalaciones.....	38

2.4.4 El semental en la monta natural.....	39
2.4.5 Alimentación.	40
2.4.6 Alojamiento.	40
3 JUSTIFICACIÓN.....	43
4 OBJETIVO GENERAL.....	44
5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	44
6 MATERIAL.....	46
7 MÉTODO.....	47
8 LÍMITE DE ESPACIO.....	49
9 LÍMITE DE TIEMPO.....	50
10 LITERATURA CITADA.....	51

1 INTRODUCCIÓN.

La porcicultura implica a todas las actividades que integran la crianza, alimentación y posterior comercialización de cerdos. En la actualidad, la producción porcina sigue creciendo y se mantiene como una de las industrias importantes del país, produciendo más de un millón de toneladas al año (INAES, 2018).

Actualmente, la industria porcina se encuentra cada vez más regulada por criterios de calidad, por ello, el sistema se rige por un sistema de calidad y buenas prácticas de producción, ello con la finalidad de que se pueda reducir al máximo los riesgos para la salud animal y humana. Se ha observado que cada vez más el consumidor exige seguridad alimentaria, por lo que la sanidad de los animales, normas de bienestar animal y criterios medioambientales son incluidos en los manejos de producción para obtener mayor confianza y seguridad en el producto final (MBPPGP, 2004).

A través de los años se ha logrado mejorar y alcanzar nuevas tecnologías de producción, nutrición y mejoramiento genético, lo cual se ve reflejado al alcanzar óptimos indicadores productivos y finalmente en la producción de alimento con alto valor biológico de origen porcino (Martínez, 2015).

La especie porcina se caracteriza por ser un mamífero altamente prolífico y se destaca que a través de los años las cerdas han sido mejoradas genéticamente, así como mejorando las condiciones de crianza, dando como resultado tener al menos dos partos por año y con un promedio de 10 lechones. En la industria porcina de México se describen tres sistemas de producción, diferenciándose por el grado de tecnificación, lo cual se refleja en practicidad en el manejo de animales y en la mejora de parámetros productivos y reproductivos (SIAP, 2021).

Por lo anterior, tanto en cerdas reproductoras y sementales resulta necesariamente importante conocer el potencial genético y las principales características a expresar en la siguiente descendencia, del mismo modo, tener un plan sanitario y una adecuada nutrición que cubra los requerimientos necesarios de acuerdo a la etapa fisiológica en que se encuentre el animal, donde también se debe considerar las

instalaciones de alojamiento en donde se ofrezcan las mejores condiciones de confort y bienestar animal (Martínez, 2015).

Es importante mencionar que el manejo del semental tiene gran repercusión reproductora reflejada en el desempeño de la cerda como en el parámetro de tamaño de la camada, por lo que se debe ver al semental a la par que la cerda, como un complemento (Martínez, 2017). Sea cual sea el sistema de producción, el semental representa la mitad del éxito alcanzado en los resultados productivos de la piara (Almaguer *et al.*, 2015).

Así, para que en las granjas se alcance una buena eficiencia productiva, el semental reproductor visto como parte fundamental se debe someter periódicamente a evaluaciones, como la de calidad seminal y en el caso de la hembra, se debe evaluar cuales son los múltiples factores que pudieran estar afectando negativamente la eficiencia reproductiva (Del Valle, 2017).

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Manejo reproductivo de las cerdas nulíparas y multíparas.

En una unidad de producción porcina, el número total de lechones destetados por cerda por año es un parámetro clave a evaluar con la finalidad de determinar la productividad de las cerdas nulíparas y multíparas (Hidalgo, 2014).

Así pues, la productividad de las explotaciones porcinas está relacionada con la preparación y el manejo de las primerizas que serán las que van a sustituir a aquellas cerdas retiradas de grupos o bandas (Quiles y Hevia, 2007a). De este modo, el que se incluyan hembras primerizas en cada banda ayudará a que la edad promedio del hato no sea solamente de hembras longevas, sino que el flujo de producción esté circulando y que aquellas hembras de entre segundo y quinto parto sean las que conforman en mayor parte la piara, ya que está reportado que entre esta edad se encuentran más productivas (PIC, 2007) siendo que a partir del sexto parto en adelante el número de camada disminuye (Hidalgo, 2014).

Bajo este ángulo, algunas afectaciones en los parámetros productivos y reproductivos que se mencionan es que aquellas cerdas primíparas son más susceptibles al estrés por calor, lo que repercute negativamente en la tasa de partos, del mismo modo, cerdas jóvenes de entre 1 y 2 partos tienen lechones de menor peso, menor ganancia diaria de peso y, por ende, menor peso al destete y se vuelven más sensibles a enfermedades, lo que podría elevar la mortalidad de lechones en la granja (Gasa y Casanovas, 2022; Piñero y Lisboa, 2012).

El lograr la meta fijada de servicios semanales, depende directamente de cuantas cerdas destetadas logren entrar a su siguiente celo fértil, del mismo modo, el número de servicios a cumplir está ligado a cuantas hembras primerizas presentan celo. Debido a esto, es necesario que dichas hembras inicien su etapa puberal tan pronto como sea posible, para que al momento de la inseminación artificial se haya presentado y registrado entre dos a tres celos previos y se vea reflejado positivamente en la fertilidad y en una mayor expresión de su potencial genético (Hidalgo, 2014).

Los manejos que se le proporcionan a las hembras primerizas y multíparas en sus diferentes estados fisiológicos como son, durante la presentación del estro, durante la gestación, el parto y lactación y posterior destete representan ser el núcleo del éxito productivo y reproductivo (Falceto *et al.*, 2017).

2.1.1 Ciclo estral.

De acuerdo con Hines (2018) el ciclo estral es una fase en la vida reproductiva de las hembras donde se presentan cambios dinámicos en la secreción o inhibición de hormonas reproductivas que tienen papel controlando la progresión del ciclo estral, en la liberación de óvulos y posterior preparación del útero para el desarrollo de la gestación en la cerda.

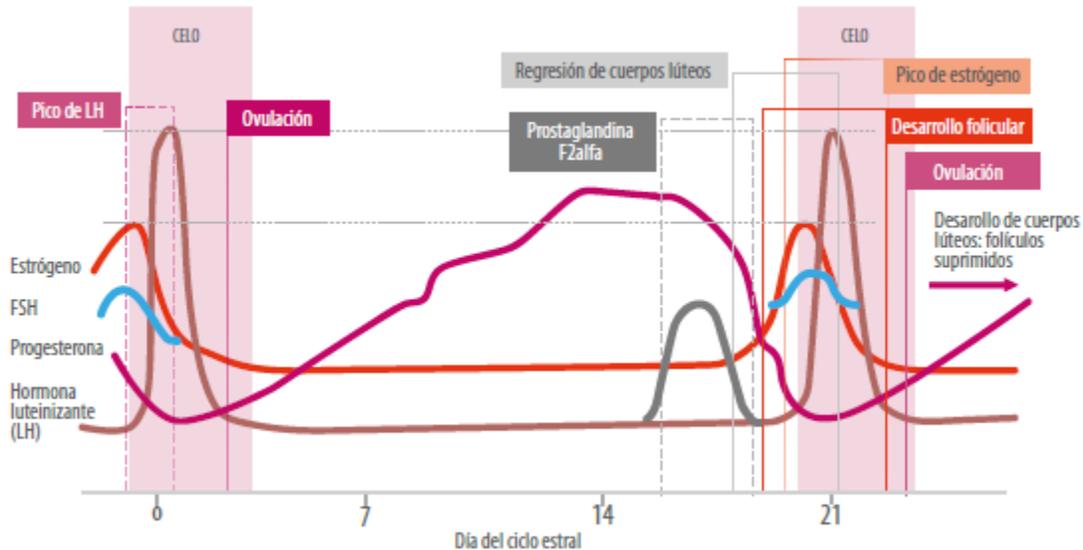
El ciclo reproductivo de la cerda es poliéstrico continuo, es decir, se presenta cada 21 días (Trujillo *et al.*, 2019), pero se debe considerar un rango de variación entre 15 a 28 días (Torrentes *et al.*, 2013).

En el ciclo estral se pueden identificar dos fases, fase folicular y fase lútea. En la primera fase, hay un aumento evidente en la secreción de estrógenos hasta la liberación del óvulo durante el proestro y estro, su duración es de 5 a 7 días. Por su parte, la fase lútea, cuya duración es de 13 a 15 días y presenta también un aumento en la secreción de progesterona desde el desarrollo del cuerpo lúteo en el ovario durante el metaestro y diestro (Trujillo *et al.*, 2019; Hines, 2018).

Proestro, es la primera fase del ciclo estral y dura 2 días, en algunas cerdas esta etapa puede prolongarse excesivamente hasta 5 a 7 días; la segunda fase es el estro, momento en que ocurre la ovulación y dura 2 o 3 días; metaestro es la etapa donde se organiza el cuerpo lúteo y su duración es de 7 días y; diestro que dura unos 9 días (Fuentes *et al.*, 2006).

Durante el proestro, se ve aumento en la secreción de estrógenos y la hormona folículo estimulante (FSH), junto con una ligera secreción pulsátil de hormona luteinizante (LH); en el estro, la secreción de estas hormonas alcanza su liberación máxima, generando así el rompimiento del folículo y provocando la ovulación en las

siguientes 24 a 48 horas. El metaestro es la etapa en donde se observa que la hembra ya no es sexualmente sensible al macho y a nivel hormonal, los estrógenos, LH y FSH decrecen, así, se abre paso a la formación del cuerpo lúteo y a la secreción de progesterona. Por último, el diestro, es la etapa del reconocimiento gestacional, se continúa con la secreción activa de progesterona, pero si al día 15 post servicio no se reconocen ovocitos viables, interviene la prostaglandina F2 alfa (PGF2 α) para ejercer acción sobre la regresión del cuerpo lúteo (Hines, 2018) reduciendo la progesterona en sangre a niveles basales; así, con el paso de la luteolisis se define el final del diestro y se inicia la maduración de nuevos folículos, dando inicio a un nuevo ciclo con el proestro (Geisert *et al.*, 2020; Fuentes *et al.*,



2006).

Figura 1. Cambios hormonales de acuerdo a la etapa del ciclo estral (Fuente: Eusse, 2022).

Geisert *et al.*, (2020) consideran que es importante recalcar que el ciclo estral representa diferencia de duración en primerizas, en donde el estro tiende a ser más corto (entre 24 a 48 horas), en comparación con las cerdas multíparas donde el estro tiende a ser más largo (entre 24 a 96 horas). Y, el momento de la ovulación sucede dentro de las siguientes 36 a 48 horas posteriores a la detección del estro, punto importante para tener un resultado exitoso en el servicio de las hembras (Espinosa, 2015).

2.1.1.1 Estimulación e inducción a la pubertad.

Gutiérrez et al., (2008) definen pubertad como la etapa donde se presenta el primer ciclo sexual en las hembras y cuando se tiene la capacidad de desarrollar gametos viables para reproducirse, sin embargo, el inicio de la pubertad no significa madurez sexual. El momento de inicio a la pubertad depende de diferentes factores como la condición corporal (CC: ideal entre 2.5 – 3.0), peso (80 – 120 kg) y la edad en que se inicia el contacto con el verraco, pero se toma un promedio de entre 150 - 220 días de edad (*Soede et al., 2011*).

Se debe considerar que el manejo de la hembra nulípara inicia a partir de su entrada al sistema de producción y hasta que una segunda gestación es confirmada por medio de algún método diagnóstico (*Roldán et al., 2020*). El inicio temprano en la estimulación de la pubertad, permite precisar aquellas cerdas que serán más productivas durante su vida (*Quiles y Hevia 2007b*) y reduce la edad a la que las primerizas alcanzan la pubertad (*Kemp et al., 2005*), uno de los mejores métodos para dicha práctica es la exposición al verraco maduro, que permita el contacto visual y físico con las hembras, conocido como “efecto macho”, con la finalidad de inducir la pubertad y mantener su periodicidad regular cada 21 días (*Quiles y Hevia 2007b*).

Además de la producción de esperma, se conoce que los sementales brindan cualidades muy importantes como son señales táctiles, olfativas (por medio del olor fuerte y característico que desprende un verraco), feromonas (que se liberan a través de la orina y salivación), auditivas (gruñidos) y visuales muy útiles para identificar el momento en que la hembra se encuentra en estro (*Kemp et al., 2005*). Así, el estro se presenta como resultado a que el macho genera señales hormonales en las hembras para la estimulación y activación del eje hipotálamo - hipofisario - ovárico (*Falceto et al., 2017*).

Para desarrollar la práctica efecto macho, se debe considerar que las cerdas deben tener al menos 130 días de edad, cuyo método más aceptado es la visita diaria de hasta 3 veces al día en grupos de primerizas al corral del verraco, donde se permita

el contacto físico durante 10 a 15 minutos, según evidencias, la visita al corral del verraco muestra mayores resultados ya que, se produce un estrés temporal ambiental durante el movimiento en las cerdas y, además, la estimulación es mayor porque el olor del verraco en el corral es más pronunciado; sin embargo, la literatura también menciona que la visita puede ser del verraco al corral o jaulas de primerizas y un tercer método es alojar a las primerizas en corrales con barrotes laterales y en un corral adyacente tener al semental, para que haya contacto frecuente visual y físico (nariz con nariz), pero este último método tiene como inconveniente que las cerdas pueden acostumbrarse a los estímulos del verraco y como consecuencia mostrar celos silenciosos y más cortos (Belstra *et al.*, 2021). Kemp *et al.*, (2005) señalan que, este último método no debería presentar inconvenientes siempre y cuando se use un verraco diferente al alojado en el corral aledaño de las primerizas y con buenas características físicas para la detección de celos.

Otros métodos aceptados para la estimulación de la pubertad son generar estrés en las cerdas para la secreción mediada en la concentración de cortisol, pero se debe asegurar que las primerizas no estarán sometidas a altos niveles de estrés crónico, ya que de ser este el caso, puede afectar negativamente inhibiendo el comienzo de la pubertad (Hidalgo, 2014).

El estrés por la reubicación y mezcla de hembras de la misma edad, pero de diferentes grupos, considerando una densidad animal en corral de entre 2 a 3 m² por primeriza (mínimo de 1.4 m²; Kraeling y Webel, 2015), se recomiendan grupos de 9 hembras en adelante, pero sin llegar al hacinamiento. Otra práctica común es el generar estrés por transporte en un vehículo, método a realizar antes de iniciar la estimulación con el verraco, y, por último, la utilización y administración de gonadotropinas comerciales (eCG: Gonadotropina Coriónica equina y hCG: Gonadotropina Coriónica humana), sin embargo, la respuesta a estas hormonas exógenas no indica madurez sexual total de las hembras (Geisert *et al.*, 2020; Knox, 2019; Hidalgo, 2014).

De acuerdo con Falceto *et al.*, (2017) y Estill (2000) se cuenta como retraso de la pubertad a aquella hembra mayor de 8 meses que no ha tenido su primer ciclo

estral. Por lo que se puede hacer uso de la inducción farmacológica, comercialmente PG 600, es el único preparado hormonal disponible como inyección IM que contiene 400 UI de eCG y 200 UI de hCG, por lo que el primer ciclo estral se presentará dentro de los siguientes 3 a 7 días, importante considerar que este protocolo es para hembras que no cuentan con el eje hipotálamo-hipofisario-ovárico no se encuentra cíclico. Además, de acuerdo con [De Rensis y Kirkwood \(2016\)](#) la dosis de eCG se debe condicionar conforme a la edad de la cerda, puede aumentar de 900 hasta 1 000 UI para estimular el estro, sobre todo en aquellas nulíparas jóvenes que durante la época calurosa los niveles de LH suelen ser bajos.

Bajo el uso de estas gonadotropinas, se tiene la ventaja de saber con exactitud la fecha del siguiente estro de aquellas cerdas que fueron estimuladas pero que no se les dio el servicio ([Estill, 2000](#)).

Knox (2019) sugiere que la combinación de métodos hace más efectivo este manejo y asegura un mayor porcentaje de éxito en la estimulación e inducción precoz de la pubertad.

2.1.1.2 Detección del estro.

El estro es el estado del ciclo reproductivo en el que la hembra es capaz de permitir el servicio, existe así una relación directa entre la actividad folicular de los ovarios y la susceptibilidad sexual ([Fuentes et al., 2006](#)).

Durante el periodo del estro, las hormonas gonadales, estrógeno y progesterona, actúan sobre el cerebro, que reacciona creando patrones de comportamiento sexual como son nerviosismo e inquietud, pero que a la presencia del macho la hembra muestra reflejo de inmovilidad (considerado como el comportamiento clave del estro), lordosis y orejas levantadas, en alojamiento en grupo se puede observar olfateo anogenital y en los flancos, monta de otras cerdas, búsqueda del verraco y a menudo una disminución en la ingesta de alimento; los signos observados son vulva edematizada y enrojecida (más notable en primerizas), secreción vulvar mucosa (momento para la prueba de “verificación del pulgar”) y con frecuencia micción, dichos comportamientos y signos son apropiados y determinantes para

permitir la cópula (Geisert *et al.*, 2020; Pedersen, 2007; Cornou, 2006; Flowers, 2006).



Figuras 2 y 3. Lado izquierdo detección de estro en grupo, lado derecho detección de estro en jaula (Fuente: Knox, 2017).

Para el caso de hembras alojadas en grupo se debe considerar que la jerarquía puede limitar los patrones de comportamiento del celo, por lo que es recomendable que los grupos sean homogéneos (Cornou, 2006).

Una vez que la hembra ha mostrado los signos y comportamientos propios del estro, se presenta el llamado periodo refractario, durante este estado la hembra que está en celo no permite otra estimulación por aproximadamente 30 a 60 minutos, pasado este periodo, la hembra volverá a estar susceptible a la estimulación y es cuando se efectúa el servicio (Belstra *et al.*, 2021).

Las cerdas destetadas, comenzarán la exposición al verraco el día posterior al destete diariamente y hasta por dos veces al día, con una diferencia de entre 8 a 12 horas por exposición, la práctica puede ser en corral o jaula, pero el verraco no debe estar alojado cerca para que las cerdas no se habitúen al estímulo, el estro tendrá lugar entre los 4 a 8 días post destete; en las cerdas apareadas, el protocolo de detección es el mismo, pero se debe brindar especial atención entre los días 18 a 24 y múltiplos, donde puede presentarse el siguiente estro en caso de que la hembra haya perdido la gestación por cualquiera que sea el motivo; cerdas abiertas o sin registro, tendrán exposición diaria al semental; igualmente cerdas primerizas, que hayan cumplido con su tratamiento hormonal si es el caso, checar estros cada 21 días, más o menos 3 días (Belstra *et al.*, 2021; Johnson, 2012).

El verraco juega un papel fundamental al brindar diferentes estímulos olfativos y táctiles en la detección del estro, por ello, la precisión es mayor cuando el operador realiza diferentes estímulos táctiles a las cerdas en presencia del verraco (Soede *et al.*, 2011).

La detección del estro es una actividad que involucra el conocimiento y práctica por parte del operador, además que, debe realizarse con tiempo preciso para no cometer errores, ya que estos errores afectan el rendimiento reproductivo y suman días no productivos a la piara (Belstra *et al.*, 2021). También, se vuelve necesario que en la piara se cuente con registros sobre los celos presentados en las hembras, esto con la finalidad de que exista un control acerca de los tratamientos hormonales, si es el caso, y para planificación del flujo de producción semanal (Falceto *et al.*, 2017).

2.1.1.3 Sincronización e inducción del estro.

Flowers (2006) define la sincronización como aquellas prácticas que involucran métodos de manejo y también farmacológicos en cerdas, que brindan la capacidad de controlar con precisión la presentación del estro, no obstante, existe diferencia de aplicación en dichas prácticas, ya que los protocolos a emplear son diferentes entre cerdas nulíparas y cerdas múltiparas.

Durante los últimos, la sincronización estral ha tomado más relevancia, ya que, en la mayoría de las granjas se maneja el flujo de producción en bandas o lotes (De Rensis y Kirkwood, 2016). Cuando en la granja se lleva a cabo el manejo en bandas (formando grupos de cerdas y respetando el concepto “todo dentro-todo fuera”) el porcentaje medio a introducir en cada banda es de 20 a 25% de hembras primerizas y el resto de múltiparas, por lo que se debe controlar la presentación del estro, para que ciclen de manera sincronizada y así sean incluidas en la banda correspondiente (Quiles y Hevia, 2007a), donde la inseminación artificial (IA) sea de acuerdo a los horarios programados (De Rensis y Kirkwood, 2016) y que, los partos en la granja también sean manejados por lotes (Kauffold *et al.*, 2007).

Farmacológicamente, las hormonas exógenas utilizadas para la sincronización del estro son las prostaglandinas y progestágenos, las primeras funcionan provocando luteolisis, pero en la especie porcina esta hormona no tiene la capacidad de ejercer acción luteolítica hasta los días 12 a 14 del ciclo estral, como consecuencia a que no existen los receptores necesarios para la PG, el uso de la PG está indicado cuando se presenta pseudogestación; de manera contraria, los progestágenos que funcionan bloqueando el crecimiento folicular y alargando la duración del cuerpo lúteo, al dejar de administrar el producto, inicia el proestro que abre paso a la ovulación, los progestágenos son comúnmente usados en cerdas primerizas y multíparas (Trujillo *et al.*, 2019; Gutiérrez, 2008).

El protocolo más común con progestágenos que la literatura menciona es el uso de Altrenogest (Regumate®), el cual actúa inhibiendo el crecimiento folicular por bloqueo en la secreción de LH endógena y resulta una fase luteal prolongada, está indicado para cerdas nulíparas que estén ciclando (5 ml/cerda/día por 18 días o 5 mg/cerda/día durante 14 a 18 días) y multíparas (15 a 30 mg/cerda/día durante 3 a 5 días postdestete o 5 ml/cerda/día por 5 días), se encuentra disponible para su administración vía oral incluido en el alimento, posterior al término del tratamiento se inicia la fase folicular y las cerdas presentan estro entre los 5 a 8 días promedio, su uso es más común debido a la baja incidencia de quistes foliculares que ha demostrado tener, aunque está reportado que a consecuencia de una subdosificación (menos de 13 mg/día/cerda) los quistes foliculares pueden presentarse (De Rensis y Kirkwood, 2016; Carr y Kirkwood, 2016; González *et al.*, 2015; Kauffold *et al.*, 2007).

La inducción al estro en cerdas destetadas, es una práctica que consiste en la aplicación de gonadotropinas como eCG sola a dosis de 400 y hasta 1000 UI, dependiendo el número de partos en las cerdas, a la par, se puede administrar hCG a dosis de 200 y 400 UI, vía IM o SC y puede ser al momento del destete o 48 horas post destete. Diferentes estudios demuestran que el intervalo destete-estro disminuye cuando se aplican estas hormonas y también se tiene como ventaja un ligero incremento en el número de lechones nacidos (Trujillo, 2005).

En cerdas destetadas, la sincronización e inducción del estro generalmente se hace mediante manejos adecuados, por lo que el destete en grupos de cerdas se programa para un solo día, esto bloquea el que la cerda reciba los estímulos del amamantamiento por parte del lechón y se genere una secreción de gonadotropinas con lo que desencadena el crecimiento, desarrollo folicular y la sincronización del estro en los próximos 4 a 7 días (Flowers, 2006). El alojamiento en grupo muestra tener efecto positivo en la sincronización cuando hay interacción con cerdas en estro (Pedersen, 2007).

Además, el uso del verraco es otro manejo muy utilizado en la sincronización e inducción estral, que combinado con el uso de hormonas exógenas aumenta el éxito durante la época del empadre (Ponce *et al.*, 2018).

2.1.2 Monta natural.

Trujillo *et al.*, (2019) mencionan que “el método de monta natural contempla el manejo del verraco y sus oportunidades para dar cubrición a la hembra, montarla y penetrarla”. Por otra parte, es necesario que la conducta fisiológica que refleja la hembra se tome en cuenta para que se dé el servicio por monta natural (Guadalupe, 2005).

Algunas consideraciones a tomar son que, el macho a utilizar debe tener experiencia para que la hembra no lo golpee y no genere acciones que el macho pueda asociar con miedo y negarse al manejo durante la monta, además, el peso del semental no debe exceder el doble del peso de la hembra para evitar lesiones y de preferencia, es la hembra quien debe visitar el corral del verraco para que él se pueda expresar libremente y la monta sea exitosa (Espinosa, 2015).

Tipo de animal	Detección de celo	Primera monta	Segunda monta	Tercera monta
Primeriza	Mañana	Mañana del mismo día	Tarde del mismo día	Mañana
Adulta (destetada)	Mañana	Mañana del mismo día	Tarde	Mañana

Cuadro 1. Momento óptimo para realizar la monta después de la detección del estro (Fuente: Espinosa, 2015).

Resulta importante mencionar que la proporción macho: hembra en monta natural es de 20 a 30 cerdas por verraco, por ello, esta práctica en la actualidad es mayormente utilizada en granjas de traspatio (Paz, 2020).

2.1.2.1 Tiempos de la eyaculación.

La eyaculación en el verraco consta de tres fracciones, donde la primera es pre espermática y proviene de la próstata y se identifica por su consistencia acuosa y transparente, con baja concentración de células espermáticas. La segunda fracción es rica en espermatozoides o espermática, de color blanco lechoso y muy densa, esta fracción es la de mayor interés en recolectar para la inseminación artificial. Por último, la fracción post espermática, donde la carga de espermatozoides es más baja y su consistencia vuelve a ser translúcida y con grumos gelatinosos llamados tapioca proveniente de la glándula de Cowper, cuya función es que, durante la monta natural ejerzan acción formando un tapón en el cérvix con la finalidad de evitar el reflujo del contenido espermático y además impedir infecciones en el útero. La eyaculación dura entre 4 a 7 minutos y se considera que el contenido espermático es de 150 a 250 mL. (Rodríguez, 2021; Trujillo *et al.*, 2019; Torrentes *et al.*, 2013).

2.1.3 Inseminación artificial.

La inseminación artificial (IA), es la práctica ejecutada que, por medio de diferentes técnicas y equipo logra la introducción de células espermáticas de un verraco previamente seleccionado, en el útero o vagina de la cerda (Bandilla, 2017). A través de la historia se ha ido perfeccionando la técnica de IA y a alcanzado nuevos objetivos, se menciona que en un inicio la principal meta a lograr durante su desarrollo era el evitar la dispersión de enfermedades y agentes infecciosos (Broekhuijse *et al.*, 2012), que aun cuando la mayoría de los agentes no producen enfermedad grave, se pueden observar abortos, fallas en la gestación, endometritis y daños en las células espermáticas; sin embargo, hoy en día la inseminación artificial ocupa un gran papel en el éxito de la producción porcina, entre diversos

beneficios podemos atribuir principalmente un alcance mayor en el porcentaje de la fertilidad, mejora genética (acelera y precisa la mejora genética; Roca *et al.*, 2006) y mayor eficiencia laboral (en monta natural el tiempo es de 22 minutos/hembra, el tiempo para la IA es de 4 minutos/hembra), así como ahorro en la mano de obra (al desarrollarse catéteres desechables que ahorran la mano de obra en la limpieza de equipo) además, esta práctica se puede utilizar de manera efectiva sin importar el tipo de instalaciones (Knox, 2015). Además de que también, reduce significativamente el inventario de sementales en una granja, lo que se traduce como un ahorro en instalaciones, alimentación, manejos y demás (Guadalupe, 2005).

Gracias a las diferentes técnicas practicadas en la inseminación artificial se ha logrado definir con exactitud las ventajas de cada una, en donde se puede destacar que, de acuerdo a la profundidad de la técnica aplicada (inseminación cervical, inseminación post cervical, inseminación intrauterina profunda), la cantidad de espermatozoides por dosis seminal necesaria disminuye considerablemente (García *et al.*, 2019b). Al día de hoy, un verraco produce de 20 a 40 dosis seminales si su dilución es de 2 500 a 3 000 millones de espermatozoides, para usarse en IA cervical, pero puede diluirse aún más y proporcionar de 40 a 60 dosis con 1 500 a 2 000 millones de espermatozoides para ser usadas en IA post cervical o intrauterina profunda (Knox, 2015).

Actualmente, aunque existen diferentes métodos de conservación para dosis seminales, cerca del 99% de las IA se realizan con dosis seminales refrigeradas a temperatura de 15 a 18°C, dosis aplicadas entre dos a tres veces mientras el estro sigue presente (Quintero *et al.*, 2016), ya que su duración se puede ver modificada entre granjas por el estrés, la habituación al contacto con el verraco, la paridad (son las múltiparas quienes generalmente reciben hasta tres dosis) y el intervalo destete-estro (estros más cortos en intervalos mayores a 6 días) (Soede *et al.*, 2011). La aplicación de varias dosis y la fijación de intervalos entre cada IA tiene como finalidad obtener una buena concepción, por lo que, al no conocerse con exactitud el momento de la ovulación, las células espermáticas deben estar en el tracto

reproductivo de la cerda “esperando la ovulación”, ya que el óvulo pierde fertilidad rápidamente en las próximas 4 horas (Pedersen, 2007).

Durante la IA no existe la llamada tapioca que está presente en la monta natural, debido a esto, las contracciones uterinas generan reflujo de la dosis seminal, pero las múltiples IA aseguran una buena concepción, además, dichas contracciones también ayudan al transporte del esperma (Knox, 2015).

Tipo de cerda	Primera IA	Segunda IA	Tercera IA
Primeriza	0 horas, al momento de detectar el estro	12 horas	24 horas
Destetada	24 horas después de detectar el estro	36 horas	No necesaria
“Problema”	0 horas al momento de detectar el estro	12 horas	24 horas

Cuadro 2. Momento óptimo para la IA horas después de haber iniciado el estro (Fuente: Espinosa, 2015).

2.1.3.1 Evaluación de dosis seminales por microscopía.

Actualmente, la mayor parte de granjas porcinas obtienen dosis seminales de casas genéticas dedicadas a la extracción, recolección y procesamiento de semen fresco de verracos con características genéticas superiores. Pero, el hecho de que estos centros evalúen rutinariamente las características del semen, no debe descartar el que la piara receptora realice también una evaluación (Knox, 2015).

De acuerdo con Althouse (2007) la célula espermática necesita mantener distintas características que pueden ser evaluadas a nivel macro y microscópico para que se lleve a cabo la fecundación del ovocito, esto para lograr tasas satisfactorias de fertilidad en el verraco y fecundidad en la piara.

Las pruebas que se incluyen para la evaluación del semen de verraco son primeramente la examinación del olor, color y viscosidad (en busca de una posible contaminación por sangre u orina), a nivel microscópico se encuentra el análisis de

el volumen, la motilidad, la concentración y morfología de los espermatozoides y el número total de espermatozoides, así, de acuerdo a ciertos rangos ya definidos, se tomará en cuenta si las dosis seminales a emplearse son de buena calidad o si estarán afectando el parámetro de fertilidad (Broekhuijse *et al.*, 2012; Althouse, 2007).

Macroscópicamente el semen se debe observar color blanco grisáceo y traslúcido, se puede presumir de contaminación cuando el color cambia y con la presencia de olores anómalos por orina o alteraciones patológicas en el aparato genital. A nivel microscopio, el indicador de motilidad puede considerarse subjetivo ya que esto depende de varios factores como la experiencia del técnico, la calidad y calibración del microscopio y, de la preparación de la muestra. En la motilidad se consideran dos parámetros que son la cantidad y calidad de movimiento que muestran las células. Por lo que su valoración consiste en la colocación de una gota de dosis seminal en un portaobjetos, posteriormente se alinea un cubreobjetos y se coloca al microscopio óptico con platina caliente a 37°C; los resultados pueden ser:

- Movimiento rectilíneo sin oleaje: 60-65%.
- Movimiento rectilíneo con oleaje: 70-75%.
- Movimiento en remolino muy rápido: $\geq 75\%$ (en los sementales más jóvenes).

(Torrentes *et al.*, 2013; Broekhuijse *et al.*, 2012; Althouse, 2007; Del Valle, 2007).

En la evaluación de la morfología, se utiliza glutaraldehído o formalina tamponada para la fijación celular, además de tinciones de contraste, que permite fácilmente la identificación de morfo anomalías (micro y macrocefalia, capuchón desprendido, capuchón roto, cabeza suelta, gota protoplasmática, torsión de cola), la evaluación deberá ser de al menos 100 espermatozoides y menos del 15% de semen anormal. Para evaluar la concentración, el método más utilizado es el fotómetro que mide la opacidad y calcula el número total de espermatozoides (Torrentes *et al.*, 2013; Althouse, 2007; Del Valle, 2007).

2.1.3.2 Técnicas de inseminación artificial.

Durante los últimos años, las técnicas de inseminación artificial en la industria veterinaria han ido progresando. En el caso de la especie porcina han sido implementadas nuevas técnicas, considerando la edad y paridad de las cerdas (García *et al.*, 2019b).

La técnica de inseminación artificial cervical (IAC) es la más utilizada en la mayoría de las granjas, sin importar su tamaño (Kraeling y Webel, 2015), técnica elegida principalmente para cerdas nulíparas (Suárez *et al.*, 2022). El método consiste (Figura 4) en que la vulva se debe limpiar de orina y heces para impedir infecciones bacterianas (Knox, 2015) posteriormente, depositar la dosis seminal en el cérvix con ayuda de equipo desechable como catéter (Román y Román, 2018) previamente lubricado, así, la dosis fluye por gravedad hacia el cérvix durante 3 a 4 minutos (Knox, 2015). Roca *et al.*, (2006) mencionan que esta técnica implica el depósito de un mayor volumen (de 70 a 85 mL; Althouse, 2007) ya que, un gran número de espermatozoides (cerca del 30-40%) se eliminarán por reflujo y acción de los neutrófilos en la siguiente hora post inseminación.

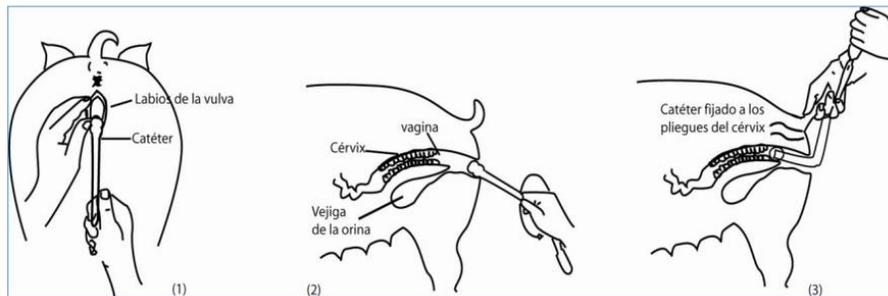


Figura 4. Técnica de IAC (Fuente: Porras y Flores, 2013).

En IAC, se usa semen fresco, con el verraco frente a las cerdas para estimular la secreción de oxitocina para la contractilidad del cérvix y el operador debe ejecutar estímulos táctiles, además se puede apoyar del uso de mochilas o alforjas para simular la monta (Torrentes *et al.*, 2013; Langendijk *et al.*, 2005).

En el caso de la IA post cervical (IAPC), la técnica se centra en la deposición de semen en el cuerpo del útero, justo como su nombre lo indica, pasando el cérvix. Aunque se ha convertido en una buena y efectiva técnica en las hembras multíparas, no se puede decir que aplica lo mismo para hembras nulíparas ya que,

en este caso, la pequeña estrechez del canal cervical impide el paso del catéter y cánula (característica de este método). A través del envejecimiento y el número de partos en las hembras se ve facilitado el paso de pipeta y cánula por el cuello uterino para efectuar con éxito la inseminación artificial (García *et al.*, 2019b).

Por otro lado, según estudios de Quintero *et al.*, (2016) es posible la IAPC en hembras nulíparas considerando un peso por encima de los 140 kg, que las cerdas hayan expresado al menos tres estros y que el operador realice una buena detección de estros, requisitos suficientes para que la cánula intermedia del catéter se pueda introducir en el útero sin dificultad.

En esta técnica, algunas de las diferencias a la IAC (Figura 5) es que el tiempo es menor (de 1 a dos minutos), la cantidad de espermatozoides por dosis se reduce significativamente ya que las células se encuentran con menos barreras físicas, los catéteres son diferentes y no se requiere la presencia del verraco al momento de efectuar la inseminación con la finalidad de evitar que las contracciones cervicales puedan dificultar la técnica. Cuando se tiene dificultad al introducir cánula, se debe retirar inmediatamente y proceder a una IAC (Falceto *et al.*, 2017; Kraeling y Webel, 2015, Knox, 2015).

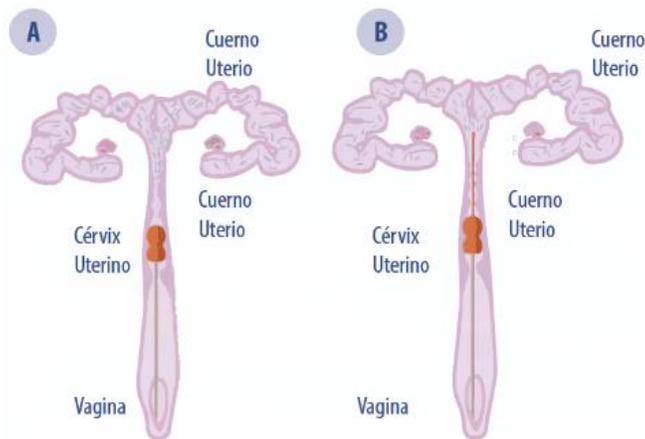


Figura 5. IAC (A), IAPC (B) (Fuente: Suárez *et al.*, 2022).

Por último, la inseminación intrauterina profunda (IAIUP), donde por medio de un dispositivo flexible y delgado se deposita aún menos cantidad de dosis seminal cerca de las uniones uterotubáricas (Figura 6), en el primer tercio proximal de un cuerno uterino (Figura 5), por lo tanto, el reflujo y la eliminación por fagocitosis es menor (Knox, 2015; Roca *et al.*, 2006). Pero, de acuerdo con Torrentes *et al.*, (2013) esta técnica puede reducir la prolificidad, dado a que la fecundación no es bilateral.

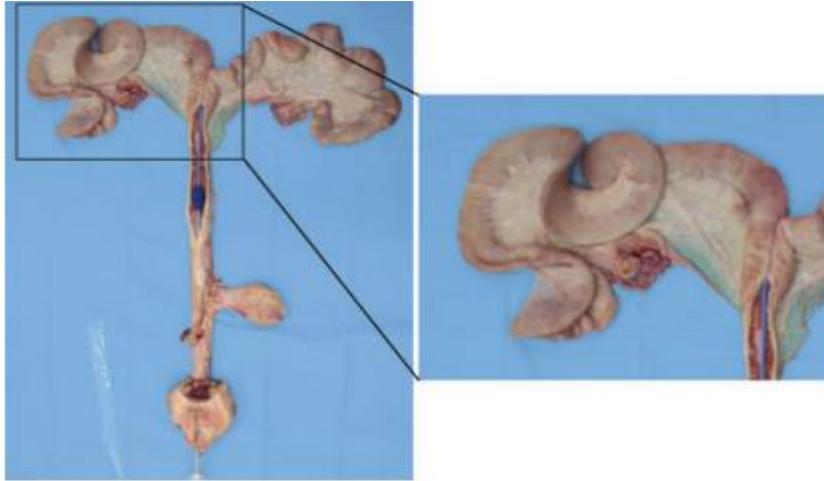


Figura 6. IAIUP (Fuente: Roca *et al.*, 2006).

2.1.5 Diagnóstico de gestación.

El objetivo de realizar el diagnóstico de gestación **consiste en** verificar lo antes posible si alguna hembra no quedó gestante (cualquiera que haya sido el método de servicio) esto para ahorrar gastos en días no productivos de la cerda, (PIC, 2007), **además, evitar que las cerdas no gestantes se encuentren ocupando espacio en las instalaciones de gestación (Flowers y Knox, 2006) e identificar aquellas hembras y verracos que presentan problemas reproductivos (Mota et al., 2015); la detección temprana post inseminación de hembras no gestantes permitirá decidir cuál es su futuro, es decir, si siguen siendo productivas para enviarse a reprogramación y sincronización del estro o de lo contrario, en cerdas repetidoras reincidentes se procederá al descarte (João et al., 2012; Ortiz et al., 2007).**

En la actualidad, existen diferentes técnicas de diagnóstico, se debe tener en cuenta que cada una cuenta con sus ventajas y desventajas, entre las que se encuentran principalmente la mano de obra, costo, tiempo, etc. (González, 2018). **Sin embargo,**

es necesario considerar que el método ideal es aquel que demuestre tener alta sensibilidad y especificidad, pero que también permita realizar el diagnóstico en el menor tiempo posible posterior al servicio (Ortiz *et al.*, 2007).

Cualquier método diagnóstico de gestación se puede resultar ineficaz si se hace uso de él durante el intervalo de tiempo inadecuado o si se ejecuta por técnicos sin la capacitación adecuada (Flowers y Knox, 2006).

2.1.5.1 Técnica de no retorno al estro.

Las cerdas, se caracterizan por presentar un ciclo sexual corto y continuo, así, el hecho de que el celo no se presente después del intervalo de un ciclo sexual normal y después de haber realizado el servicio, concluye con que la cerda se encuentra gestante, por otro lado, cuando la hembra presenta estro post servicio se interpreta como cerda vacía (Mota *et al.*, 2015).

Esta técnica es la más comúnmente empleada y consiste en el seguimiento, vigilancia y revisión diaria de los comportamientos y signos del estro que puede presentar una cerda a partir de los 17 a 25 y 38 a 45 días posteriores a la monta/IA o hasta las últimas tres semanas de gestación. El fundamento de este método radica en que, si la hembra no quedó gestante o si la gestación fue interrumpida por diferentes factores, los niveles de progesterona disminuyen por lo que, se inician cambios fisiológicos y como resultado la presencia del estro. Esta técnica también puede ser complementada con ecografía o ultrasonografía en aquellas cerdas sospechosas, aunque diferentes estudios, demuestran una precisión del 98% con solo la detección del estro. Se aconseja realizar la técnica durante los horarios más frescos del día (en las primeras horas por la mañana y al caer la tarde), esto para evitar estrés por calor tanto en cerdas y el semental, claro que esto puede estar sujeto a la capacidad de mano de obra en la granja (Cuéllar, 2021; Quintero *et al.*, 2016; Kraeling y Webel, 2015; Flowers y Knox, 2006; Fuentes *et al.*, 2006).

La principal virtud de esta técnica es que no se necesita de equipo especializado para su realización (Cuéllar, 2021). Pero, de acuerdo con Vargas *et al.*, (2009) es necesario tener en cuenta que el estro es variable en su duración, es decir, el tiempo

que dura es menor en la repetición de aquellas cerdas multíparas destetadas y en primerizas.

También, las primerizas presentan más frecuentemente retornos irregulares y las cerdas presentan retornos irregulares mayormente. Cuando las cerdas repiten estro de manera regular, significa que no hubo concepción o hubo un fracaso en el reconocimiento materno (Koketsu *et al.*, 2017), las causas asociadas a repeticiones regulares son variadas y algunas irreversibles, desde la falla en la técnica de IA o algún tipo de trastorno reproductivo como disfunción ovárica o endometritis, mala calidad del semen, etc., (Vargas *et al.*, 2009). Mientras que, las repeticiones irregulares implican una concepción exitosa, pero con una pérdida temprana de la gestación (Koketsu *et al.*, 2017) y generalmente se asocian a quistes ováricos, aborto desapercibido o fallas en la detección del estro post servicio (Vargas *et al.*, 2009); el porcentaje de repeticiones se encuentra entre el 5 y el 25%, porcentaje sujeto a la eficiencia de cada granja (Ostersen *et al.*, 2010).

2.1.5.2 Ecografía.

La ecografía es un método para el diagnóstico de gestación, pero también ayuda en la identificación de problemas en el aparato reproductor de la cerda. En la actualidad se prefiere la ecografía dado a que demuestra tener alta confiabilidad, el tiempo de diagnóstico es poco, por ser un dispositivo portátil es sencillo de manejar (Jiménez, 2004) y por ser un método no invasivo (Kousenidis *et al.*, 2022).

El ecógrafo consta de una pantalla que permite la observación en tiempo real y un transductor que se coloca externamente sobre la piel (transcutánea) (Flowers y Knox, 2006), en la zona del pliegue inguinal cerca de la segunda mama (contando desde atrás) pero sin involucrar el tejido mamario, de preferencia del lado derecho (Jiménez, 2004). La colocación de la sonda varía entre cerdas, es decir, en hembras nulíparas se coloca más caudalmente, ya que el aparato reproductor aún se encuentra en desarrollo, por otro lado, en hembras multíparas se coloca más cranealmente por la dilatación que existe en el útero tras los partos anteriores (Blanco, 2017).

De acuerdo con Ortiz *et al.* (2007), para la determinación de hembras gestantes o no gestantes, se tiene que observar las vesículas embrionarias, presencia de fluido y líquido (amniótico y alantoideo; correspondientes de acuerdo al día de gestación).

Por otro lado, en aquellas hembras vacías el útero se observa como un objeto sólido (Figura 7) (Flowers y Knox, 2006).

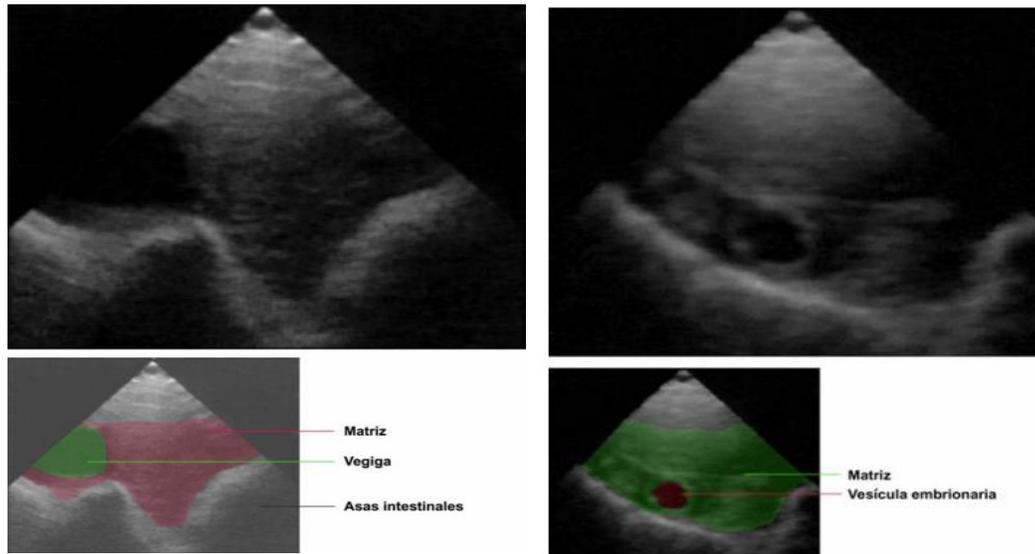


Figura 7. Lado izquierdo diagnóstico de gestación negativo y lado derecho diagnóstico de gestación positivo a los 21 días de gestación (Fuente: Jiménez, 2004).

Según estudios para determinación de sensibilidad, demuestran que a los días 18 y 19 post servicio, existe un 92.9%, mientras que, para los días 22 y 23 post servicio, la sensibilidad aumentó a un 98.3% (Blanco, 2017) y de acuerdo a la experiencia del operador puede llegar hasta el 100% (Ortiz *et al.*, 2007).

La ecografía es un método práctico y de los más confiables que se puede repetir de acuerdo a la disponibilidad de mano de obra, la visualización de las estructuras embrionarias dependerá del avance de la gestación (Díaz, 2021).

2.1.6 Alojamiento de cerdas gestantes.

En la actualidad se debe considerar que es necesario explorar y proponer nuevas alternativas para el manejo de la alimentación y la mejora de instalaciones para la producción porcina, que permitan **aumente la longevidad y productividad de las**

cerdas, un ahorro económico, pero que también brinden la expresión máxima del comportamiento reproductivo, bienestar animal garantizado y un buen confort que ayude a reducir en gran porcentaje el impacto ambiental (Araque *et al.*, 2012; Harmon y Levis, 2006).

García *et al.*, (2019a) describen que mientras las cerdas se encuentran gestantes, sus sistemas de manejo y alojamiento se basa de acuerdo a sus prioridades y exigencias, por lo que existen dos tipos de alojamiento “confinamiento (jaula) o con independencia (corral)”, cada uno de ellos muestra ventajas y desventajas de acuerdo a los días de gestación.

En países europeos, desde el año 2013 se hizo obligatorio el alojamiento en grupo y también ha sido implementado por más países como Canadá, Nueva Zelanda, Estados Unidos, entre otros, estos alojamientos se prefieren ya que la cerda es capaz de expresar sus comportamientos, sin embargo, pueden existir peleas entre las hembras, según reportes generalmente las peleas se asocian por la competición del alimento y jerarquía, estos enfrentamientos son un factor de riesgo que puede afectar directamente en la fertilidad por pérdida de la gestación tempranas y el retorno al estro (Maes *et al.*, 2016; Peltoniemi *et al.*, 2016).

Por esto, en muchas ocasiones se opta por mantener a las hembras en instalaciones individuales durante los primeros 28 a 35 días post inseminación antes de ser trasladadas a los corrales. Además, las primerizas se agruparán y alojarán por separado (Harmon y Levis, 2006).

De acuerdo con Peltoniemi *et al.*, (2016) se debe proveer a las cerdas en corral entre 2.5 a 3.5 m²/cerda. Existen diferentes tipos de piso en corral y según Maes *et al.*, (2016) es piso sólido, enrejado y totalmente enrejado, de los cuales el piso sólido se encuentra relacionado con menos problemas de cojera, contrario al enrejado que puede presentar bordes irregulares, desgastados, causando caídas o que las pezuñas se atasquen.

El sistema de confinamiento en jaulas individuales (Figura 8) se usa en muchos países, este alojamiento se inicia desde la inseminación hasta pocos días antes de la fecha de parto. Este tipo de alojamiento ha sido asociado a lesiones de patas y piel (Morgan *et al.*, 2018). Sin embargo, las jaulas individuales reducen la mano de obra, la morbilidad se puede detectar y tratar más tempranamente, se tiene un control más estricto en el consumo de alimento por medio de calibradores individuales y por supuesto, se evitan las peleas entre cerdas, pero controversialmente se pueden presentar comportamientos estereotípicos (Jang y Oh, 2022).

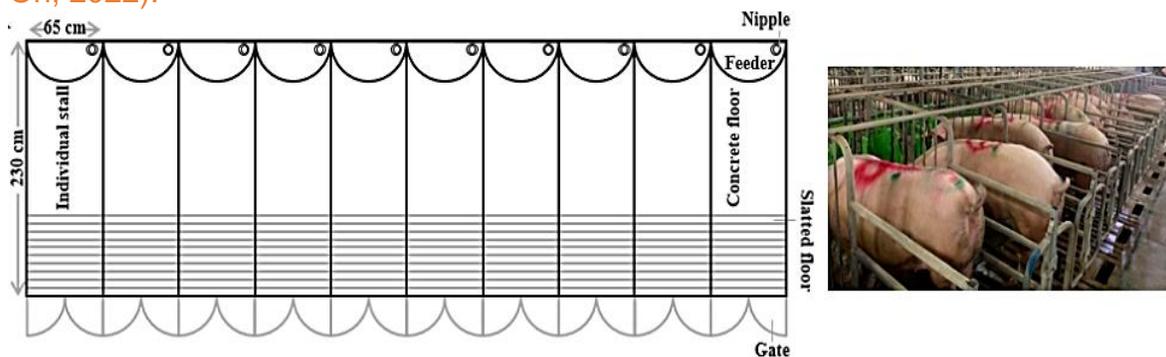


Figura 8. Sistema de alojamiento en jaulas (Fuente: Min *et al.*, 2020).

2.1.6.1 Alimentación.

Desde el punto de vista científico, PIC (2007) menciona que las hembras jóvenes no deben ser alimentadas (excediendo sus requerimientos de energía y proteína) durante los primeros 3 días posteriores a la monta o IA ya que, de hacer caso omiso, la sobrealimentación recae en una baja de la supervivencia embrionaria, por una reducción en los niveles de progesterona sanguínea.

Martínez y Sánchez (2015) coinciden con PIC (2007) acerca de la sobrealimentación y adicional a esto mencionan que una cerda obesa afecta dando como resultados lechones de bajo peso y con menor productividad, derivado a que hay un depósito en exceso de grasa en el tejido mamario y esto causa una disminución en la producción de leche en las cerdas.

Aunado a esto, según Kraeling y Webel (2015) en la restricción alimenticia se debe mantener una dieta adecuada de gestación con el fin de evitar pérdidas

embrionarias y lograr camadas numerosas. Además, se debe evitar que las cerdas lleguen obesas a la maternidad, ya que son cerdas que presentan problemas al parto, problemas de locomoción, aplastan a los lechones, son menos prolíficas en el siguiente parto y su apetito durante la lactancia es reducido. La reducción de alimento es suficiente para el mantenimiento de la gestación, no afecta el desarrollo y crecimiento fetal (Jang y Oh, 2022).

En general, se recomienda ofrecer a las cerdas en gestación entre 2.0 y 2.5 kg de alimento por día, el agua generalmente se ofrece *ad libitum* mediante chupones, pero se considera que la cerda debe beber mínimo 12 litros por día (Martínez y Sánchez, 2015).

2.1.7 Manejo sanitario.

El plan sanitario de una unidad de producción porcina involucra la prevención de enfermedades reproductivas, principalmente por agentes infecciosos y que son consideradas como las principales causas de mortalidad en cerdas, ya que presentan diversos signos clínicos y que además no solo afectan al aparato reproductor que al presentarse en la granja causan pérdidas reproductivas desde infertilidad, repetición de estros, reabsorciones embrionarias, abortos, momias, etc., aquí radica la importancia de mantener un estricto plan profiláctico para toda la granja, pero enfocarse en aquellas hembras que entrarán a la cadena reproductiva (Roldán *et al.*, 2020).

El manejo sanitario inicia antes de entrar a reproducción y se puede comenzar con la introducción y exposición de cerdas jóvenes de descarte, cerdos de mercado e intercambio de heces, cuya finalidad reside en que las primerizas sean expuestas a los patógenos que están presentes en la granja y desarrollen inmunidad frente a estos. Además, se hace uso de vacunas contra parvovirus, micoplasma, erisipela, leptospira y e. coli (Kraeling y Webel, 2015). En hembras gestantes un calendario de vacunación básico debe contemplar vacunar contra *Leptospira spp*, *Parvovirus porcino* y *Erysipelothrix rhusiopathiae* en presentación triple junto con su refuerzo en los próximos 15 días y continuar en el último tercio de gestación (Trujillo, 2005).

La desparasitación interna o externa se sugiere realizar al día 100 de gestación con el objetivo de evitar el parasitismo en los lechones. Generalmente, los manejos sanitarios se realizan en el último tercio de gestación y antes de entrar a maternidad, con la finalidad de evitar reabsorciones y abortos, además evitar que los parásitos se eliminen en gestación y no en maternidad, donde pueden presentar riesgo de infestación a los lechones (Martínez y Sánchez, 2015).

2.2 Cerdas al parto.

Las cerdas próximas al parto deben contar con las instalaciones, alimentación y manejos adecuados durante una semana antes de la fecha probable de parto y hasta terminar la lactación, dado a esto se moverán de la sala de gestación a la sala de maternidad **una semana antes de la fecha probable de parto**, para ello, los manejos previos a ser movidas serán:

- Las cerdas deben ser bañadas
- El cambio de área debe ser con el menor estrés posible
- Muy importante tomar en cuenta que aquellas hembras primerizas no cuentan con la experiencia de ser manejadas en jaulas de maternidad, así que su manejo deberá ser con especial atención
- Se debe realizar examen físico general de todas las cerdas (estado de salud, condición corporal, grasa dorsal) y, además
- Cada hembra debe ser pesada para determinar la ración de dieta a consumir

(Nava, 2020; Trujillo *et al.*, 2019; Mota *et al.*, 2015).

El parto por lotes, es un buen método donde se llena y vacía las salas de maternidad al mismo tiempo y la mano de obra se concentra en aquellas semanas programadas de partos y destete (Schmitt, 2017).

2.2.1 Alojamiento.

La cerda, se caracteriza por ser un animal con comportamiento social durante su ciclo reproductivo, sin embargo, cuando se acerca el momento del parto se aísla y busca el mejor lugar para anidar (Peltoniemi *et al.*, 2016). En la actualidad, se cuenta

con nuevos y mejorados sistemas de alojamiento para el área de maternidad, dichas instalaciones presentan grandes ventajas. Las parideras y salas de maternidad ofrecen a la cerda y lechones tener mejor control de la higiene al permitir el desecho de restos sólidos y líquidos, además, mantener una óptima temperatura (regulándola de acuerdo al crecimiento de los lechones), lo que se traduce en un mayor número de lechones destetados (García *et al.*, 2019a), también es importante considerar que las instalaciones deben evitar lesiones y mantener la condición corporal de las cerdas (Martínez, 2015).

Las parideras se caracterizan por tener medidas entre 1.8 por 2.4 m² idealmente (Min *et al.*, 2020), las jaulas son ajustables, esto ayuda a adecuarla según los lechones vayan creciendo (Pedersen, 2007), deben tener la capacidad de proteger a los lechones de aplastamiento. En la sala la temperatura se debe mantener entre 20 a 25°C (García *et al.*, 2019a).

2.2.2 Etapas y signos del parto.

Como se menciona en la literatura, el parto es la etapa iniciada por diferentes factores fisiológicos relacionados entre sí que conducen a las contracciones uterinas para dar paso al nacimiento del lechón, después de que la cerda ha sufrido diferentes y fuertes cambios hormonales. Los mamíferos tienen un alto nivel de progesterona sérica (de origen lúteo) durante todo el período que dura la gestación. Entonces, cuando se ha llegado al momento del parto, los fetos secretan estrógenos (E2), lo que conlleva a una posterior secreción de prostaglandinas (PGF2 α) y una disminución de la progesterona y como resultado la luteolisis y secreción de relaxina. Dichos cambios endocrinológicos son notorios de la etapa I del parto, la fase preparatoria del parto. En donde también se produce la edematización vulvar, glándulas mamarias con secreción de leche (por aumento en la secreción de oxitocina horas antes a la expulsión del primer lechón) (Figura 9), aumento de la temperatura corporal (hasta 40°C), contracciones abdominales y dilatación cervical (Fu *et al.*, 2021; Mota *et al.*, 2020; Langendijk y Plush., 2019; Taverne y Weijden, 2008; Montero, 2014).

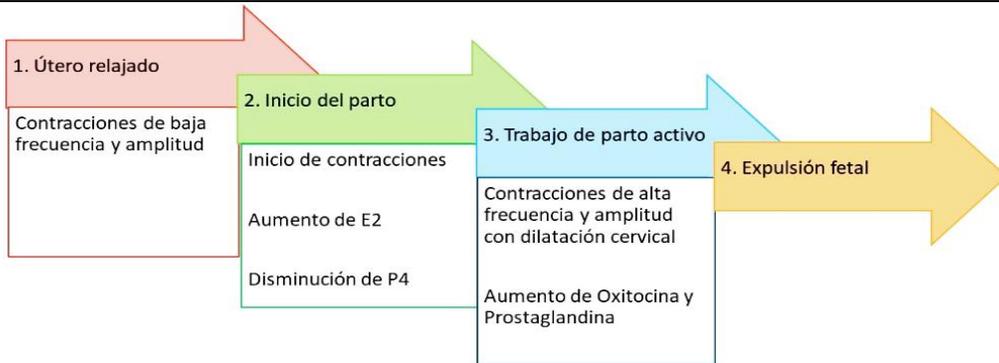


Figura 9. Relación entre cambios endocrinológicos y cambios fisiológicos previos a la segunda etapa del parto (Fuente: Estrada, *et al.*, 2021).

La etapa II es la expulsión fetal donde las contracciones constantes del miometrio y la ruptura de las membranas fetales (alantoides y corion; Estrada *et al.*, 2021) desencadenan esta fase, la expulsión entre un feto y otro es de entre 15 a 20 minutos. Se pueden presentar alteraciones en esta etapa que están relacionadas con el tamaño de la camada o la presencia de lechones muertos (Trujillo, 2005) y por mala presentación fetal (Estrada *et al.*, 2021).

En el caso de las cerdas, por ser una especie polítoca, cerca de la mitad de los productos serán expulsados en presentación posterior (Figura 10) (Estrada *et al.*, 2021).

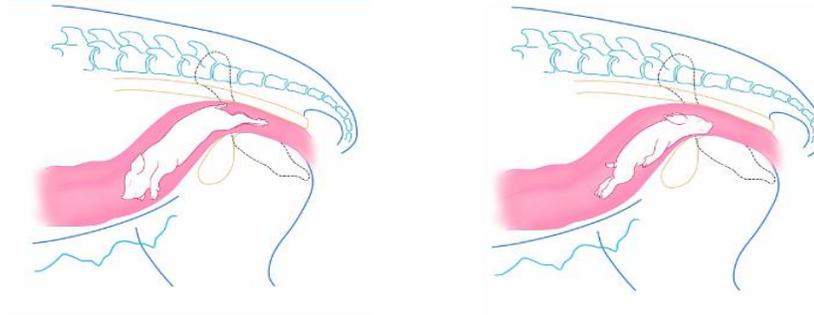


Figura 10. Lado izquierdo presentación del feto posterior, lado derecho presentación del feto anterior (Fuente: Estrada *et al.*, 2021).

Por último, la etapa III y final que consiste en la expulsión de las placentas por medio de contracciones persistentes del miometrio (Trujillo, 2005). La duración de cada etapa se explica en el cuadro 3.

Especie	Prodrómica	Expulsión del feto	Expulsión de membranas fetales
Cerda	2 – 12 horas	4 horas	Junto con el feto

Cuadro 3. Duración en horas de las etapas del parto en la cerda (Fuente: Adaptado de Estrada *et al.*, 2021).

2.2.3 Inducción y sincronización del parto.

Normalmente el personal de la granja realiza la inducción del parto uno o dos días antes de la fecha probable del parto, según sea la programación por días de parto en la unidad (Mota *et al.*, 2015).

En esta práctica se debe considerar lo siguiente: no inducir antes de los 112 días de gestación (para que el parto no se adelante y evitar tener lechones prematuros e inmaduros con baja viabilidad que podrían aumentar la morbilidad y mortalidad) además, los operadores deben tomar precauciones y estar capacitados, ya que el manejo de las hormonas puede generar reacción y hasta abortos en personas. Para la inducción del parto se usa prostaglandina F_{2α} o un análogo (cloprostenol, alfaprostol, y dinoprostrometamina; Trujillo *et al.*, 2019) el inicio del parto se esperará entre 24 a 48 horas; para auxiliarse y complementar se puede hacer uso de oxitocina después de 24 horas posteriores a aplicarse el primer inductor (Falceto *et al.*, 2017; Martínez y Sánchez 2015; João *et al.*, 2012; PIC, 2007).

Según Kraeling y Weibel (2015) y Trujillo (2005) la inducción mediante PGF_{2α} tiene diversas ventajas como la disposición y distribución del personal en la granja, ya que aquellos partos inducidos ocurren durante horas laborales y se programan para días fuera de los fines de semana, además las instalaciones se usan de forma eficiente y esto ayuda en la disminución de la mortalidad en la granja.

La oxitocina es otra hormona usada con frecuencia por productores, sin embargo, existen diferentes estudios que comprueban que su uso, aunque acelera el tiempo del parto y entre cada lechón, la mortalidad de lechones se eleva como consecuencia al daño que sufre el cordón umbilical por la hiperestimulación uterina (Trujillo *et al.*, 2019; Mota *et al.*, 2015). El uso de la oxitocina deberá ser exclusivamente cuando una cerda lo necesite y ya se haya comprobado que existe algún lechón bloqueando el canal del parto, además no se debe de aplicar antes de haber nacido el sexto lechón y su uso se limita a máximo 2 inyecciones por parto con mínimo dos 2 horas entre cada aplicación (PIC, 2007).

2.3 Cerdas al destete.

Existen diferentes tiempos de destete en las cerdas, esto es manejado de acuerdo a diferentes días (con una variación de entre 18 a 28 días) tomando en cuenta las necesidades en que se encuentre la granja (instalaciones) y las cerdas (falta de flujo para el siguiente grupo, cerdas nodrizas). El destete se puede realizar desde los 14 días post parto (destete precoz) y esta hembra se puede usar como nodriza para aquellos lechones redrojos y retrasados, ya que asegura tener una buena producción de leche (Martínez y Sánchez 2015), el destete antes de los 21 días no resulta ser la mejor alternativa porque altera el siguiente ciclo reproductivo causando decremento en la tasa de ovulación y la pérdida de embriones se puede ver aumentada, debido a que no ha existido una adecuada involución uterina (Mota *et al.*, 2015).

Otros tipos de destete son, destete medio (a los 21 días posteriores al parto) es el más empleado, ya que los lechones se encuentran en un peso promedio de 6.5 kg; destete tardío (a los 28 días de edad de los lechones) aunque ha caído en des uso debido a que genera gran desgaste en la cerda y lesiones en la glándula mamaria; y destete escalonado consiste en la “donación” de lechones de una cerda a otra con una edad más avanzada de lactación (Martínez y Sánchez 2015).

2.3.1 Reinicio de la actividad cíclica.

La cerda, a lo largo de su vida presenta ciertos momentos de anestro, dichos periodos se encuentran bien definidos, presentando ausencia del estro antes de la pubertad, durante lo largo de la gestación (por cuestiones hormonales en la inhibición de LH y FSH) y durante los primeros días posteriores al destete (de 4 a 6 días; Soede *et al.*, 2011). Sin embargo, en aquellas cerdas de primer parto, los días de intervalo entre destete - estro se pueden ver retrasados y a menudo se atribuyen a una deficiente alimentación durante la lactancia. Cuando el anestro sigue estando presente fuera de las condiciones antes mencionadas es cuando aumenta el número de días improductivos, que se ve reflejado en pérdidas económicas (Falceto, 2005; Kemp *et al.*, 2005).

Según estudios, aquellas cerdas que se aparean más tempranamente presentan mayor número de camada en su siguiente parto y mejor tasa de partos a diferencia de aquellas que se aparean después de los 6 días post destete (Kraeling y Weibel, 2015) en estas últimas, el estro suele ser más corto ((Koketsu *et al.*, 2017).

Posterior al destete, se aumentan los niveles de GnRH a las 96 horas, con ello se genera el aumento en la concentración plasmática de LH (para estimular el crecimiento folicular; Kemp *et al.*, 2005) y estradiol plasmático de manera progresiva y por pulsos, por último, la descarga preovulatoria de LH en el primer celo post destete, en el caso de la LH, su secreción es mínima en comparación con FSH. También se reducen las concentraciones de prolactina y opioides endógenos (Mota *et al.*, 2015).

Así, tras la cerda dejar de recibir el estímulo de amamantamiento por parte del lechón, el destete genera un nuevo ciclo estral con rápido desarrollo de folículos al mismo tiempo que la expresión de comportamientos y signos del estro, el pico preovulatorio de LH y la ovulación. Sin embargo, la presentación del estro post destete dependerá de diferentes manejos para la sincronización adecuada con el momento del servicio para asegurar una nueva gestación (Madej *et al.*, 2005).

Aquellos manejos para la disminución del intervalo destete – estro son, exposición al verraco cuyo fundamento consiste en que estimula la liberación de LH y puede iniciar desde la última semana de lactancia, sin embargo, este manejo aumenta la mano de obra y se puede presentar estro lactacional, alterando el ciclo estral; el alojamiento en grupo y el uso de hormonas (Kemp *et al.*, 2005).

2.3.2 Alimentación.

En el periodo entre el intervalo de destete al próximo servicio, la alimentación tiene que cumplir con una alta ingesta de nutrientes, en donde la meta es lograr consumos entre 3.5 a 4.0 kg de alimento/hembra durante el día (flushing), con el objetivo de que pasen de un estado catabólico a un estado anabólico en el menor tiempo posible, por lo que se debe aplicar la alimentación *ad libitum* que dará como resultado una mejor cantidad de ovocitos, que se verá reflejado en camadas

mayores y homogéneas. El flushing será desde el destete hasta que las cerdas muestren la presentación del estro (García *et al.*, 2012; Guadalupe, 2005).

De acuerdo con diferentes autores, lograr que las hembras de destete consuman al 3.5 kg significa un éxito, ya que, asegura una elevada tasa de ovulación y además una mayor supervivencia embrionaria (Martínez y Sánchez, 2015; Vargas *et al.*, 2009).

2.4 El semental.

“Se define como el macho de la especie porcina que ya es sexualmente maduro y es empleado para cubrir a las cerdas”. Es importante señalar que un macho de engorda no se puede llamar semental o verraco (Paz, 2020).

Los sementales en la unidad de producción porcina tienen el 50% de responsabilidad sobre los resultados obtenidos en los parámetros reproductivos de la granja ya sea directa o indirectamente, por lo que también se debe cuidar y asegurar el mejor manejo, alimentación, genética, instalaciones, estado de salud, etc., para su óptima expresión de caracteres (Mas y Gutiérrez, 2009).

Los sementales o verracos, pueden ser utilizados en diferentes condiciones y fases productivas de las cerdas como en la estimulación y detección de estros en primerizas, multíparas y cerdas post destete; monta natural y durante la inseminación (de acuerdo a la técnica empleada) para un mayor éxito en la fase de fertilización (Kemp *et al.*, 2005), además, para la obtención de dosis seminales (Paz, 2020).

2.4.1 Selección de sementales.

El semental de una piara cualquiera que sea la dimensión, debe ser bien seleccionado, considerando a aquellos que cuenten con las mejores virtudes, desde la línea genética, características físicas y características conductuales, con la finalidad de que se obtenga el mejor rendimiento económico y se expresen las mejores características productivas y reproductivas hacia su descendencia (Paz, 2020). La selección de sementales debe ser precisa y objetiva, ya que la ineficiencia

reproductiva de inmediato estaría afectando la fertilidad en la piara con bajas en la producción de lechones, en el crecimiento de los cerdos y la calidad de la canal, por lo tanto, se pueden generar pérdidas económicas considerables (Martínez, 2017; Broekhuijse *et al.*, 2012).

En la actualidad, la prioridad es la cría de cerdos para el abastecimiento de consumo humano, por esto, los sementales generalmente se seleccionan por su potencial genético, para la producción de cerdos que crezcan y tengan una ganancia diaria de peso óptima y eficiente (Robinson y Buhr, 2005).

La selección de los futuros sementales no se limita solamente a las empresas genéticas, también los productores comerciales seleccionan a los mejores sementales para su reproducción, ambos considerando las necesidades y objetivos de la granja, el cliente, porcicultor y el mercado (Martínez, 2017). El reemplazo de los verracos generalmente sucede cuando existe otro verraco más joven y con mayor mérito genético y antes de los 4 años de edad (Robinson y Buhr, 2005). Y de acuerdo con Knox (2022) los sementales se usarán en un programa de reproducción cuando tengan al menos 8 meses de edad.

2.4.1.1 Características deseables.

El verraco se debe seleccionar de acuerdo a sus características anatómicas que demostrarán tener un alto índice de heredabilidad hacia su descendencia (Trujillo *et al.*, 2019), Las características deseables a evaluar para que se desempeñe como verraco son: características de producción, reproducción y conformación (Martínez, 2017).

La selección inicia desde antes del destete, evaluando condiciones como peso al nacimiento, línea mamaria y testículos, en el destete se evalúa además la ganancia diaria de peso. Por último, la evaluación a los 5 meses de edad (Paz, 2020), que consiste en evaluar:

- Espesor de la grasa dorsal, cuando el animal pesa 100 kg aproximadamente, por medio de ultrasonido en la décima costilla

- Conversión alimenticia, el consumo de alimento es menor por cada kg de peso que se gana
- Área del ojo de la chuleta, evaluado por ultrasonido a la décima costilla, deberá medir entre 13 a 16 mm
- Tamaño de camada, se evalúa en las hijas del semental
- Peso de camada a los 21 días
- Características seminales, evaluación de motilidad, morfología que dan la oportunidad de aumentar el desempeño reproductivo de los sementales
- Tamaño testicular, el diámetro testicular está involucrado con hasta un 10% más en la producción de espermatozoides por eyaculado, además, se alcanza el punto máximo en la producción de semen a una edad más temprana y con menor cantidad de espermatozoides con anomalías
- Número de dosis por eyaculado, se evalúa en el padre del semental que se busca seleccionar
- Buen estado físico y de salud, buena composición corporal, buenos jamones y cuerpo musculoso, tórax ancho
- Excelente conformación de aplomos, patas y pezuñas, evaluación de piernas y función locomotora
- Excelente formación y distribución de pezones, mínimo 12 pezones

(Knox, 2022; Trujillo y Becerril, 2021; Trujillo *et al.*, 2019; Martínez, 2017; Flowers, 2008; Robinson y Buhr, 2005).

En el siguiente cuadro se muestra el grado de heredabilidad media (en %) de las características deseables antes mencionadas:

Característica	Característica deseable	Heredabilidad (h ²)
Características de producción	Espesor de la grasa dorsal	0.40
	Conversión alimenticia	0.30
	Área de ojo de la chuleta	0.60
Características reproductivas	Tamaño de la camada	0.014
	Peso de la camada	0.27
	Características seminales	0.15
	Tamaño testicular	0.35
	Número de dosis por eyaculado	0.41
Características de conformación	Composición corporal	0.31
	Conformación de aplomos	0.40
	Conformación de pezones	0.4

Cuadro 4. Heredabilidad del verraco (Fuente: Adaptado de Beltrán y Jacho, 2022; Martínez, 2017 y Walters, 2015).

2.4.2 El semental en la detección del estro.

Aquellos sementales que muestran las características deseables y mayor libido son los seleccionados para la detección de estros. En una granja se debe contar con diferentes verracos para que sean empleados en la detección de estros, considerando que después de 20 minutos el interés en búsqueda de estros se disminuye y también baja el nivel de estimulación en las cerdas. No se debe sobre trabajar a los sementales (Gil, 2020).

Según Pedersen (2007) no se encuentran bien definidas las características que definen a un semental atractivo, no obstante, los estímulos visuales, olfativos y en menor frecuencia los acústicos generan reacción en las cerdas (Figura 11).

Bajo este ángulo, la literatura menciona que el verraco deberá tener mínimo 11 meses de edad para poder inducir y estimular a primerizas y multíparas con la finalidad de que mantengan un comportamiento, entusiasmo y ánimo activo durante

su interacción en las cerdas y que, además, las cerdas no pierdan el interés en el verraco (Kemp *et al.*, 2005). De acuerdo con Belstra *et al.*, (2021) y Sankarganesh *et al.*, (2021) se presenta menos nivel de estimulación en las cerdas por los verracos menores de 12 meses de edad y esto puede hacer disminuir la tasa de detección del estro.

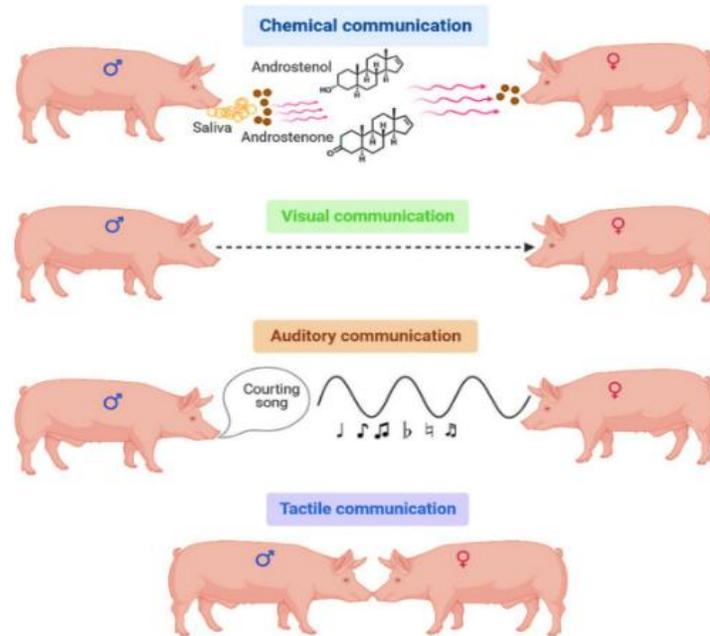


Figura 11. Estímulos que el semental genera a la hembra (Fuente: Sankarganesh *et al.*, 2021).

En este caso, el verraco no necesita tener un alto valor genético mientras se considere tenga buena conformación corporal, esté sano, maduro y con un alto nivel de libido y un fuerte olor sexual, por medio de las hormonas que el verraco secreta a través de saliva y orina (3-alfa androstenol y 5-alfa androstenona) establece una comunicación química con la hembra, sin embargo, las glándulas submaxilares involucradas en su producción parecen no secretar estas hormonas hasta los 6 a 8 meses de edad (momento en que se inicia la pubertad, pero no la madurez sexual) (Belstra *et al.*, 2021; Trujillo y Becerril, 2021; Falceto *et al.*, 2017; Pedersen, 2007).

En cuanto al manejo, el verraco se debe manejar y tratar con paciencia y respeto a medida que madura para que mantenga buen temperamento, no debe existir maltrato hacia en animal, esto predispone a desarrollar temor o miedo a los humanos y negarse a cooperar. Por tanto, cualquier verraco que se vuelva renuente,

violento y peligroso para trabajar y manejar, deberá ser sacrificado (Belstra *et al.*, 2021).

2.4.3 El semental en la recolección de semen.

El entrenamiento de sementales jóvenes no debe tener mayor problema, por esto, se menciona que ninguna empresa o granja porcina se encuentra dispuesta a tener pérdidas de sementales que se vayan a desecho y por tanto económicas, que sean atribuidas a no lograr su entrenamiento, de este modo, se vuelve un nuevo objetivo lograr el entrenamiento de machos jóvenes en el menor tiempo posible. Sin embargo, se puede producir un fracaso en el entrenamiento por ausencia de características físicas del animal o porque se llegan a presentar errores en las sesiones del entrenamiento que el semental puede llegar a asociar con estrés durante este manejo (Martínez y Sánchez, 2017).

El entrenamiento para la recolección de semen en maniquí (potro) comienza cuando el verraco tiene mínimo entre 8 y 9 meses de edad. La mejor manera consiste en trasladar al semental (previa limpieza e higiene, para que el semental asocie eso en su entrenamiento; Martínez y Sánchez, 2017) al corral de extracción para que observen y se familiaricen con las instalaciones y el potro, al cual no se debe forzar a subir, cuando el interés por subir al potro no está presente después de 10 a 15 minutos, se debe cancelar el entrenamiento durante ese día e insistir al siguiente día. Este método continúa diariamente y durante las horas más frescas del día hasta obtener la primera colecta (Román y Román, 2018; Mas y Gutiérrez, 2009). El entrenamiento generalmente se logra a las 2 semanas máximo en la mayoría de los verracos y la colecta se hace entre 1.4 a 1.7 promedio de veces por semana, con un descanso de 3 a 5 días (Knox, 2015).

Diferentes técnicas de estimulación para el semental pueden ser empleadas en el área de recolección, algunas de ellas son: uso del potro después de haber trabajado un verraco adulto, humedecer el potro con una dosis de semen, saliva u orina de otros verracos y cerdas en estro, moco cervical fresco de (catéteres), estímulos

auditivos por otros machos en el corral de calentamiento (Knox, 2022; Martínez y Sánchez, 2017; Mas y Gutiérrez, 2009; Althouse, 2007).

2.4.3.1 Técnica de la mano enguantada.

Aunque existen otras técnicas, actualmente esta técnica es la más utilizada y consiste en que una vez que el semental realiza el salto para la monta en el maniquí y se exterioriza el pene, con la mano enguantada se toma con firmeza y presión los bordes exteriores del glande, los dedos deben estar entre cada borde. Una vez que la erección esté completa se da la eyaculación y recolección de la fracción espermática, la tapioca se queda filtrada (en la gasa o estopilla que se coloca en la boca del termo; Román y Román, 2018) (Figura 12). La temperatura a la que se debe mantener la cámara de atemperamiento en el termo colector es de 37°C (Espinosa, 2017; Porras y Flores, 2013).



Figura 12. Recolección de semen por técnica de la mano enguantada (Porras y Flores, 2013).

Se procede a la evaluación seminal, lo que permite evaluar la capacidad que tiene un verraco de reproducirse (Knox, 2022).

2.4.3.2 Instalaciones.

Las instalaciones deben estar planeadas procurando la seguridad del operador y la comodidad del semental. La recomendación es de un espacio entre 2 x 3 m² para que el semental en entrenamiento no se distraiga explorando y centre su atención hacia el maniquí (único equipo permitido). Por seguridad se recomiendan barrotes verticales con una altura de 1 m y 0.30 m entre cada uno, que permitan el escape

del operario si el verraco se torna agresivo (Figura 13). Alrededor del potro debe haber una superficie antideslizante o un tapete para que el verraco se apoye cuando monta (Martínez y Sánchez, 2017; Althouse, 2007).



Figura 13. Instalaciones para la colección de semen (Fuente: Althouse, 2007).

2.4.4 El semental en la monta natural.

En la monta natural es muy importante tener en cuenta que debe existir relación de acuerdo al tamaño de la cerda y el semental que dará la cubrición y entre el estado de salud de ambos ejemplares, con la finalidad de evitar posibles lesiones. Durante la monta se debe asegurar un ambiente de tranquilidad y esta práctica debe ser supervisada para asegurar la cubrición (Collell, 2007).

El verraco corteja a la cerda, se aproxima a la región anogenital, olfatea los genitales y hace vocalizaciones características, cuando las cerdas están en estro y muestran reflejo de bipedestación el semental se prepara para saltar, montar y copular (Sankarganesh *et al.*, 2021).

Está demostrado que, si no se le da descansos al verraco entre cada monta, se puede provocar una disminución de la libido, en el caso de verracos adultos se recomienda realizar dos montas y entre cada una designar un descanso de cuatro días y en jóvenes solo se recomienda realizar una monta (Manteca, 2002).

2.4.5 Alimentación.

La alimentación es un factor clave en la dieta de los sementales, ya que debe contar con requerimientos necesarios para la producción espermática, tales como: zinc, ácido linoleico, vitamina E y selenio. Sin embargo, la alimentación se complica en las granjas reproductoras porque las dietas de hembras cumplen con diferentes requerimientos; en los espacios donde la dieta en los verracos se encuentra bien definida en su mayoría son en empresas genéticas (Trujillo *et al.*, 2019).

La cantidad de alimento a dar por día es de 2.5 a 3.0 kg por semental, pero la cantidad se puede someter a variaciones por la condición corporal, genotipo y edad. De acuerdo al sistema que se utilice para su alimentación (automatizada o manual) y la mano de obra disponible, se puede otorgar durante una o dos veces al día (repartiendo los kg de alimento por mitad) (PIC, 2005).

La alimentación de los verracos se balancea con la energía y proteína necesaria para desarrollar sus actividades de crecimiento, mantenimiento, actividad reproductiva y producción de esperma, pero no deberán ser sobrealimentados, sino que, deberán mantenerse bajo una restricción de alimento que les permita estar esbeltos y no obesos, ni letárgicos y así la libido no se vea afectada (Belstra *et al.*, 2021). El sobrepeso u obesidad del macho también se relaciona con afectaciones al momento de la monta natural y en la colección del semen por predisposición a problemas locomotores. (Trujillo y Becerril, 2021).

Según Althouse (2007) la suplementación con vitaminas, minerales y ácidos grasos se justifica para como ayuda para elevar la cantidad y calidad del semen, sin embargo, esta práctica requiere más investigación.

El consumo de agua se estima entre 6 a 8 litros, pero puede llegar hasta los 15 litros o incluso más, cada alojamiento deberá contar con su bebedero (Trujillo y Becerril, 2021).

2.4.6 Alojamiento.

El alojamiento de los verracos depende del nivel de tecnificación e instalaciones de las granjas o empresas genéticas, dicho alojamiento puede ser en corral o jaulas, cada uno con características específicas que permitan la salud, confort y productividad animal (Knox, 2015; PIC, 2005).

Para el caso de machos prepúberes se recomienda alojamiento en grupo para estimular la libido o de lo contrario se podría afectar por el aislamiento. Se puede optar por alojamiento en corral a partir de los 3 a 4 meses de edad, pero los corrales deben ser consecutivos y permitir el contacto táctil entre sí (Figura 14) (Manteca *et al.*, 2002). Las medidas son de 2.10 a 2.75 m de largo y 1.50 a 180 m de ancho (Trujillo y Becerril, 2021).



Figura 14. Alojamiento de machos prepúberes en corral
(Fuente: Trujillo y Becerril, 2021).

Los alojamientos individuales en corrales y jaulas para sementales maduros activos deben cumplir las siguientes características:

- Los corrales deberán medir al menos entre 2.1 metros x 2.4 metros, contando con su propio bebedero y comedero a nivel del suelo.
- Las jaulas para sementales deberán medir entre 2.25 a 2.40 metros de largo x 60 a 65 centímetros de ancho, la medida puede variar de acuerdo a la edad y genotipo. Algunas jaulas, deberán contar con 15 centímetros extra de altura

que las jaulas normales. Con puertas delanteras y traseras para facilitar el manejo. Del mismo modo, se debe contar con bebederos y comederos individuales.

(Trujillo y Becerril, 2021; PIC, 2005).

3 JUSTIFICACIÓN.

En una unidad de producción porcina, el semental y la hembra reproductora son los pilares para la reproducción y de estos depende en gran parte el futuro de la granja

Para lograr la mayor cantidad de lechones nacidos vivos y posteriormente la mayor cantidad de lechones al destete, es necesario aplicar prácticas de bienestar animal y sanidad en la cerda desde antes y durante el servicio, a lo largo de la gestación, en el parto y durante el periodo de lactación. Se debe conocer cómo funciona la cadena productiva y tener en cuenta que, para lograr los objetivos, los cuidados inician desde antes de la pubertad, y además tener en cuenta que las prácticas de manejo cambian entre las hembras primerizas y multíparas y el estado fisiológico en que se encuentran.

El semental porcino, carga con el 50% de la responsabilidad sobre el cumplimiento de diferentes parámetros reproductivos, es por ello, que también se debe cuidar y brindar el manejo adecuado en cuanto instalaciones, sanidad, alimentación, etc., dichos manejos inician desde la selección del futuro reproductor, durante su entrenamiento, extracción de semen, cubrición a la hembra, en este último manejo sin importar cuál sea el método usado en la granja para dar el servicio, el semental se encuentra directamente relacionado con los resultados productivos.

El presente trabajo se realizará con la finalidad de reunir información actualizada y de utilidad, donde se aborden los manejos y cuidados más relevantes a realizar en el hato reproductor, con el propósito de alcanzar los parámetros productivos y reproductivos en cada granja porcina.

4 OBJETIVO GENERAL.

- Realizar una revisión de la literatura científica y actualizada sobre los principales manejos que se realizan en la hembra reproductora desde el servicio, la gestación y destete; así como manejos en el semental porcino, que conlleven a mejorar los parámetros productivos y reproductivos, para así lograr instituir un documento que ponga a la mano la información actualizada para aquellos dedicados al ramo de la porcicultura y alumnos de la carrera de medicina veterinaria y zootecnia.

5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Referir en un documento sobre la información encontrada en las principales revistas y artículos científicos acerca de las principales necesidades en las cerdas reproductoras y el semental porcino, con el fin de poner a disposición información actualizada para técnicos y especialistas.
- Describir las actividades, acciones y manejos que se deben mantener en una unidad de producción porcina con las hembras reproductoras durante el inicio del celo, destete, gestación y parto; y en los sementales reproductores y celadores en la detección del celo, la monta natural, la inseminación artificial y manejo para la extracción de semen.

6 MATERIAL.

- Libros de texto
- Artículos
- Revistas científicas
- Bases de datos especializadas como: Elsevier, Redalyc, ResearchGate, Scopus, Oxford Academic, Revistas UNAM, PubMed., etc.
- Páginas especializadas en porcinos como: <https://www.3tres3.com/es-mx>, <https://www.porcicultura.com/>, <https://latam.pic.com/>.
- Computadora
- Libreta, bolígrafo

7 MÉTODO.

Se llevará a cabo una búsqueda especializada en las distintas fuentes de información con palabras clave como: cerda reproductora, inseminación artificial, multíparas, nulíparas, gestación, parto, estro, semental, verraco; se seleccionará la información actualizada y se integrará en el trabajo escrito que consta de los siguientes capítulos:

2.1 Manejo reproductivo de las cerdas nulíparas y multíparas

2.1.1 Ciclo estral

2.1.1.1 Estimulación de la pubertad

2.1.1.2 Detección del estro

2.1.1.3 Sincronización e inducción al estro

2.1.2 Monta natural

2.1.2.1 Tiempos de la eyaculación

2.1.3 Inseminación artificial

2.1.3.1 Evaluación de dosis seminales

2.1.3.2 Métodos de inseminación artificial

2.1.4 Desarrollo embrionario y fetal

2.1.4.1 Primer tercio de gestación

2.1.4.2 Segundo tercio de gestación

2.1.4.3 Tercer tercio de gestación

2.1.5 Diagnóstico de gestación

2.1.5.1 Técnica de no retorno al estro

2.1.5.2 Ecografía

2.1.6 Alojamiento de cerdas gestantes

2.1.6.1 Alimentación

2.1.7 Manejo sanitario

2.2 Cerdas al parto

2.2.1 Instalaciones

2.2.2 Etapas del parto y signología

2.2.3 Inducción y sincronización del parto

2.3 Cerdas al destete

2.3.1 Reinicio de la actividad cíclica

2.3.2 Alimentación

2.4 El semental

2.4.1 Selección de sementales

2.4.1.1 Características deseables

2.4.2 Método de entrenamiento del semental para recolección de semen

2.4.3 Manejo del semental en la detección de celo

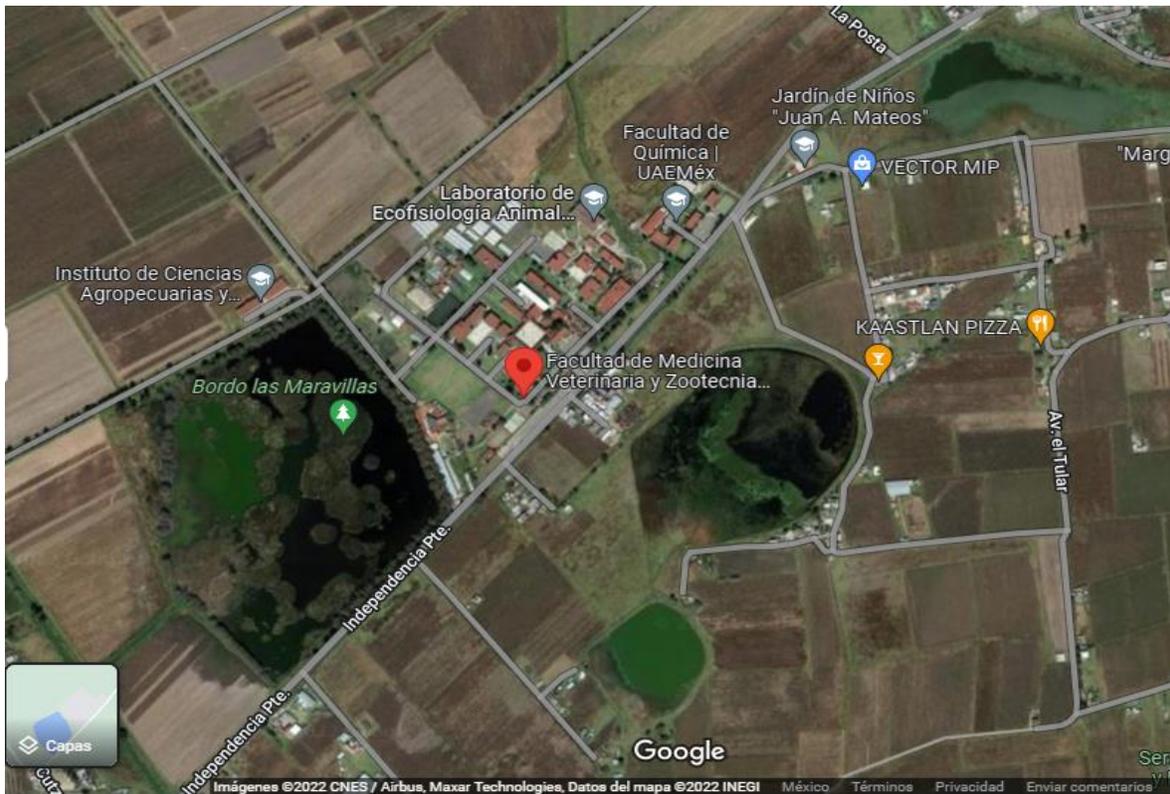
2.4.4 Manejo de semental en monta natural

2.4.5 Alimentación

2.4.6 Instalaciones

8 LÍMITE DE ESPACIO.

El presente trabajo se desarrollará en la biblioteca de Área I Cerrillo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicada en El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, C. P 50,295. Longitud 99°40'44.201 W, Latitud 19°24'50.596 N, Altitud 2,607 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2022).



(INEGI, 2022).

9 LÍMITE DE TIEMPO.

Actividad	2022						2023
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Elaboración del protocolo	x	x	x	x			
Revisión, corrección y aceptación del protocolo				x	x		
Elaboración de la tesina					x	x	
Revisión de la tesina					x	x	
Aprobación de la tesina							x

10 LITERATURA CITADA.

- Almaguer, P.Y., Font, P.H., Rosell, P.R., Quirino, C.R., y Montes, T.I. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, No:7, vol: 16, pp. 1-7. Málaga, España.
- Althouse, G.C. (2007). Artificial Insemination in Swine: Boar Stud Management. Capítulo: 97, pp: 731-738.
- Araque, H., González, C., Fuentes, A., Sulbarán, L., y Mora, F. (2012). Efecto de dos tipos de raciones y cuatro alojamientos sobre el comportamiento productivo de cerdas gestantes. *Avances en Investigación Agropecuaria, Universidad de Colima, México*. No: 3, vol:16, pp. 53-62.
- Bandilla, F.U. (2017). Propuesta de manual de operación para la subsección porcina de la granja SEDENA no. 1, "la estancia, Querétaro. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Belstra, B., Flowers, W., See, T y Singleton. (2021). Estrus or Heat Detection. *Pork Information Gateway*. [08/12/2022]. Disponible en: <https://porkgateway.org/resource/estrus-or-heat-detection/>.
- Beltrán, R.G y Jacho, L.M. (2022). Características morfológicas. *Porcicultura, BM EDITORES*, [03/01/2023]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/porcicultura/caracteristicasmorfologicas/#:~:text=Los%20par%C3%A1metros%20gen%C3%A9ticos%20demuestran%20que,con%20la%20locomoci%C3%B3n%20en%20general>.
- Blanco, R. (2017). Diagnóstico de gestación por ultrasonido en cerdas: ¿por qué? ¿cómo?, ¿cuándo?. Decanato de Ciencias Veterinarias, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*. No: 1, vol: 13, pp. 19-23.
- Broekhuijse, M.L., Feitsma, H y Gadella, B.M. (2012). Artificial insemination in pigs: predicting male fertility. *Veterinary Quarterly*, No: 3-4, vol: 32, pp. 151-157.
- Carr, J y Kirkwood, R. (2016). Uso de altrenogest en granjas de cerdos. *Genética y Reproducción, Comunidad Profesional Porcina*, [15/01/2023]. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/uso-de-altrenogest-en-una-granja-de-cerdos_36964/.

- Collell, M. (2007). Monta natural en cerdos. Genética y reproducción, [08/10/2022]. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/monta-natural-en-cerdos_1733/.
- Cornou, C. (2006). Automated oestrus detection methods in group housed sows: Review of the current methods and perspectives for development. Department of Large Animal Sciences, Royal Veterinary and Agricultural University. *Livestock science*, vol: 105, pp. 1-11.
- Cuéllar, F.J. (2021). Manejo de la cerda gestante. *Veterinaria digital*, [20/01/2023]. Disponible en: https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-la-cerda-gestante/#No_retorno_al_estro.
- De Rensis, F y Kirkwood, R.N. (2016). Control of oestrus and ovulation: fertility to timed insemination of gilts and sows. *Theriogenology*, vol: 86, pp. 1-24.
- Del Valle, R.A. (2017). Evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos utilizados en la monta natural. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, No:10, vol: 18, pp. 1-17. Málaga, España.
- Díaz, R. (2021). Diagnóstico de gestación. Reproducción de los animales domésticos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. [10/12/2022]. Disponible en: <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo8/diagnostico-de-gestacion.html>.
- Espinosa, H. S. (2017). Procesamiento de semen de calidad y preparación de dosis, capítulo 8. El Verraco. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. *Primera edición*, pp. 94-107.
- Espinosa, H.S. (2015). Manejo reproductivo en granjas a pequeña escala, capítulo 4. Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 69-85.
- Estill, C.T. (2000). Current concepts in estrus synchronization in swine. *Journal of Animal Science*, vol: 77, pp. 1-9.
- Estrada, S., Castillo, G y Romero, J.J. (2021). Parto y distocia, capítulo 9. Reproducción de los animales domésticos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [10/01/2023]. Disponible en: <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo9/autores.html>.

- Eusse, G.J. (2022). Intervención hormonal como herramienta de ayuda en el manejo reproductivo de cerdas: guía práctica. PorciNews Latam. [08/12/2022]. Disponible en: <https://porcinews.com/intervencion-hormonal-como-herramienta-de-ayuda-en-el-manejo-reproductivo-de-cerdas-guia-practica/>.
- Falceto, M.V., Mitjana, O y Bonastre, C. (2017). Manejo reproductivo de la cerda hiperprolífica. Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza. *Albóitar*, vol: 202, pp: 8-10.
- Falceto, R.V. (2005). Retraso en la pubertad y anestro postdestete en la cerda. Avances de tecnología porcina. *Dialnet*, No: 6; vol: 2, pp. 32-46.
- Flowers, W.L. (2008). Genetic and phenotypic variation in reproductive traits of AI boars. *Theriogenology*, vol: 70, pp. 1297–1303.
- Flowers, W y Knox, R. (2006). Pregnancy Diagnosis in Swine. Pork Information Gateway. [10/12/2022]. Disponible en: <https://porkgateway.org/resource/pregnancy-diagnosis-in-swine>.
- Flowers, W. (2006). Synchronization of estrus in swine. Pork Information Gateway. [08/12/2022]. Disponible en: <https://porkgateway.org/resource/synchronization-of-estrus-in-swine/>.
- Fu, H., He, M., Wu, J., Zhou, Y., Ke, S., Chen, Z., Liu, Q., Liu, M., Jiang, H., Huang, L., y Chen, C. (2021) Deep Investigating the Changes of Gut Microbiome and Its Correlation With the Shifts of Host Serum Metabolome Around Parturition in Sows. *Frontiers in Microbiology*, vol: 12, pp. 1-14.
- Fuentes, C.M., Pérez, G.L., Suárez, H.Y y Soca, P.M. (2006). Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, No:1, vol: VII, pp. 1-36. Málaga, España.
- García, A.M., Villa, R.R., y Hurtado, V.J. (2019a). Evaluación del aumento de peso en lechones durante la lactancia en parideras tecnificadas y tradicionales. *Ciencia y Agricultura, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, No:3, vol: 16, pp. 7-16.
- García, V.F., Llamas, L.P., Jacome, M.A., Sarrias-Gil, L y López, A.O. (2019b). Morphological changes in the porcine cervix: A comparison between nulliparous and multiparous sows with regard to post-cervical artificial insemination. University of Murcia. *Theriogenology*, vol: 127, pp. 120-129.

- García, F.A., Sanz, N.M y Wennberg, I.R. (2012). Manejo alimentario en cerdas desde el destete la cubrición. Comunidad Profesional Porcina, [03/10/2022]. Disponible en: https://www.3tres3.com/es-mx/articulos/manejo-alimentario-en-cerdas-desde-el-destete-a-cubricion_2092/.
- Gasa, J y Casanovas, J. (2022). El estrés por calor afecta el ritmo reproductivo de las cerdas. Comunidad Profesional Porcina, [16/11/2022]. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/el-estres-por-calor-afecta-el-ritmo-reproductivo-de-las-cerdas_47966/.
- Geisert, R.D., Sutvosky, P., Lucy, M.C., Bartol, F.F y Meyer, A.E. (2020). Reproductive physiology of swine. Animal Agriculture, Capítulo: 15, pp. 263-281.
- Gil, P.J. (2020). Consejos para la detección del celo. Genética y reproducción, [08/10/2022]. Disponible en: https://www.3tres3.com/es-mx/articulos/consejos-para-la-deteccion-del-celo_3200/.
- González, M.K. (2018). Gestación de la cerda. Producción porcina, La porcicultura, [08/10/2022]. Disponible en: <https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/gestacion-de-la-cerda/>.
- González, L.M., Trujillo, O.M y Mota, R.D. (2015). Sincronización del ciclo estral. Capítulo 8. La cerda reproductora. Departamento de Medicina y Zootecnia de Cerdos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 197-228.
- Guadalupe, Z.G. (2005). Inducción del celo con gonadotropina sérica y coriónica con la aplicación de inseminación artificial y monta natural en cerdas. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis de Licenciatura. Ecuador.
- Gutiérrez, C., Rangel, L y Lassala, A. (2008). Pubertad, ciclo estral y estacionalidad, Reproducción de animales domésticos. Tercera edición, pp. 85-112, LIMUSA.
- Harmon, J y Levis, D. (2006). Sow Housing Options for Gestation. Pork Information Gateway. [10/01/2023]. Disponible en: <https://porkgateway.org/resource/sow-housing-options-for-gestation/>.
- Hidalgo, D.M. (2014). Estrategias de manejo reproductivo de la cerda para la mejora de la fertilidad. Tesis de Doctorado. Facultad de Veterinaria, Universidad de León.

Hines, E. (2018). *Reproduction in Swine - Understanding the Estrous Cycle for Herd Management*. PennState Extension. [08/12/2022]. Disponible en: <https://extension.psu.edu/reproduction-in-swine-understanding-the-estrous-cycle-for-herd-management#product.info.author>.

INAES: Instituto Nacional de Economía Social. (2018). *La historia de la porcicultura en México y el mundo. Porcicultura, una actividad milenaria*. Disponible en: <https://www.gob.mx/inaes/articulos/porcicultura-una-actividad-milenaria?idiom=es#:~:text=Actualmente%20la%20porcicultura%20se%20mantiene,un%2048%25%20de%20la%20producci%C3%B3n>.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Sistemas de consulta-México en Cifras: El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México*, [03/10/2022]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=151060001#collapse-Resumen>.

Jang, J.C y Oh, S.H. (2022). *Management factors affecting gestating sows' welfare in group housing systems — A review*. *Animal Bioscience*, No: 12, vol: 35, pp. 1817-1826.

Jiménez, G.R. (2004). *Ecografía: aplicaciones prácticas del diagnóstico reproductivo*. BM EDITORES, [03/10/2022]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/porcicultura/ecografia-aplicaciones-practicas-del-diagnostico-reproductivo/>.

João, P.P., Williams, S., Barrales, H., Charneca, R., Tirapiocos, N.J., García, A.C., Loera, O.Y y García, C.A. (2012). *Manejo de la reproducción. Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcina. Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos*. Red Porcina Iberoamericana, Capítulo: IV, pp: 40-54.

Johnson, C. (2012). *Heat Detection*. Pork Information Gateway. [15/01/2023]. Disponible en: <https://porkgateway.org/resource/heat-detection/>.

Kauffold, J., Beckjunker, J., Kanora, A y Zaremba, W. (2007). *Synchronization of estrus and ovulation in sows not conceiving in a scheduled fixed-time insemination program*. *Animal Reproduction Science*, vol: 97, pp. 84-93.

Kemp, B., Soede, N.M y Langendijk, P. (2005). *Effects of boar contact and housing conditions on estrus expression in sows*. Department of Animal Sciences, Wageningen University. *Theriogenology*, vol: 63, pp. 643-656.

- Knox, R. (2022). Boar Management. MSD Veterinary manual. [10/01/2023]. Disponible en: <https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/management-of-reproduction-pigs/boar-management#v3313844>.
- Knox, R.V. (2019). PHYSIOLOGY AND ENDOCRINOLOGY SYMPOSIUM: Factors influencing follicle development in gilts and sows and management strategies used to regulate growth for control of estrus and ovulation. Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana-Champaign, *Journal of Animal Science*, pp. 1-37.
- Knox, R.V. (2017). Consejos prácticos para inducir el celo en nulíparas y cerdas. Comunidad Profesional Porcina, [15/01/2023]. Disponible en: <https://www.3tres3.com/articulos/consejos-practicos-para-inducir-el-celo-en-nuliparas-y-cerdas-38110/>.
- Knox, R.V. (2015). Artificial Insemination in pigs today. Department of Animal Sciences, University of Illinois at Urban-Champaign. *Theriogenology*, pp. 1-11.
- Koketsu, Y., Tani, S y Lida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management, No: 1, vol: 3*, pp. 1-10.
- Kousenidis, K., Kirtsanis, G., Karageorgiou, E y Tsiokos, D. (2022). Evaluation of a Numerical, Real-Time Ultrasound Imaging Model for the Prediction of Litter Size in Pregnant Sows, with Machine Learning. *Animals, No: 12, vol: 1948*, pp. 2-14.
- Kraeling, R.R y Webel, S. (2015). Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *Journal of Animal Science and Biotechnology, No: 3, vol:6*, pp. 1-14.
- Langendijk, P., y Plush, K. (2019). Parturition and Its Relationship with Stillbirths and Asphyxiated Piglets. *Animals. No: 9*, pp. 2-12.
- Langendijk, P., Soede, N.M y Kemp, B. (2005). Uterine activity, sperm transport, and the role of boar stimuli around insemination in sows. *Theriogenology, vol: 63*, pp. 500-513.
- MBPPGP: Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. (2004). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., SENASICA, [03/10/2022]. Disponible en: <https://www.amvec.com/web/content/19243>.

- Madej, A., Lang, A., Brandt, Y., Kindahl, H., Madsen, M y Einarsson, S. (2005). Factors regulating ovarian function in pigs. *Domestic Animal Endocrinology*, vol: 29, pp. 347–361.
- Maes, D., Pluym, L y Peltoniemi, O. (2016). Impact of group housing of pregnant sows on health. *Porcine Health Management*, No: 2, vol: 17, pp. 2-7.
- Manteca, X., Velarde, A y Font, J. (2002). Comportamiento y bienestar animal en la detección de celos, el manejo del verraco y la gestación. Unidad de Fisiología Animal, Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, pp. 1-11.
- Martínez, G.R. (2017). Selección del semental, capítulo 6. El Verraco. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. *Primera edición*, pp. 75-86.
- Martínez, G.R. (2015). Opciones para el diseño de alojamientos en porcicultura a pequeña escala, Alternativas para la producción a pequeña escala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 139-162.
- Martínez, R.R., y Sánchez, H.M. (2017). Entrenamiento y manejo del semental, capítulo 7. El Verraco. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. *Primera edición*, pp. 87-93.
- Martínez, R.R., y Sánchez, H.M. (2015). La hembra gestante: aspectos prácticos en su manejo, capítulo 14. La cerda reproductora. Departamento de Medicina y Zootecnia de Cerdos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 362-372.
- Mas, G., y Gutiérrez, R. (2009). Adaptación y manejo reproductivo de los porcinos. *Mundo Ganadero*, pp. 52-54.
- Min, Y., Choi, Y., Kim, J., Kim, D., Jeong, Y., Kim, Y., Song, M. y Jung, H. (2020). Comparison of the Productivity of Primiparous Sows Housed in Individual Stalls and Group Housing Systems. *Animals*, No:10, vol: 1940, pp. 2-10.
- Montero, L.E. (2014). Alternativas para la producción porcina a pequeña escala: estudio de revisión. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morgan, L., Klement, E., Novak, S., Eliahoo, E., Younis, A., Sutton, G., Abu-Ahmad, W y Raz, T. (2018). Effects of group housing on reproductive performance, lameness, injuries and saliva cortisol in gestating sows. *Preventive Veterinary Medicine*, vol: 160, pp. 10-17.

- Mota, R.D., Gómez, P.J., Martínez, B.J., González, L.M., Alavez, B.M., Mora, M.P., Reyes, S.B., Lezama, G, K y Olmos, H.A. (2020). Aspectos termográficos y endocrinológicos de la cerda y el recién nacido al parto. Porcicultura, [19/11/2022]. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/Aspectos-termograficos-y-endocrinologicos-de-la-cerda-y-el-recien-nacido-al-parto>.
- Mota, R.D., Roldán, S.P., Bolaños, L.D., Orozco, G.H. y Trujillo, O.M. (2015). Diagnóstico de gestación, capítulo 12. La cerda reproductora. Departamento de Medicina y Zootecnia de Cerdos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 308-336.
- Nava, A.A. (2020). Puntos clave para el manejo de la cerda y su camada durante el parto. Porcicultura, [03/10/2022]. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/Puntos-clave-para-el-manejo-de-la-cerda-y-su-camada-durante-el-parto>.
- Ortiz, C.J., Alzina, L.A., Álvarez, F.M., y Segura, C.J. (2007). Evaluación de la ultrasonografía de tiempo real en el diagnóstico de gestación precoz en cerdas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. *Veterinaria México*. No: 3, vol: 38, pp. 285-290.
- Ostensen, T, Cornou, C y Kristensen, A. (2010). Detecting oestrus by monitoring sows' visits to a boar. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol: 74, pp. 51-58.
- Paz, F.C. (2020). Selección y manejo el verraco. Porcicultura, [04/10/2022]. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/Seleccion-y-manejo-del-verraco>.
- Pedersen, L.J. (2007). Sexual behaviour in female pigs. *Hormones and behavior, ScienceDirect*, vol:52, pp. 64-69.
- Peltoniemi, O., Björkman, S y Maes, D. (2016). Reproduction of group-housed sows. *Porcine Health Management*, No: 2, vol: 15, pp. 2-6.
- PIC: Pig Improvement Company. (2005). Fundamentos de Inseminación Artificial (IA) en la Porcicultura.
- PIC: Pig Improvement Company. (2007). Manual de manejo de primerizas y cerdas.
- Ponce, C.J., García, G.E., Peralta, G.I., Macías, C.U., Avedaño, R.L y Vicente, P.R. (2018). Inducción y sincronización del estro con hormonas exógenas y

bioestimulación sexual en cerdas multíparas al destete. *Abanico veterinario*, No: 2, vol: 8, pp. 88-97.

Porras, A.A y Flores, G.H. (2013). Manejo reproductivo en porcinos. Manual de prácticas de reproducción animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 197-211.

Piñeiro, C y Lisboa, M.N. (2012). Lechones de bajo peso y de cerdas jóvenes; una combinación muy peligrosa (I). Comunidad Profesional Porcina, [15/11/2022]. Disponible en: https://www.3tres3.com/latam/articulos/lechones-de-bajo-peso-y-de-cerdas-jovenes;-una-combinacion-muy-peligro_11294/.

Quiles, A y Hevia, M.L. (2007a). Manejo y preparación de las cerdas nulíparas (1ª parte). Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia, N° 231.

Quiles, A y Hevia, M.L. (2007b). Manejo y preparación de las cerdas nulíparas (2ª parte). Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia, N° 232.

Quintero, M.A., Calatayud, D y Mejía, W. (2016). Fertilidad y prolificidad en cerdas nulíparas inseminadas con semen criopreservado. Nota técnica. *Revista Científica*, No:4, vol: 26, pp. 233-238.

Robinson, J.A y Buhr, M.M. (2005). Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology*, vol: 63, pp. 668–678.

Roca, J., Vázquez, J.M., Gil, M.A., Cuello, C., Parrilla, I y Martínez, E.A. (2006). Challenges in Pig Artificial Insemination. *Reproduction in Domestic Animals*, No:2, vol: 41, pp. 43-53.

Rodríguez, M.H. (2021). Evaluación de la calidad seminal en el verraco. Depto. de Ciencias Clínicas, Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencia Animal, Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas (SLU), Uppsala, Suecia.

Roldán, S.P., Corrales, A.A., De la Cruz, C.L y Yáñez, P. A. (2020). Factores que disminuyen la capacidad reproductiva de la cerda nulípara. Los porcicultores y su entorno. No: 137, pp. 56-69.

Román, L.J y Román, O.J. (2018). Parámetros reproductivos de cerdas inseminadas artificialmente con semen fresco y cerdas cubiertas con monta natural en clima cálido- húmedo en Tuxpan, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero.

- Sankarganesh, D., Kirkwood, R., Angayarkanni, J., Achiraman, S y Archunan, G. (2021). Pig pheromones and behaviors: A review. *Theriogenology*, vol: 175, pp. 1-6.
- Schmitt, R. (2017). Batch farrowing: labor, pig flow, and other things to consider. *Journal of Animal Science*, No: 1, vol: 95.
- SIAP: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). Panorama agroalimentario 2021, [20/10/2022]. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/panorama_siap/pag/2021/Panorama-Agroalimentario-2021.
- Soede, N.M., Langendijk, P y Kemp, B. (2011). Reproductive cycles in pigs. *Animal Reproduction Science*, vol:124, pp. 251-158.
- Suárez, U.A., Tejedor, M.T., Mitjana, N.O y Falceto, R.V. (2022). Evaluación de la inseminación artificial post cervical vs cervical en los parámetros productivos. PorciNews Latam. [08/01/2023]. Disponible en: <https://porcinews.com/evaluacion-de-la-inseminacion-artificial-post-cervical-vs-cervical-en-los-parametros-productivos/>.
- Taverne, M y Weijden, V.D. (2008). Parturition in Domestic Animals: Targets for Future Research, Review Article. department of Farm Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands. *Reproduction in Domestic Animals*, vol:43, pp. 36-42.
- Torrenes, M.R., Torrez, Q.K., Venegas, D., López, F.J y Guevara, M.L. (2013). Manual de inseminación artificial porcina. Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria.
- Trujillo, M. E y Becerril, J. (2021). Porcinos, capítulo 14. Reproducción de los animales domésticos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [10/01/2023]. Disponible en: <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/index.html>.
- Trujillo, O.M., Silva, H.R y Gutiérrez, O. (2019). Reproducción del cerdo: una visión práctica. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Trujillo, O.M. (2005). Uso de hormonas exógenas en la producción porcina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, [18/01/2023]. Disponible en: https://www.amvec.com/memories/memorias/2005/2005_022.pdf.

Vargas, A., Bernardi, M., Paranhos, T., Goncalves, M., Bortolozzo, F y Wentz, I. (2009). Reproductive performance of swine females re-serviced after return to estrus or abortion. *Animal Reproduction Science*, vol: 113, pp. 305-310.

Walters, R. (2015). Heredabilidad. *Genética y Reproducción, Comunidad Profesional Porcina*, [15/11/2022]. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/heredabilidad_35196/.