



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“MANUAL DE GENERALIDADES EN LA REPRODUCCIÓN PORCINA”

P R E S E N T A

GARCÍA CASTILLO LIZETTE

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

ASESOR:

MVZ. RAMÍREZ HERNANDEZ GERARDO

Ciudad Universitaria, CD.MX.

2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis padres y hermano, por apoyarme incondicionalmente en todo este proceso.
Sin su ayuda nada de esto sería posible.*

Gracias a mi familia por ser uno de los pilares más grandes en mi vida y externarme su apoyo y admiración, a mis amigos más cercanos por impulsarme a seguir con mis sueños, a mis queridos colegas y amigos de la Granja “El Platanar” por ayudarme a ser mejor médico y persona. A mi pareja por ser un gran motor, inspiración y apoyo en esta etapa de mi vida.

Agradecimientos especiales al **MVZ Gerardo Ramírez Hernández** por ser un gran mentor, tanto en lo académico como en lo personal, tiene mi total admiración. Al **MVZ Mauricio Lagunes Villa** por su paciencia y empeño extraordinario para transmitirme todos sus conocimientos. Al **MVZ Adalberto González Martínez** por ser un excelente maestro, colega y amigo, gracias por demostrarme que se puede con todo en esta vida, solo es cuestión de actitud y coraje. Tienen mi eterno agradecimiento.

Por último y no menos importante, a mí, por no irme en todos esos momentos donde sentía que no daba el ancho en esta profesión, por cada vez que no me rendí ante las adversidades de la carrera y los golpes duros de la vida.

Parte 1: manejo reproductivo de la hembra.

1. Pubertad	9
2. Ciclo Estral	10
3. Detección de hembras en celo.....	11
4. Monta Directa.....	15
5. Inseminación Artificial (IA).....	15
6. Técnicas para la reproducción asistida	18
7. Retorno a estro.....	21
8. Manejo de cerdas reemplazo.....	22
9. Diagnóstico de gestación	24
10. Parto.....	26
11. Condiciones climáticas y alimenticias adecuadas	30
12. Principales enfermedades que afectan al sistema reproductor.....	33

Parte 2: manejo reproductivo del macho.

1. Evaluación reproductiva del semental.....	41
2. Manejo y entrenamiento del semental.....	43
3. Colección del semen.....	44
4. Evaluación del semen.....	47
5. Tipos de diluyentes	53
6. Preparación de dosis seminales.....	54

Bienestar animal.....	55
------------------------------	-----------

Índice de Figuras	Página
1. Verraco de 2 años y medio de edad celando a cerdas en jaula en el área de servicios y gestación.	11
2. Comparación de las orejas erectas en cerdas en celo, con cerdas en diestro en presencia del verraco. Cerda 1 en celo, cerda 2 en diestro.	12
3. Cerdas en corral montándose entre ellas. Cerda en proestro montando a hembra en estro.	12
4. Comparación del tamaño de la vulva, donde la cerda 1 está en celo la cerda 2 está en diestro.	13
5. Detección de hembras en estro por verraco en jaula.	14
6. "Prueba de cabalgue" en cerdas sospechosas de estro.	14
7. Pipetas estándar con punta de fomi.	16
8. Pipeta de punta de tirabuzón.	16
9. Bolsa de dosis de semen cerrada con tapón.	17
10. Diagnóstico de gestación con ultrasonido.	25
11. Presencia de bolsas embrionarias en el ultrasonido, confirmando la gestación.	25
12. Recolección de semen con la técnica manual "mano enguantada" en el corral con potro.	46
13. Recolección de semen con la técnica manual "mano enguantada" en el corral del semental y una hembra en celo.	46
14. Recolección de semen con la técnica manual "mano enguantada" en el corral del semental y visualización de la hembra en celo.	47
Índice de cuadros	
1. Requerimientos nutricionales en hembras de 6 meses de edad.	31
2. Cantidad de alimento requerido por tercio de gestación.	31
3. Requerimientos nutricionales durante la lactancia.	32
4. Principales enfermedades reproductivas que afectan al cerdo.	34-39
5. Requerimientos nutricionales del semental.	44

*Las imágenes utilizadas en ésta tesis fueron tomadas por Lizette García Castillo. Las que no entran en esta descripción, contienen su cita debajo de la descripción de cada ilustración.

Resumen

LIZETTE GARCÍA CASTILLO. MANUAL DE GENERALIDADES EN LA REPRODUCCIÓN PORCINA. (Bajo la asesoría del MVZ. MCV. RAMÍREZ HERNANDEZ GERARDO.

El presente texto es la recopilación de información sobre los aspectos básicos en la reproducción porcina.

Este manual fue elaborado con la intención de ayudar a mejorar la producción de cerdo en México, en los diferentes sistemas de producción, sobre todo semi-intensivo y traspatio. Se busca beneficiar a diferentes personas en este ámbito, esperando que les sea de ayuda para mejorar en sus actividades diarias con esta especie. Así mismo, se espera que sea consultado por los estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia (MVZ) de las diferentes universidades que hay en México y por supuesto por los pasantes que inician los manejos con esta especie.

Se integra de manera ordenada y en forma cronológica, los temas en el manejo zootécnico de los porcinos, abarcando al macho y el de la hembra en sus diferentes etapas fisiológicas. Con la finalidad de tener un mejor control zootécnico de los animales con información sustentada y de manera simple para los criadores de dicha especie.

Se abarca los distintos manejos que se han ido destinando a las diferentes áreas de producción, en su mayoría están centrados en el área de servicios y gestación, englobando alimentación, temperatura, factores genéticos y ambientales, para ser llevados a cabo con éxito.

Introducción

La porcicultura en México se remonta al siglo XVI, cuando los conquistadores españoles introdujeron cerdos ibéricos, napolitanos y célticos de Europa. Estas especies se reprodujeron sin control y dieron origen a los cerdos denominados criollos que se dividen en dos tipos: cerdo cuino o enano que prevalecía en tierras altas de México y el cerdo pelón Mexicano adaptado a zonas tropicales. A principios del siglo XX fueron importadas razas mejoradas: Duroc y Poland China, ayudando al mejoramiento genético de las razas locales ⁽¹⁾.

De 1940 a 1950 la porcicultura representaba la segunda fuente de abastecimiento de carne en México aportando cerca del 20% de la producción, con 67, 000 toneladas. En la época de los cincuentas, la secretaría de Agricultura y Ganadería, estableció programas de mejoramiento genético. A finales de 1982 se desencadenó la crisis financiera elevando los costos, el mercado interno se contrajo y algunos alimentos de origen animal fueron sustituidos por alimentos de origen vegetal, sin mencionar los precios bajos de la carne de pollo. En 1985 como consecuencia de la crisis, el gobierno retiró el subsidio al sorgo para la producción porcina, aumentando más el precio de producción y su precio al mercado.

La época de los noventa es considerada como una recuperación lenta en cuanto a control de enfermedades (Fiebre Porcina Africana) y en economía referente a la venta y exportación del cerdo ⁽¹⁾.

En el año 2000 la producción nacional de carne de porcino en canal fue 1030.10 toneladas, de las cuales se exportaron 46.30 mil toneladas. Ese volumen de carne no fue suficiente para abastecer el consumo nacional aparente, el cual fue 1358.60 mil toneladas por lo que se importaron 374.90 mil toneladas, principalmente de Estados Unidos de Norteamérica.

En 2011, la balanza comercial mexicana de carne de porcino fue deficitaria en una relación aproximada de 10:1, por 1 tonelada de carne porcina exportada se importaron 10 toneladas; así, las importaciones fueron 726.50 mil toneladas, mientras que las exportaciones fueron 67.50 mil toneladas. Este déficit comercial se explicó como consecuencia de la combinación de dos factores: incremento sostenido del consumo nacional y *per cápita*, y estancamiento de la producción doméstica ⁽²⁾.

La producción de carne en 2021 experimentó un incremento de 7.300 toneladas métricas, pasando de 396.100 toneladas en el periodo enero a marzo de 2020 a 403.400 toneladas en el mismo periodo de 2021, lo cual significó una variación positiva del 1,8%. De igual manera, otro indicador que ha mantenido un comportamiento positivo son las exportaciones de carne de cerdo con 76.500 toneladas en el primer trimestre de 2021, 18.800 toneladas más, lo que representa un aumento del 32,6% frente al primer trimestre del año anterior ⁽³⁾.

El cerdo es uno de los animales de gran importancia económica, su carne es de mayor producción mundial alcanzando el 40 % del total de las carnes rojas. Presentando ventajas indiscutibles que permiten estimular su producción como son: consumo de gran cantidad de alimentos tanto líquidos como voluminosos, se adapta a cualquier sistema de explotación e instalaciones, es un animal altamente prolífero, da respuesta rápida a la producción de carne y una gran cantidad de derivados ⁽⁴⁾

Hablando de sus propiedades nutricionales posee proteínas, minerales como el hierro y el zinc, vitaminas del grupo B y aminoácidos esenciales para la digestibilidad. Por eso es importante la producción en el cerdo, pues se desea llegar a un fin zootécnico que el mercado demanda con buena calidad y altos estándares de producción. ⁽⁵⁾

Parte 1: Manejo reproductivo de la hembra.

1. Pubertad:

La pubertad se puede definir como la fase en la que se enlaza la inmadurez y la madurez que son reconocidas en la cerda con la aparición de su primer ciclo estral. Las cerdas generalmente entran a la pubertad alrededor del día 200 de vida, pero hay razas que aparecen de los 135 a los 250 días, con un peso aproximado de 135 a 150 kg ^(6,7). Esto varía por diferentes factores como:

Tipo racial: Las cerdas de raza blanca entran más rápido a la pubertad porque están diseñadas para producir más lechones que las cerdas de raza oscura.

Condición corporal: La pubertad se relaciona con la tasa de crecimiento, animales con una nutrición adecuada presentarán la pubertad a menor edad.

Temperatura ambiental: En climas extremos hace que la cerda se estrese y disminuya su consumo alimenticio, provocando un retraso en la tasa de crecimiento.

Interacción social: Es importante la interacción con individuos de la misma especie, porque hay una bioestimulación como la de las feromonas que impacta con la presentación de la misma.

Exposición al macho: Es uno de los métodos más efectivos para estimular el inicio de la pubertad. Consiste en presentarles a un macho maduro y activo, directamente en su corral o indirecto en corrales adyacentes o el paseo del semental en jaulas. En corrales se recomienda que la exposición dure 30 minutos. Su efecto acorta el lapso de presentación de la pubertad. Este método se emplea de las 23 a 26 semanas de edad, si se hace desde las 20 semanas en cerdas primerizas no responderán al estímulo ⁽⁸⁾.

Después de la pubertad presentará regularmente los ciclos estrales de 18 a 24 días de duración. Las cerdas serán inseminadas en su segundo o tercer celo, dependiendo si los factores ya mencionados influyen o no en su desarrollo, posteriormente puede alcanzar una mejor tasa de ovulación.

2.Ciclo Estral:

El ciclo estral es un proceso fisiológico y biológico que tiene como objetivo preparar el aparato reproductor de la hembra para llevar a cabo la fertilización.

La cerda presenta varios ciclos estrales, durante todo el año, por eso es considerada como poliéstrica continua. Su ciclo dura 21 días, con una variación de +- 3 días. Dividido en 4 etapas y dos fases.

***Fase folicular:** proestro y estro.

***Fase lútea:** metaestro y diestro.

Proestro: dura dos días y en esta etapa se lleva a cabo el crecimiento folicular. Entre 10 a 20 folículos. La progesterona desciende sus niveles y aumentan los estrógenos dando como resultado, el crecimiento folicular, el aumento de tamaño y la hiperemia en la vulva. Estos bios se ven reflejados de 2 a 6 días antes del celo. Es común observar que las cerdas se montan unas a otras, esto sucede porque la progesterona se aromatiza, aumentando los niveles de testosterona haciendo que varias hembras se comporten como macho, denotando la conducta de monta, debemos de recalcar que aún no aceptan al verraco ⁽¹⁰⁾.

Estro: dura de 2 a 3 días. Los folículos maduran y alcanzan tamaños de 9 a 11 mm. Al final de esta etapa ocurre la ovulación. Los signos son muy notorios como la hiperemia y agrandamiento de la vulva, disminuye el apetito, se muestran inquietas, vocalizan, buscan al macho con desesperación cuando este es presentado ante ellas, se observa lordosis, erección de orejas y pueden llegar a presentar temblores. Los estrógenos se encuentran en un pico hormonal alto, induciendo la secreción de LH que provoca la ovulación ⁽¹⁰⁾.

Metaestro: dura 2 días. En principio se forma el cuerpo hemorrágico, que a su vez se transforma en cuerpo lúteo a partir de la teca interna y la granulosa. Estos cuerpos lúteos inician la secreción de progesterona. Hay presencia de folículos muy pequeños ⁽¹⁰⁾.

Diestro: dura aproximadamente 14 días. Es la etapa más larga del ciclo donde los cuerpos lúteos alcanzan su máximo desarrollo y gran aporte sanguíneo. Se encuentran alrededor de 50 folículos pequeños e inmaduros. La hormona predominante de esta etapa es la progesterona, pues aquí alcanza su pico de secreción, hasta que haya una regresión de cuerpos lúteos ⁽¹⁰⁾.

Luteolisis: Este proceso ocurre hacia el término del diestro. Es la regresión de los cuerpos lúteos, ya que no hay una gestación que mantener, se secreta la prostaglandina F2 alfa, llega

localmente por vena uterina a la arteria ovárica y sistémica por circulación general, lisando los cuerpos lúteos ⁽¹⁰⁾.

Ovulación: La ovulación en la cerda es espontánea y ocurre 36 a 40 horas después del pico de LH y dura 3.8 horas ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾.

3.Detección de hembras en celo:

La detección de estro se recomienda hacerlo con la presencia de un verraco celador mayor de 9 meses de edad (ya está activo sexualmente) **(Figura 1)**, dicho verraco debe ser entrenado a partir de los 7 meses de edad, porque es cuando entran en pubertad, en este caso el porcentaje de detección es mayor (100%) en comparación, con solamente la prueba de cabalgue (subirse o sentarse en la parte de las lumbares de la cerda para verificar que se quede quieta), que en este caso es sólo del 48%. Los momentos adecuados para detectar a las hembras en celo, es cuando las temperaturas aún son estables para ambos, es decir, cuando el sol no les cause un agotamiento, debe ser temprano por la mañana y al atardecer ⁽¹¹⁾.



Figura 1. Verraco de 2 años y medio de edad celando a cerdas en jaula en el área de servicios y gestación.

Los signos de estro nos ayudan a saber cuál es el momento específico para inseminar a la cerda. Los signos característicos que indican que la cerda está en estro son: lordosis (momento en el que la cerda al sentir peso en el área lumbar se queda inmóvil, puede tener las orejas erectas (**Figura 2**), en algunas ocasiones presenta temblor) si se tiene a las cerdas en corrales es normal que se monten unas a las otras (**Figura 3**), la hembra que monta está en proestro y el animal que se deja montar está en estro (esto se da por los diferentes niveles de testosterona que tiene cada una). También se observa vulva edematosa (**Figura 4**) e hiperémica, disminución en el consumo de alimento, inquieta, aumento en la vocalización y salivación ⁽¹¹⁾.



Cerda 1

<p>Cerda 1 en celo</p> <p>Cerda 2 en diestro</p>
--



Cerda 2

Figura 2. Comparación de las orejas erectas en cerdas en celo, con cerdas en diestro en presencia del verraco.



Figura 3. Cerdas en corral montándose entre ellas. Cerda en proestro montando a hembra en estro.



Cerda 1



Cerda 2

Figura 4. Comparación del tamaño de la vulva, donde la cerda 1 está en celo y la cerda 2 está en diestro.

En el área de servicios, es ideal separar a las cerdas que ya se detectaron en estro en un nuevo corral o jaula, posteriormente se hace la presentación del macho. Se debe observar detenidamente, cuales realmente se encuentran en estro, esto ocurre de la siguiente manera (cortejo): el macho con su jeta las va a golpear en los costados, empezará a salivar, ya que a través de ésta se secretan las feromonas, chasquean en el oído de la hembra, en el momento que el verraco brinque, la montara, hay que estar preparados con guantes limpios, con cuidado se sostiene el pene del macho para que no la penetre (si es que se va a realizar inseminación o si ese macho no es el semental deseado) se empuja para bajarlo de la hembra. Con un marcador se le hace una marca a la hembra en el lomo (una línea, estrella, un puntito, etc). Si no se cuenta con el corral, se detecta en jaula, la presentación del macho se realiza por fuera de está (**Figura 5**). Se debe observar si la hembra presenta los signos ya mencionados, los trabajadores pueden subirse a la cerda, pisando parte del lomo y lumbares “prueba de cabalgue” ⁽³⁾ (**Figura 6**). Si por algún motivo no todas las hembras sospechosas resultan positivas al macho, es recomendable meter otro macho después de 2 horas, esto se debe a que el primer verraco, pudo estimular a las cerdas la primera vez, pero después de 15 a 20 min, baja esa capacidad y ya no las estimula como al principio, después de 2 horas que se establezcan las concentraciones hormonales en la hembra, entra el segundo verraco para estimularlas y observar quien verdaderamente está en celo ⁽⁶⁾. Ideal que el trabajador sea paciente con el verraco y no lo golpee ⁽¹¹⁾.



Figura 5. Detección de hembras en estro por verraco en jaula.



Figura 6. “Prueba de cabalgue” en cerdas sospechosas de estro.

El corral debe ser adecuado con pisos ranurados o de tierra para evitar accidentes al momento de detectar los celos y la monta, si se hace en grupos deben ser 4 cerdas por verraco ⁽¹⁰⁾.

4. Monta directa:

El peso recomendado para dar monta a las cerdas es a los 130 kg (cuando presenta su segundo o tercer celo), ya que se considera que la hembra está desarrollada fisiológicamente y anatómicamente para poder llevar a término una gestación adecuadamente ⁽⁸⁾.

Se realiza en un corral de montas ya establecido, con piso ranurado para evitar accidentes y puede ser al aire libre o techado, otra opción es llevar a la hembra al corral del macho, pero de igual manera debe contar con pisos adecuados. Se practica muy temprano por la mañana o en la tarde, para que ni el semental, ni la cerda se agoten con el calor del día. El encargado del área debe estar presente observando que la monta se lleve a cabo adecuadamente y verificar que el semental eyacule totalmente dentro de la hembra. El celo de las cerdas jóvenes dura 48 horas y de las adultas hasta 72 horas, esto hace que el primer servicio para las jóvenes sea el primer día de estro y para las hembras adultas el segundo día, el esquema se revisará más adelante ⁽¹³⁾.

5. Inseminación Artificial:

Se debe tener bien ubicada la hora en que las cerdas presentaron el estro y el tipo de cerda. Normalmente para cerdas primerizas se utilizan 3 dosis, es decir a las 12, 24 y 36 horas de iniciado el estro. En el caso de cerdas multíparas se utilizan 2 dosis, la primera a las 24 y 36 horas de iniciado el celo. En cerdas problema es recomendable la aplicación de 3 dosis inmediatamente de iniciado el estro. Por otra parte, se debe tomar en cuenta el intervalo destete-estro para inseminar:

***Intervalo destete-estro corto:** La duración va de 1 a 3 días, el estro es largo y la inseminación se realiza a las 24 horas de detección.

***Intervalo destete-estro regular:** La duración va de los 4 a los 7 días, el estro es normal (48 a 72 horas) y se insemina a las 12 horas de detección.

***Intervalo destete-estro largo:** La duración es de más de 7 días, el estro es muy corto y se insemina al momento de la detección.

Antes de inseminar es importante tomar en cuenta que la pipeta embone adecuadamente con la pared cervical de la cerda para evitar el flujo retrógrado del semen, para esto hay diferentes calibres y formas de pipetas. El calibre depende de si la hembra a inseminar es

primeriza o no, es decir calibres pequeños para hembras primerizas, para evitar dañar la mucosa vaginal y calibre estándar para hembras multíparas. La forma de la pipeta depende de la economía de la granja y la comodidad del inseminador, existen dos tipos de pipetas, las de punta de fomi que cada día es más común (**Figura 7**) y de punta de tirabuzón (**Figura 8**). Hay un mejor índice de concepción si antes de inseminar se le presenta el verraco a las hembras ⁽³⁾.



Figura 7. Pipetas estándar con punta de fomi.



Figura 8. Pipeta de punta de tirabuzón. Foto tomada de <https://www.idelcastillo.com/index.php/productos/linea-porcina/cat%C3%A9ter-inseminador-detail>

La limpieza en este procedimiento es de vital importancia, se debe usar guantes en todo momento.

El primer paso: Es lavar el área perianal hacia los lados, evitando que la presencia de heces caiga directamente en la vulva, se puede realizar cubriéndola con la mano, seguido de esto se debe lavar bien, quitando el exceso de moco o descargas vaginales que hay en el exterior, se hace con agua tibia y jabón neutro. Se debe secar con una toalla absorbente por método de espongeo ⁽¹¹⁾.

Es importante recalcar que para el momento de la inseminación se a implementado el uso de alforjas, que simula el peso y la presión que ejercería el verraco en las cerdas, esto ayuda a que la hembra se mantenga inmóvil y sea más fácil el manejo ⁽¹¹⁾.

El segundo paso: Es retirar el protector de la pipeta con cuidado de no estar tocando todo el largo de la pipeta, sino solo el lugar de nuestra mano al inseminar, para evitar contaminación y aplicar un poco de gel lubricante NO espermicida, a 2 cm de la punta ⁽¹¹⁾.

Al introducir la pipeta se hace de abajo hacia arriba en un ángulo de 45°, para evitar el contacto con el orificio uretral, se endereza la pipeta, de modo que quede totalmente horizontal, se introduce directamente cuando se ocupan pipetas con punta de fomi y girándola en sentido contrario de las manecillas del reloj cuando se ocupan pipetas en forma de tirabuzón para que se pueda envolver con los anillos cervicales, una vez que ya no avanza la pipeta, se debe de romper el tapón del envase que contiene la dosis, para enroscarla y esperar que la bolsa o botella se encuentren vacías (**Figura 9**). Se recomienda, No ejercer presión sobre el envase, la dosis pasará por sí sola y dependiendo la dilatación cervical de la cerda. Normalmente este procedimiento tarda de 5 a 10 minutos ⁽¹¹⁾. Es importante que una vez que se vacíe la botella o bolsa, se debe esperar un minuto para que no quede líquido en el interior de la pipeta.



Figura 9. Bolsa de dosis de semen cerrada con tapón.

Para retirar la pipeta se debe sacar cuidadosamente y hacia abajo, para evitar lesionar la mucosa. En caso de inseminar con pipeta de punta de tirabuzón, se extrae girándola en sentido a las manecillas del reloj y hacia abajo ⁽¹¹⁾.

Existen 3 formas de inseminar:

Inseminación artificial (IA) tradicional o convencional: en esta el semen es depositado en el cérvix. Es la más utilizada. La concentración es de 3000 millones de espermatozoides, en 100 ml.

Inseminación artificial pos-cervical (IA-PC): el semen es depositado en el cuerpo del útero. El volumen y la concentración de espermatozoides es 50 ml y 1500 millones, respectivamente. Sus resultados son similares a la IA tradicional.

Inseminación artificial intrauterina profunda (IA-IU): el semen es depositado en los cuernos uterinos. Su uso es limitado y se usa solo para experimentación y transferencia de embriones con 5 ml y 15 mil millones de espermatozoides ^(11,12,16).

Instalaciones en el área de servicios y gestación: es recomendable que se tenga a las cerdas en jaula, con 2.20 m de largo, ancho de 60 cm y altura de 1.05 m del piso al primer tubo, con un espacio total de 1.32 m² por cerda. Si se cuenta con fosa, él piso debe ser de slat de concreto, con un grosor de 10 cm, separación entre barras de 2 cm y pendiente de 5°. Debe tomarse en cuenta que la temperatura ideal es de 20°C, se debe contar con ventilación natural (ventanas) o artificial (inyectores) para evitarle a la hembra más estrés, las ventanas tendrán malla tipo mosquitero para evitar el ingreso de fauna nociva, vados en la entrada y salida. Sí es un lugar de temperaturas muy drásticas en cuanto a frío es recomendable el uso de lonas para preservar el calor. Por el contrario, si es un lugar con mucho calor, se necesita excelente ventilación e hidratación, para evitar abortos o choques térmicos.

6. Técnicas para la reproducción asistida:

Identificar correctamente las etapas del ciclo estral en la hembra, en especial el celo nos permite un manejo adecuado y preciso para llevar a cabo la inseminación artificial (IA) o monta directa. Así mismo esto nos guiará en la utilización de programas de producción para poder manipularlo. Debemos tomar en cuenta que independientemente de cual sea el objetivo que se desea llegar, el uso de cualquier método, repercutirá en la hembra y depende mucho de su estado fisiológico o su etapa productiva.

A continuación, se describirán los manejos productivos utilizados para la sincronización del estro:

Exposición del verraco en cerdas prepúberes para inducir la pubertad:

Si la cerda cumple con los estándares de peso adecuado a su edad, con buena genética y un medio ambiente adecuado, es muy probable que tenga una reacción favorable ante la presentación del verraco, es decir que presente el celo, se recomienda hacerlo desde los 5 meses de edad (160 días). Si retrasamos este estímulo después de los 160 días en cerdas primerizas, obtendremos menos partos anuales porque se irán rezagando y serán cerdas pesadas a la pubertad, lo que es un efecto negativo a su desempeño reproductivo.

Esté manejo se realiza con un verraco maduro, mayor a 11 meses, porque secreta mayor cantidad esteroidea de 16-androstenona, que es un estímulo olfativo para las hembras, así mismo, los estímulos auditivos (vocalizaciones y chasqueo del macho), visuales y táctiles tendrán resultados favorables. Se recomienda presentar al macho de 5 a 30 min por día ⁽¹⁶⁾.

Progestágenos:

La manipulación farmacológica en cerdas ciclando, requiere de progestágenos en una duración prolongada, los progestágenos inhiben los estadios finales del desarrollo folicular, al dejar de administrarlos, los folículos maduran y ovulan rápidamente.

Si aplicamos progesterona inyectable, el estro debe presentarse de 6 a 7 días después de la última inyección. Si se aplica diario en cerdas primerizas entre los días 15 a 28 del ciclo, no van a presentar el celo debido a la prolongación del tratamiento.

Muchas veces lo que se ocupa es acetato de 6-metil-17 alfa hidroxiprogesterona, en el alimento de las cerdas primerizas (50 mg/día) de 14 a 21 días, retirado el progestágeno, el 50% de los animales presentará el celo y el 80% ovulación. Si se da por 24 días el estro aparecerá en 4.4 días después de retirado el tratamiento.

El regumate, es un progestágeno, de igual manera utilizado en el alimento (10-15 mg/día/cerda) por 18 a 19 días, el estro se presentará 4.2 a 5.2 días después de su última aplicación. La ovulación y fertilidad se darán de forma normal. La mala dosificación de regumate puede provocar quistes, por eso es importante el asesoramiento previo de un MVZ.

Implantes de norgestomet (6 mg) con liberación prolongada por 18 días, el 90% entra en celo a los 3 a 7 días de retiro del implante, al igual que el implante intravaginal, se usa por 14 días y se presenta el celo 3 a 5 días después del retiro.

Gonadotropina Coriónica Humana (hCG) cumple la función del cuerpo lúteo (CL) en las cerdas, evitando la luteólisis y retorno a estro. Se utiliza de 500 a 1000 UI por 12 días, logrando retrasar el estro de 31 a 61.4 días ⁽¹⁶⁾.

Estrógenos:

Durante la fase lútea del ciclo estral, los estrógenos son luteotrópicos, es decir, prolongan la vida de los cuerpos lúteos durante varias semanas.

Benzuato de estradiol (BE): mantiene la función lútea hasta por 300 días en cerdas primerizas. Se utiliza de 5 a 20 días y luego de su aplicación se administra PGF2 alfa (realiza la luteólisis) presentando el celo en los 4 a 6 días de su retiro, totalmente fértiles. Se utiliza para sincronización (10 mg/ kg PV) 2 días después del destete y el intervalo se reduce muchísimo, pero reduce un poco el tamaño de la camada. Cerdas con anestro prolongado fueron tratadas con 500 mg de BE más 50 mg de GnRH, 55 horas después del BE, todas presentaron estro de 2 a 3 días del tratamiento, pero solo muy pocas parieron y sus camadas fueron deficientes ⁽¹⁶⁾.

GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas):

El estro y la ovulación han sido controlados por los tratamientos con gonadotropinas y PGF2 alfa. La hCG (gonadotropina coriónica humana) induce la formación de cuerpo lúteo (CL) accesorio, retrasando el estro y la ovulación, seguido de esto una inyección de PGF2 alfa, realiza la luteólisis, es decir regresión del cuerpo lúteo (CL), en un determinado momento ⁽¹⁶⁾.

Sincronización de cerdas post lactancia:

La agrupación de cerdas adultas destetadas es el método más efectivo para la sincronización del estro.

Podemos utilizar eCG (gonadotropina coriónica equina) que contiene altos niveles de FSH (hormona folículo estimulante) y 96 horas después aplicar una inyección de hCG (gonadotropina coriónica humana).

Otra opción puede ser el Altrenogest que es un progestágeno oral, es decir un análogo de la progesterona.

Una opción más actual es D-Cloprostenol que induce la regresión del cuerpo lúteo y disminuye los niveles de progesterona ^(16,17,18,20).

Dejando claro los tipos de sincronización, daremos pauta a la inducción artificial en cerdas prepúberes:

La tasa de ovulación depende de los folículos reclutados y la selección folicular. Regularmente las cerdas con tasa de ovulación mayor, tienen niveles altos de FSH. Si se aplica FSH exógena, aumenta la cantidad de folículos reclutados, pero no aumenta la tasa

ovulatoria por la falta de LH. Los tratamientos con eCG, FSH y LH proveen resultados favorables con la tasa ovulatoria.

El único agente farmacológico aprobado para la inducción precoz y el estro fértil es el PG 600, cada dosis contiene 400 UI de eCG y 200 UI de hCG, está comprobado que su utilización en cerdas de 5.1 y 5.7 meses de edad, entran en celo a los 7 días post inyección, sólo estimula cerdas prepúberes y cerdas destetadas. Una de las ventajas de administrar PG 600 es que, si entran en celo más cerdas de las requeridas y no se les da servicio, es que van a estar sincronizadas en el siguiente estro, y se tendrá disponibilidad de inseminación. Para poder utilizar este producto es necesario que la cerda cumpla con 80 kg de peso y edad mínima de 5.5 meses ⁽¹⁶⁾.

7. Retorno a estro:

El retorno a estro se refiere a los días que tarda la hembra en presentar el celo de nuevo, ya sea después del destete, que no haya quedado gestante en su inseminación o monta previa o que haya perdido la gestación durante el proceso ⁽²⁰⁾.

Existen dos tipos de retorno a estro, regulares e irregulares. Los regulares son cuando presentan su celo de 18 a 24 días y los irregulares son cuando no presentan su celo en esos días, es decir pueden presentarlo antes de los 18 días o después de los 24 días. Hay que recordar que una hembra primeriza que presenta celo pero no queda gestante después de tres intentos de inseminación o monta, va para desecho porque existe una alta probabilidad de que tenga ovario poliquístico. Es una condición común en cerdas geriátricas, pero puede darse en cerdas jóvenes, por un mal uso hormonal de los trabajadores, por estrés, consumo de micotoxinas o simplemente un desbalance hormonal de la propia cerda. El signo característico de esta condición es que seguido se encuentran en celo pero no logran fertilizar y en ocasiones hay presencia de dolor. El diagnóstico se realiza post-mortem, se revisa el aparato reproductor y se verifican los ovarios ^(23,24).

El retorno a estro es un factor de importancia reproductiva porque se busca reducir los días abiertos (cuando la cerda no está en celo, gestante o lactando) aumentando el intervalo entre partos y el número de camadas por hembra al año.

El retorno al estro después del destete se estima de 4 a 7 días, es decir el tiempo que transcurre desde que se desteta hasta que presenta su celo. Esto puede estar afectado por la alimentación, una mala alimentación durante la gestación y la lactancia, va a provocar que la hembra baje de peso y tenga una mala condición corporal, pues la poca energía que obtiene de esa mala alimentación y con la reserva que obtiene de su cuerpo (músculos y

grasa) se irán hacia la producción de leche. Recordemos que una hembra con bajo peso no puede entrar en celo porque no tiene la energía para llevar a cabo el proceso hormonal. Un manejo que se necesita para que disminuyan los días de retorno a estro es ofrecerles una adecuada alimentación, para que puedan recuperar todo el gasto energético del parto y la lactancia. Otro manejo que también funciona es presentarles al macho, esto ayuda a la activación hormonal del ciclo ⁽²⁵⁾.

8. Manejo de cerdas de reemplazo:

La finalidad de realizar el reemplazo de nuestras productoras, es buscando las características de importancia económica y fenotípicas que mejorarán nuestra unidad de producción en otras hembras jóvenes.

La selección de estas hembras de reemplazo, la puede realizar tomando en cuenta las siguientes variables importantes:

-Raza: Con base a la selección genética, se puede decir que hay razas con mayor número de cerdos nacidos, nacidos vivos y destetados, que nos ayudan a mantener estos parámetros altos en nuestra granja. Por eso son elegidas.

-Tamaño de camada: Tasa de ovulación. Afectada por factores fisiológicos, genéticos y medioambientales, pero es un parámetro para medir más “concretamente” la producción de una cerda.

-Peso de lechones a los 21 días: Producción láctea y habilidad materna. Afectado por donaciones y % de mortalidad por infecciones.

-Edad a la pubertad: Entre más temprano se presente, mejor, porque va a tener una mayor vida productiva y mayor tasa de concepción.

-Peso al nacer: Supervivencia y buen desarrollo.

-Conducta materna: Relacionada con peso al destete, si es mala madre, no amamanta bien y sus lechones estarán flacos y débiles al destete.

-Intervalo de destete a estro: Menos de 10 días.

-Velocidad de crecimiento: Se mide la ganancia diaria de peso (GDP) de los 20 a los 105 kg.

-Grasa dorsal: Es un valor que nos indica la cantidad de grasa separable de la canal. La región subcutánea es donde más se deposita la grasa en los cerdos. Esta característica se mide con la ayuda de un ultrasonido y directamente en la canal. Con ultrasonido se mide a la altura de la 10 costilla, a una distancia de 0.5 cm de la línea media, el grosor adecuado debe ser de 18-22 mm.

-Aparato locomotor: Medición guiada por una escala, se debe evitar hembras con miembros rectos vistos lateralmente, pezuñas separadas, pezuñas muy juntas, pezuñas dirigidas hacia afuera, pezuñas dirigidas hacia adentro, pezuñas interiores pequeñas, articulaciones del carpo o tarso con un ángulo marcado, ruptura de la muralla, abrasiones en cojinetes plantares y separación de la línea blanca.

-Línea de tetas: Se busca tetas simétricas y lineales, van desde los siete u ocho pares de pezones por cerda. A la cerda se le evalúa tres veces, al nacimiento, al destete y por último a los 130kg (segundo, tercer estro o primer servicio).

- Condición corporal: De 1 a 5, en la cual la mínima es una cerda flaca y la máxima obesa, por lo que la ideal es 3.

-Estado de salud: Que no presente signos de enfermedad.

-Tamaño de vulva: Nos indica el tamaño de las estructuras internas, se debe realizar en la tercera evaluación de la cerda.

Se puede reemplazar hembras de dos maneras, una es con las propias hijas de las reproductoras y la segunda es comprando en una casa productora de pie de cría.

En ambos casos se busca que el reemplazo venga de una madre con buena genética, es decir que haya tenido camadas numerosas (mayor a 12 lechones por parto) y uniformes, sin problemas de parto, que tenga buena producción de leche, que tenga instinto materno y tenga buena conversión alimenticia ⁽¹⁶⁾.

Existen 3 ocasiones para seleccionar a una hembra:

Al nacimiento

Al destete

Cuando pesa 130 kg

Durante estas 3 ocasiones se debe ir evaluando a la cerda, peso al nacer, velocidad de crecimiento, glándulas mamarias, aplomos, vulva, estado de salud, condición corporal y grasa dorsal.

Una vez seleccionadas a las cerdas prospecto de reemplazo, se deben adaptar unas con otras, para eso se deben alojar en un corral de 2m de ancho por 7.5m de largo con un área de 15 m², donde pueden entrar de 4 a 8 cerdas, con espacio vital de 2.5 m² por cerda.

A los 160 días de edad se debe estar exponiendo el macho a las cerdas durante 10 a 15 min, para estimular la aparición de celo, se debe ir haciendo anotación de los días que entren en estro después de la exposición al macho. Cerdas que entran en celo, permanecerán en el grupo, cerdas con variaciones de 4 días de estro, serán retiradas del grupo ⁽¹⁶⁾.

9. Diagnóstico de gestación:

Para realizar el diagnóstico de gestación existen diferentes métodos, la selección de uno depende del tiempo de ejecución y el presupuesto de la granja. A continuación, se explican algunos:

Retorno a estro.

Ecografía. (Ultrasonido/ US)

El retorno a estro es un método de bajo costo y relativamente sencillo, consiste en observar si las hembras vuelven a presentar signos de celo, entre los días 18 a 25, después de haber recibido su servicio. Esto se realiza como si se detectara celo, individualmente el trabajador puede descartar los signos de calor o con la ayuda de un verraco ⁽⁸⁾

La ecografía en tiempo real es uno de los métodos más utilizados por el personal de la granja, ya que es una técnica sencilla y confiable. Se obtienen buenos resultados a partir del día 35 de gestación. El ultrasonido ocupa transductores sectoriales (3.5 a 5 MHz) ⁽⁸⁾

En una cerda gestante el útero aumenta de tamaño y peso, se acumula el líquido y tejidos fetales, lo cual produce una caída de la cavidad abdominal. La onda de sonido atraviesa piel, grasa, músculo y membranas fetales, produciendo un eco que se manifiesta como imagen (ecogénica) . La exactitud de la técnica es cercana del 91 al 100% en cerdas gestantes entre los días 30 y 90 de gestación. ⁽⁸⁾

El operador debe estar del lado derecho de la cerda, el transductor debe ser lubricado con gel o aceite mineral, se coloca sobre la cerda a 5 cm de la línea media ventral y detrás de las terceras glándulas mamarias de caudal a craneal (en el pliegue inguinal). El transductor debe ir ventrodorsal craneal ⁽²⁶⁾. **(Figura 10 y 11)**



Figura 10. Diagnóstico de gestación con ultrasonido.



Figura 11. Presencia de bolsas embrionarias en el ultrasonido, confirmando la gestación.

10. Parto

El parto se define como un proceso fisiológico mediante el cual el útero preñado expulsa sus productos hacia el exterior. Conocer el desarrollo de un parto normal es fundamental para detectar con rapidez si hay problemas durante el transcurso del mismo. ⁽⁸⁾

La gestación tiene una duración de 112 a 116 días, el parto normalmente dura 2 a 4 horas, esto depende del tamaño de camada y el estrés al que este sometida, si la cerda se estresa de más, puede prolongarse, debido a que el cortisol inhibe la secreción de oxitocina. Los lechones nacen cuando la cerda se encuentra en una posición de recumbencia lateral. ⁽⁸⁾

Teoría fetal sobre el inicio del parto:

En las últimas semanas de gestación el feto (7 días antes del parto), desarrolla su eje hipotálamo-hipofisis- glándulas adrenales. Para iniciar con la inducción del parto, la corteza adrenal del feto adquiere masa específica que hace que sea sensible a la hormona adrenocorticotropica (ACTH) aumentando su capacidad para secretar cortisol.

Al final de la gestación el hipotálamo fetal secreta hormona liberadora de ACTH (CRH), desencadenando la liberación de ACTH, que produce cortisol, estimulando la adrenal del feto. Al tener un aumento marcado de cortisol fetal, se desencadenan varios procesos endocrinos y bioquímicos, alterando placenta y a la madre de forma endocrina.

El cortisol produce un cambio enzimático específico donde induce la síntesis de enzimas 17alfa-hidroxilasa y C17 β -liasa, aumentando los estrógenos a expensas de la progesterona, de 7 a 10 días antes del parto.

La disminución de la progesterona, retira el bloqueo en el miometrio.

El aumento de estrógenos, favorece la actividad muscular uterina, ya que estimula la síntesis de proteínas asociadas a la

contracción como son el receptor de oxitocina.

La liberación de la PGF₂

α inicia la regresión del o de los cuerpos lúteos,

que aunado a la conversión de progesterona a estradiol en la placenta, provoca una drástica caída en los niveles de progesterona de 12 a 24 h antes del parto.

La relaxina actúa en la cerda, haciendo un reblandecimiento del tejido conectivo en el cérvix y promueve la elasticidad de los ligamentos pélvicos, provocando dilatación.

La secreción de ésta hormona, en conjunto con los bajos niveles de progesterona, evitan la contracción prematura del útero. Su síntesis es estimulada por la PGF₂ α . ⁽⁸⁾⁽¹⁶⁾

Los estrógenos utilizan los precursores que sintetizan la progesterona, para incrementar sus niveles. Estos actúan sobre el miometrio, lo sensibiliza, secretando prostaglandinas que aceleran la desaparición de progesterona, desencadenando un impulso final, que da inicio al parto⁽¹⁶⁾

Signos del parto:

*Secreción de leche 24 horas previas al parto

*Incremento de temperatura de 0.5°C a 1°C

*Inapetencia

*Inquietud

*Buscan estar solas

*edema de glándulas mamarias

*vulva edematizada

*conducta de anidar (dependiendo con el espacio que cuente, muchas cerdas en pastoreo construyen nido pero cerdas en jaula solo muestran incomodidad y frustración) ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾

Etapas del parto:

Primera etapa o preparación: es la colocación y presentación del feto en el canal materno, además de la dilatación y relajación del cervix. El feto se logra presentar gracias a las contracciones del miometrio, que empuja al feto y sus membranas hacia el cervix, presión que favorece la dilatación. Aumenta la relaxina, disminuye progesterona y aumentan estrogénos que estimulan a los receptores de oxitocina.

Segunda etapa o expulsión del feto: gracias a las fuertes contracciones del miometrio y músculos abdominales de la madre hacen que el feto entre en estados transitorios de hipoxia, provocando que esté se mueva más, estimulando más las contracciones en el miometrio, estableciéndose una retroalimentación positiva, que da como resultado la expulsión del feto.

Tercera etapa o expulsión de membranas fetales: en la cerda es difícil diferenciar la segunda y tercer etapa, porque es politoca, es decir que pare más de 1 cría, porque en ocasiones salen varios productos y luego placentas.⁽¹⁶⁾

Hormonas que participan:

Progesterona: el inicio del parto se caracteriza por los bajos niveles de progesterona en plasma. Esto ocurre por lutéolisis o por alteraciones en la esteroidogénesis placentaria. La encargada de disminuir los niveles de progesterona es la PGF 2 alfa.

Relaxina: actúa como inhibido secundario de la actividad miométrial.

Oxitocina: es la encargada de coordinar las contracciones uterinas y expulsión fetal, la prolongación del parto está asociada con los niveles basales de oxitocina en la fase de expulsión.

El útero cuenta con receptores de oxitocina que aumentan considerablemente antes del parto.

Durante el parto la oxitocina no es producida solamente por hipotálamo, si no también, a nivel local dentro del útero (miometrio)

Oxitocina y vasopresina: su estructura molecular es muy similar. Uno de los roles principales de la vasopresina es regula la osmolaridad en el parto e incrementa en plasma. Se ha reportado que su administración mejora el desempeño del comportamiento materno. Esta hormona es liberada durante el trabajo de parto y en ocasiones de sufrimiento fetal.⁽¹⁶⁾

Cuidados de la cerda antes del parto:

El equipo, los corrales o las jaulas de parición deben ser lavados y desinfectados cuidadosamente una semana antes de ocuparla con las cerdas en último tercio de gestación.

La hembra debe ser desparasitada interna y externamente, 7 días antes del parto, con el objetivo que durante el parto y la lactacion los lechones no se contagien por estar en contacto con las heces y el cuerpo de la madre.

Se recomienda bañar a las cerdas 3 días antes con agua, jabón y cepillo, teniendo un enfoque en las tetas y el tren posterior.⁽¹⁶⁾

Manejo durante el parto:

Es recomendable una vez que comienza el parto masajear en círculos las glándulas mamarias, esto estimula la producción de calostro y oxitocina ayudando a las contracciones. Este manejo requiere adiestramiento de la hembra, de lo contrario solo provocaremos estrés. Es importante proporcionar a la cerda, la mayor quietud posible mientras pare. La alimentación se suspende antes y durante el parto, para evitar que el canal de parto se obstruya.

El trabajador debe estar atento en todo momento, para asistir a los lechones al nacer y a la cerda por si ocurre una complicación. Hay materiales que se utilizan durante el parto: tijeras, desinfectantes, toallas, balanza y registros, deben estar a la mano.

El lugar donde ocurrirá el parto, debe estar limpio y seco, ya que se utilizan materiales para hacer la cama de los lechones (viruta, bagazo) y una fuente de calor.⁽⁸⁾

Es importante estar pendiente de la expulsión de las placentas, en teoría debería nacer un lechón, y enseguida su placenta, pero esto no pasa así, hay veces que nacen 3 a 4 lechones seguidos y 20 minutos después se arrojan las placentas. Independientemente de cómo vaya el orden de los lechones con la placenta es importante verificar que la cerda las está expulsando, debido que si son retenidas puede causar graves problemas. En ocasiones se utiliza oxitocina exógena para que provoque contracciones uterinas y éstas sean expulsadas. Un signo característico del término del parto, es la micción de la madre.⁽¹⁶⁾

Inductores o aceleradores del parto:

Se comienza a inducir el parto para poder predecir el momento exacto de la expulsión, lo que permitió un mejor manejo y supervisión del parto, disminuyendo la tasa de mortalidad de lechones nacidos. Normalmente se ocupa corticosteroides, oxitocina y estimulantes de músculo liso. Cabe recalcar que el uso de PGF2 alfa, causa bajo peso en los lechones nacidos muertos y los lechones nacidos vivos presentan hipoxia 3 hiperglucemia.

Otro fármaco utilizado es la oxitocina (OT) hormona uterotónica, utilizada con la idea de que disminuirá la mortalidad intraparto al acortar el tiempo del mismo. Pero la

hiperestimulación de esta hormona es energética y sostenida que no es compatible con la seguridad de la madre y el feto. Aplicada intramuscular causa daños al cordón umbilical, por el aumento de intensidad y frecuencia de las contracciones uterinas, provocando la muerte de los lechones.

Si se administra OT intravenosa, disminuye el tono uterino, lo que ocasiona un retraso en la expulsión de los lechones, que a su vez causa síndrome de aspiración de meconio y mueren. ⁽¹⁶⁾

11. Condiciones climáticas y alimenticias adecuadas para la cerda:

Climáticas: La temperatura confort de un cerdo es de 22°C, si la temperatura empieza a variar, la cerda va a desarrollar procesos para tratar de mantener su temperatura, una de ellas es disminuir la ingesta de alimento, de 240g menos por grado, esto es un problema porque si es una cerda que va a entrar a pubertad no se va a desarrollar adecuadamente, ni secretan las hormonas necesarias para su desarrollo retrasando este proceso, así mismo si una cerda reproductora deja de comer, es muy buena probable que la ovulación no aparezca y en cerdas gestantes no se lleve a cabo la implantación del embrión.

Alimenticias:

La alimentación es un punto crítico en la producción, ya que cualquier deficiencia o exceso de ingredientes afecta directamente el desempeño productivo.

La alimentación está guiada hacia tratar de satisfacer las exigencias del mercado, en cerdos nos referimos a un animal de carne magra y baja cantidad de grasa corporal. Sin embargo, no siempre se logra al 100% este objetivo, se debe tomar en cuenta que por la producción disminuyen las reservas energéticas de las cerdas, que son contraproducentes sobre su eficiencia productiva. Por eso es importante que como Médicos Veterinarios Zootecnistas conozcamos los diferentes sistemas de alimentación y los requerimientos necesarios mínimos para cada etapa de la cerda durante su ciclo ⁽¹⁴⁾.

***Servicios:**

La dieta de las cerdas primerizas o de reemplazo debe asegurar un buen desarrollo anatómico estructural, el ingrediente que le aporta esta característica es la lisina, esto se hace con el fin de que su vida productiva sea óptima.

Las hembras de 6 meses de edad son nuestras futuras reproductoras y se les proporciona menos energía metabolizable (EM), con la finalidad de que continúen su desarrollo anatómico, pero sin engrasarlas en exceso ⁽¹¹⁾ **(Cuadro 1)**.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales en hembras de 6 meses de edad.

Animal	EM/kg	Proteína (lisina)	Kg x día
Primerizas y reemplazos	8 Mcal	6.2 g	3
6 meses de edad a servicio	3.2 Mcal	6.2 g	3

***Gestación:**

Las cerdas gestantes pueden aumentar de 30 a 35 kg de peso, por el tamaño de camada, peso de cada lechón, placenta, líquidos y acumulo de peso corporal. Así que la dieta en esta etapa debe ser óptima. Se recomienda dar de 2 a 2.5 kg / cerda, obviamente esto depende del tipo de condición corporal que presente en la gestación ⁽¹¹⁾ **(Cuadro 2)**.

Cuadro 2. Cantidad de alimento requerido por tercio de gestación

Etapa	Kg x día	EM/kg	Proteína (lisina)
1/3	2	3.2 Mcal	7 g
2/3	2	3.2 Mcal	8 g
3/3	2.2 y laxar.	3.2 Mcal	10-11 g

El incremento en el consumo de alimento provoca un aumento en el metabolismo hepático, lo que reduce la concentración de progesterona a nivel plasmático, las condiciones uterinas son poco aptas para la implantación, recordemos que la progesterona es la que mantiene al útero estático para que se lleve a cabo este proceso. También puede ocurrir que al aumentar el consumo, aumente la glucosa en sangre, provocando la producción de IGF1 e insulina, éstas aumentan el metabolismo y hay un gasto de energía usando el glutamato que es esencial para el embrión y muere. Ambas vías pueden provocar dificultad en labor de parto y la presencia de distocia por fatiga del esfuerzo, por el tamaño excesivo de los fetos, los que sobrevivieron, tienen más espacio para desarrollarse y alcanzan un mayor peso obstruyendo el canal de parto ⁽¹¹⁾.

***Maternidad:**

Esta etapa es crítica, ya que la proteína requerida para la producción de leche proviene directamente de los músculos. Es por ello que se le ofrece a la cerda alimento a libre

acceso, checando que su consumo vaya de los 6 a los 6.5 kg/día. El alimento en su composición es de vital importancia que contenga Calcio en 1.0 g, Fósforo 9 g, evitando un desgaste excesivo de la cerda. Proteína con 71 g de lisina (**Cuadro 3**) para que tenga un buen soporte al desgaste y 10 a 14 L de leche al día, esto ayudará a que mantenga su proteína estructural ⁽¹¹⁾.

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales durante la lactancia.

Animal	EM/kg	Proteína (lisina)	Kg x día
Lactante	3.3 Mcal	11 g	6.5

12. Principales enfermedades que afectan al sistema reproductor:

Uno de los principales factores en las fallas reproductivas de los cerdos, son las enfermedades que los atacan. Es importante conocer cada una de ellas, para poder diagnosticar y controlar adecuadamente, un brote dentro de nuestra granja.

En el **cuadro 4**, se mencionan las principales enfermedades reproductivas que afectan a los cerdos.

Cuadro 4. Principales enfermedades reproductivas que afectan al cerdo.

Enfermedad	Agente etiológico	Localización	Signos	Lesiones a la necropsia	Muestras para laboratorio
Síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRS)	Arterivirus	Corazón, pulmón, aparato reproductor de la hembra, cordón umbilical, túbulos seminíferos y placenta.	<ul style="list-style-type: none"> -Abortos a término -Mortinatos -Momias -Nacidos muertos -Muerte en recién destetados -Cuadro respiratorio en lactantes y destetados -Alteración en la calidad del semen (bajo volumen, baja concentración y malformaciones secundarias) 	<ul style="list-style-type: none"> -Miocarditis linfohistiocítica -Arteritis linfohistiocítica -Alveolitis linfohistiocítica -Endometritis linfohistiocítica -Atrofia cortical -Periorquitis necrótica -Placentitis necrótica En fetos: <ul style="list-style-type: none"> -Arteritis necro supurativa y linfohistiocítica. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pulmón -Linfonodos -Sangre completa

Pruebas	Zoonosis
-PCR	No
-ELISA	

Cuadro 4. Principales enfermedades reproductivas que afectan al cerdo.

Enfermedad	Agente etiológico	Localización	Signos	Lesiones a la necropsia	Muestreo laboratorio
Enfermedad de ojo azul	Rubulavirus	Testículos, SNC y tonsilas	-Orquitis -Granulomas en cabeza del epidídimo -Lechones con signología nerviosa -Cuadro respiratorio.	-Atrofia testicular	Encoforación
Pruebas	Zoonosis				
-Detección de cuerpos de inclusión. - Inmunofluorescencia - Seroneutralización -Inhibición de la hemoaglutinación.	No				

Cuadro 4. Principales enfermedades reproductivas que afectan al cerdo.

Enfermedad	Agente etiológico	Localización	Signos	Lesiones a la necropsia	Muestras lab
Enfermedad de Aujeszky	Herpesvirus porcino tipo 1	Epitelio glandular de las tonsilas faríngeas, neuronas, hígado de fetos abortados, testículos, placenta, linfonodos y bazo.	-Signos nerviosos similares a los de la rabia -Prurito intenso que llega a la automutilación -Convulsiones -Opistótonos de cubito lateral y pedaleo	-Rinitis -Laringotraqueitis -Tonsilitis necrótica -Bronquitis - bronquiolitis -Periorquitis necrótica placentitis necrótica -Esplenitis linfadenitis	-Hisopos -Líquidos -Oronasales -Esputos -Feces

Pruebas	Zoonosis
-Inmunofluorescencia -ELISA -PCR	No

Cuadro 4. Principales enfermedades reproductivas que afectan al cerdo.

Enfermedad	Agente etiológico	Localización	Signos	Lesiones a la necropsia	Muestras para laboratorio
Brucelosis Porcina	Brucella suis	Útero y testículos.	-Abortos -Orquitis -Infertilidad -Espondilitis a nivel de vértebras lumbares con caída de tren posterior	-Atrofia testicular -Endometritis linfoplasmocitaria	-Hisopos vaginales -Testículos -Tejido de espina dorsal caudal -Mucosa sangrante -Hígado -Placenta -Gónadas -Hígado

Pruebas	Zoonosis
-PCR -Cultivos	Si

Cuadro 4. Principales enfermedades reproductivas que afectan al cerdo.

Enfermedad	Agente etiológico	Localización	Signos	Lesiones a la necropsia	Muestras lab
Leptospira	Leptospira pomona L.Canícula L.Interihemorrhagiae	Riñones, intestino y SNC.	-Ictericia -Abortos edematosos e ictericos -Petequias en piel	-Petequias en riñón -Puntos de necrosis en hígado y riñón "manchas de leche"	-Mu s -Mu -A

Pruebas	Zoonosis
-Prueba de observación del campo obscuro -Prueba de microaglutinación en placa	Si

Cuadro 4. Principales enfermedades reproductivas que afectan al cerdo.

Enfermedad	Agente etiológico	Localización	Signos	Lesiones a la necropsia	Muestras lab
------------	-------------------	--------------	--------	-------------------------	--------------

Parvovirus porcino	Parvoviridae del género Parvovirus	Intestino y aparato reproductor de la hembra	<ul style="list-style-type: none"> -Momias -Infertilidad -Mortinatos -Repeticiones -Diarreas -Lesiones cutáneas 	<ul style="list-style-type: none"> -Placenta deshidratada color marrón a gris. -Acumulación focal de células adyacentes al endometrio -Perivascularidad celular *Feto: <ul style="list-style-type: none"> -Necrosis de células y sistemas en desarrollo -Hemorragia en piel -Necrosis y mineralización en pulmones y riñones 	-Mu s
--------------------	------------------------------------	--	---	--	----------

Pruebas	Zoonosis
-Inhibición de la hemoaglutinación	No

Parte 2: Manejo reproductivo del macho.

1.Evaluación clínica reproductiva del semental (examen andrológico):

El examen de la capacidad reproductiva del macho (ECR) se indica antes de la compra o venta de un semental. Es un proceso rápido pero exhaustivo que se comprende de los siguientes pasos:

Examen físico general

Examen del aparato reproductor

Prueba de libido y capacidad de servicio

Examen de la calidad del semen

Examen físico general (EFG):

*Peso y condición corporal (CC): es un indicativo del grado de desarrollo del animal y su estado nutricional, nos puede sugerir problemas en el manejo de la dieta, si el animal se encuentra muy delgado (su semen puede ser deficiente, postración por falta de energía, correlación entre peso corporal y tamaño testicular) o muy obeso (problemas de patas y articulaciones, impidiendo la monta).

La evaluación de condición corporal se lleva a cabo de manera visual o por palpación del volumen muscular. Debemos considerar que para machos de 8 a 9 meses su peso debe ser de 170 kg aproximadamente, y su condición corporal debe ser de 3 ⁽⁸⁾.

Conformación corporal y estado del aparato locomotor: Es de suma importancia que evaluemos la conformación del aparato locomotor anterior (porque es de donde se sujetara al potro o cerda, en caso de dar monta directa) y posterior (soportara su peso durante la eyaculación) si existe alguna anomalía en ellas, disminuyen o anulan la capacidad de realizar la monta o colección. Esto lo podemos evaluar viendo caminar al animal ⁽⁸⁾.

De igual manera es necesario revisar al animal de manera sistemática de cabeza a cola, revisando minuciosamente que no tenga secreciones anormales de boca y jeta, que no tenga lesiones en piel por picaduras de pulga, moscas o golpes, que no presente lesiones en articulaciones, lomo, ojos o alguna parte de su cuerpo de primera intención, así mismo es importante fijarse en el estado de conciencia del animal ⁽⁸⁾.

Examen del aparato reproductor:

Se deben inspeccionar los genitales externos; escroto, testículos, pene y prepucio para descartar malformaciones, lesiones o cualquier anomalía. Esto se realiza observando y palpando ambos testículos, se debe determinar tamaño, simetría y consistencia. Para machos jóvenes su tamaño testicular debe ser de 8 cm de longitud por 5 cm de diámetro. El tamaño testicular está relacionado directamente con la producción espermática, es decir machos con testículos grandes, producen eyaculados de mejor calidad (mayor volumen y concentración espermática, mejor movilidad progresiva y menor cantidad de espermatozoides con anormalidades). La consistencia debe ser firme y moverse libremente dentro del escroto. El examen del pene y prepucio se hace cuando el macho monte la hembra en celo o el potro, debemos revisar que no contengan secreciones

amarillentas o verdosas (son señal de infección bacteriana) que no estén inflamados o tengan algún tipo de lesión ⁽⁸⁾.

Prueba de libido y capacidad de servicio:

Este examen se realiza cuando el macho va a montar a la hembra en celo o el potro. El libido se mide determinando el tiempo de reacción, es decir cuánto tarda el verraco en montar, desde que entra al corral de trabajo hasta que logra posicionarse y alcanza la erección. Se califica de 3 maneras:

+Baja libido: son aquellos que no tienen interés en la hembra o el potro y no hacen el intento de montar en 10 minutos.

+Buena libido: son aquellos que muestran interés en la hembra o el potro, pero se distraen y tardan en montar entre 5 y 10 minutos.

+Excelente libido: son los verracos con interés en la hembra o potro y tienen una monta rápida en menos de 5 minutos.

Es de suma importancia evaluar al verraco durante la eyaculación, porque si tenemos un verraco con conducta sexual aberrante, nos puede producir problemas a la colecta. El comportamiento durante la eyaculación se califica así:

+Malo: tiempo breve de eyaculación (menor a 3 min) y con síntomas de nerviosismo o inquietud.

+Bueno: tiempo de eyaculación de 3 a 5 min.

+Excelente: tiempo de eyaculación de más de 5 min ⁽⁸⁾.

Examen de la calidad del semen: éste será explicado en el capítulo 4.

2. Manejo y entrenamiento del semental:

Se debe verificar que el estado de salud del verraco se encuentre dentro de lo normal. A los 7 meses de edad (es cuando entran a la pubertad) debe ser entrenado para montar el potro que se va a ocupar, debe ser un verraco sano, sin lesiones, con un peso adecuado a su edad, se le debe revisar el aparato locomotor para que pueda brincar al potro, debe de tener buen apetito sexual y un buen temperamento (no agresivo). Ideal que el trabajador sea paciente y no recurra a golpear al verraco. El entrenamiento debe ser de 15 a 20 min por día, evitando las horas con altas temperaturas, meterlo al lugar de recolección con el potro, para que vaya explorando

y familiarizándose, procurar ser siempre el mismo trabajador el que lo entrene para evitarle estrés, debe haber consumido ya algún alimento. El lugar de entrenamiento debe estar limpio, recordando que son animales muy curiosos y se distraen fácilmente. Se puede poner el moco vaginal u orina de hembras en celo en el potro para llamar su atención, al igual que tapioca, semen o saliva de sementales mayores que lo estimulen, también lo podemos atraer moviendo el potro y jalándole un poco las orejas. Si el verraco no brinca, se puede utilizar prostaglandinas, como el lulatoryse, en dosis de 10 a 15 mg según su peso vivo, para relajar el músculo sigmoideo y desenvaine el pene. Se debe tener precaución con su uso, pues se ha demostrado que las prostaglandinas provoca aumento de la presión sanguínea, estímulo de musculo liso y broncoconstricción. Por último, pero no menos importante debemos tener un área de seguridad para el entrenador ^(8,11).

Es difícil que en una granja se de alimento específico al semental, normalmente consume el mismo de las hembras que están gestantes, no está del todo mal, pero es importante cubrir sus requerimientos para obtener buen semen; necesita que el alimento contenga: zinc, selenio, vitamina E y ácido linolénico, para cubrir la demanda espermática. Comerá de 2 a 2.5 kg de alimento al día, dividido en dos horarios ^(8,11) **(cuadro 5)**.

Cuadro 5. Requerimientos nutricionales del semental.

Tipo de animal	Proteína (g lisina)	Energía (Mcal)	Kg/día
Semental	11	3.4	6

3.Colección del semen:

Existen 3 tipos de colección:

Vagina artificial

Electroeyaculador

Manual (mano enguantada)

La vagina artificial ya está en desuso, la electroeyaculación está recomendada en casos especiales (cuando un semental es valioso genéticamente, pero no puede realizar la monta) y el método más utilizado es la mano enguantada ⁽²⁶⁾.

Manual o mano enguantada:

El verraco antes de entrar en contacto con el potro, se debe lavar y desinfectar el área del prepucio, ya que en esta se acumula orina, tapioca y células que pueden contaminar. Se hace un lavado con agua de garrafón tibia /bicarbonato o jabón neutro, en caso de que el presupuesto de la producción lo permita, es recomendable lavar con clorhexidina y se enjuaga con agua tibia, es importante no hacer el lavado tan profundo, ni tan seguido porque altera el pH y ocasiona infecciones, así mismo es importante recortar los pelos de esta zona. Si el animal presenta alguna anomalía en el pene al momento de la colecta tales como enrojecimiento, inflamación y secreciones purulentas de olor fétido, no es recomendable el ordeño ni uso de su semen hasta que el problema haya sido controlado, pero de ser el único semental se recomienda utilizar antibióticos locales y no enjuagar.

El siguiente paso es que el verraco monte el potro, éste debe de estar bien fijo al suelo, debe poder brincar de ambos lados, la plancha debe estar a la altura de los ojos, ser ajustable, debe ir forrado y con agarraderas para que el verraco no se resbale. El corral debe estar libre de distracciones (bebederos o alambres), debe tener bastante luz, para que se sienta seguro, pisos antiderrapantes, secos y con buena ventilación. Se debe contar con salidas de emergencia para el trabajador. Se debe utilizar guantes de nitrilo o vinil, el látex es espermicida, ya que deshace la capa más externa del espermatozoide (membrana espermática) ⁽²⁴⁾. Cuando ya desenvaino el verraco, se sostiene el glande del pene con toda la mano y se empieza a hacer presiones firmemente pero no fuerte, se debe tener cuidado en la sujeción para no lastimarlo, simulando las contracciones vaginales **(Figura 12)**.

Para este momento se debe tener en la otra mano el termo previamente preparado con la bolsa colectora, debe estar nueva y esterilizada, filtro para

separar la fracción pre y pos espermática, liga de sujeción y cámara de temperatura (bolsa de plástico estéril con agua de garrafon a 37°C).

La eyaculación puede durar de 5 a 15 minutos. Se recomienda realizar este manejo 1 vez por semana.

En casos especiales donde el verraco sea de alto valor genético y no haya sido entrenado, recalcando que **no es lo correcto** se puede realizar la recolección en su corral, introduciendo una hembra en celo para que la monte y realice la función del potro. Teniendo en cuenta las precauciones e instalaciones necesarias para ambos animales y el operador. Reitero en casos muy especiales, de preferencia es conveniente que el verraco haya sido entrenado. **(Figura 13 y 14)**



Figura 12. Recolección de semen con la técnica manual “mano enguantada” en el corral con potro.



Figura 13. Recolección de semen con la técnica manual “mano enguantada” en el corral del semental y una hembra en celo.



Figura 14. Recolección de semen con la técnica manual “mano enguantada” en el corral del semental y visualización de la hembra en celo.

4.Evaluación del semen:

Al terminar la colección pasamos a evaluar el semen, protegiéndolo de la luz solar que puede afectar la composición de los espermatozoides, evitando su composición.

El eyaculado tiene una temperatura de 37°C, es de vital importancia, tomarla cuando ya se está en el laboratorio, con la finalidad de poner a baño maría el agua bidestilada, alcanzando la misma temperatura y podemos realizar la dilución adecuadamente.

Hay 3 fracciones de eyaculado:

Pre-espermática: Contiene fluidos seminales con niveles altos de bacterias y material gelatinoso de las glándulas bulbouretrales. **No se colecta.**

Espermática: Rica en espermatozoides, blanco lechoso. **Se colecta.**

Posespermática: Pobre en espermatozoides, líquido de vesículas seminales, de color acuoso. **Se colecta, la parte más lechosa.**

Debemos observar las características macroscópicas y microscópicas iniciando por:

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS:

*Volumen: 200 mL a 500 mL de semen por eyaculado.

*Color: Blanco marfil, de aspecto lechoso. Si hay color amarillento o rojizo significa que nuestro semental tiene un problema.

*Olor: Inodoro, si está contaminado puede presentar olores picantes o fétidos.

*pH: Se realiza con una tira reactiva y va de 7.2 a 7.4.

*Temperatura: 33°C a 37°C.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

***Motilidad:** Es el movimiento progresivo de los espermatozoides. Se toma una gota de semen con una pipeta, sin diluir y se pone en un portaobjetos atemperado a 37°C, se le pone un cubreobjetos y se observa el movimiento individual de los espermatozoides en el microscopio en el objetivo 40X. El movimiento debe ser lineal y progresivo con más del 70% de motilidad.⁽³²⁾

Se puede calificar por una escala del 0 al 4. Donde:

Espermatozoides sin movimiento (espermatozoides con cabezas fijas y colas en movimiento, giran sobre si mismos no tienen movimiento progresivo)⁽³²⁾

Espermas con un desplazamiento circular y pocos progresivos

Movimientos progresivos y sinuosos

Movimientos progresivos rápidos

Movimientos progresivos muy rápidos

***Morfología:** Observa las anomalías en su conformación, se clasifican en 3:

1. Primarias: Malformaciones originados por disfunción en la espermatogénesis (producción de esperma) dentro del testículo (dobles cabezas, macrocefalia, microcefalia, dobles colas) Esto ocurre debido a la genética del cerdo.

2. Secundarias: Malformaciones en el transcurso de la maduración del espermatozoide en el epidídimo (gota citoplasmática: es común, cuando un macho eyacula constantemente, el espermatozoide no tiene tiempo de madurar correctamente y no se deshace de la gota citoplasmática).

3. Terciarias: Malformaciones consecuencia de un mal manejo del semen, al momento de la colecta, en su evaluación dentro del laboratorio y cambios abruptos en la temperatura ambiental de los espermatozoides (colas dobladas, colas enroscadas).⁽³²⁾

Estás tres malformaciones se pueden observar con la tinción verde malaquita, creando un medio de contraste alrededor del espermatozoide para identificarlas, con una gota del eyaculado se debe realizar un frotis y se tiñe.

Hay diferentes tinciones como eosina-nigrosina, que tiñe la membrana espermática de esos espermatozoides dañados o muertos, si su membrana se encuentra intacta, el espermatozoide sigue de color blanco.

La tinción azul de Coomassie evalúa el acrosoma, si está presente se tiñe de azul, si no se tiñe, se dice que hay ausencia de esta estructura ⁽¹¹⁾.

***Test de Endósmosis (HOST):**

La prueba se utiliza para observar el estado estructural y la capacidad funcional de la membrana plasmática del esperma.

Se utiliza una solución de 100 mosmL/L, compuesta por 490 mg de citrato de sodio y 900 mg fructosa en 100 ml de agua destilada. Se debe mezclar el semen con esta solución en una relación 1:10, después incubar durante 30 minutos, se debe fijar

con la misma solución hipoosmótica formolada al 0.3%. La lectura al microscopio de contraste se hace en 200x, mínimo 200 células.

Al número de HOST+ se le debe restar el número de espermatozoides con cola doblada del análisis morfológico ⁽²⁵⁾.

***Concentración:** Se diluye el semen, en una concentración de 1:200 (es decir 200 ml de eyaculado por 4.8 l de diluyente para 50 dosis aproximadamente) con solución formolada, con la finalidad de que se puedan contar la concentración espermática/mL, dentro de la cámara de Neubauer que es una placa de cristal, con cámaras cuadradas, donde se contará solo el cuadrante central de cada una de las dos cámaras, dentro de ese cuadrante, se identifica otra cuadrícula de la que se contará el contenido de cinco cuadrículas internas: las cuatro posicionadas en las esquinas del cuadrante y la central. Se contarán los espermatozoides que estén dentro de cada cuadro, exceptuando aquellos que estén dentro de los bordes superiores e izquierdos de la cuadrícula; Se debe tomar en cuenta las cabezas de los espermatozoides dentro del área delimitada, si otra parte del espermatozoide llegase a estar en el límite, no se contará.

El conteo de las cinco cuadrículas se sumará y se promediará con la otra cámara. Para calcular la concentración se utiliza la fórmula:

$$\text{CONCENTRACIÓN} = X(10^3 \cdot 6)$$

*Dosis esperadas: se calcula por una fórmula:

$$\text{Dosis esperadas} = \frac{[(\# \text{ espermatozoides}) (\text{Volumen}) (\% \text{ motilidad}) (\% \text{ normales})]}{3000}$$

El 3000 se refiere a la concentración de espermatozoides / mL.

*Volumen de semen por dosis: calcula la cantidad de semen por dosis.

$$\text{Vsd} = \text{Vt} / \text{Nd}$$

Donde vsd es el volumen de semen por dosis, Vt es el volumen total y Nd es el número de dosis. El resultado se multiplica por el número de dosis que requiere la granja.

*Volumen de diluyente: los diluyentes le aportan nutrientes a los espermatozoides, mantienen el pH óptimo e inhibe el crecimiento bacteriano. Es indispensable para la

supervivencia de los espermatozoides y se requiere poner cierta cantidad a cada dosis.

Hay dos tipos de diluyentes, los de larga duración (1-7 días) y los de corta duración (1-3 días). Ejemplos de ingredientes utilizados como diluyentes: glucosa, leche descremada, citrato de sodio, EDTA, cloruro de potasio y ácido cítrico por mencionar algunos.

El volumen de diluyente lo podemos obtener por formulación:

$$V_m = [(N_d) (V_d)] - V_t$$

Donde V_m es el volumen del diluyente, N_d el número de dosis, V_d es el volumen de dosis y V_t es el volumen total del eyaculado.

El envasado de dosis depende de la economía y manejo de la granja. Siempre debe ir etiquetado. Normalmente las dosis tienen una concentración de 3 000 millones de espermatozoides móviles en un volumen de 80 a 100 ml y se almacenan en cajas de poliuretano a 17 °C ⁽⁶⁾.

Cámara de Bürker:

Se mezcla bien el eyaculado antes de tomar 1 ml de semen puro con la ayuda de una pipeta. Realizar una dilución 1:100 en una solución de suero fisiológico formolado al 3%, para lo que se utiliza un matraz aforado de 100 cc. Si se utiliza un matraz aforado de 50cc., entonces hay que añadir solamente 0,5 cc. de semen para mantener la misma proporción de dilución. Homogeneizar suavemente la mezcla, y tomar con una pipeta Pasteur una gota para llenar la cámara de Bürker.

Ajustar bien el cubreobjetos en la cámara de Bürker. Situar la pipeta Pasteur entre el cubre y la cámara, dejando que el retículo de la cámara se llene por capilaridad.

Observar en el microscopio en campo claro a 400 aumentos y realizar el conteo de espermatozoides presentes en 40 cuadrados del retículo de la cámara.⁽²¹⁾

Contaremos aquellos espermatozoides cuyas cabezas estén situadas dentro de los cuadros de la retícula, y aquellos cuya cabeza toque el lado superior, el lado derecho y las esquinas superior e inferior derechas del cuadro. ⁽²¹⁾

El área de los cuadros pequeños de la retícula viene especificada en la cámara de Bürker y es de 0.0025 mm². La altura entre la cámara y el cubre es de 0.1 mm². Por tanto, el volumen contenido en cada cuadro es de:

$$0.0025 \text{ mm}^2 \times 0.1 \text{ mm}^2 = 0.00025 \text{ mm}^3$$

El volumen contenido en los 40 cuadros será:

$$0.00025 \text{ mm}^3 \times 40 = 0.01 \text{ mm}^3$$

A es el número de espermatozoides en 0.01 mm³. Para transformarlo en cm³:

$$\mathbf{A \times 100}$$

$$\mathbf{= \text{no de espermatozoides en } 1 \text{ mm}^3 \times 1.000}$$

$$\mathbf{= \text{no de espermatozoides en } 1 \text{ cm}^3}$$

Como se parte de una dilución 1:100 el contenido en espermatozoides del semen sin diluir será:

$$\mathbf{A \times 100 \times 1.000 \times 100}$$

$$\mathbf{= A \times 10^7 \text{ espermatozoides/cm}^3 \text{ de semen puro}}$$

Para determinar el número total de espermatozoides del eyaculado se multiplica este valor por el volumen del eyaculado V en cm³:

$$\mathbf{\text{Total de espermatozoides por eyaculado (C)}}$$

$$\mathbf{= V \times A \times 10^7}$$

Fotómetro:

Mezclar la muestra en el tubo de ensayo invirtiéndolo suavemente 5 veces (para evitar contaminación, cubrir el tubo de ensayo con una tapa.⁽²¹⁾

Cada serie de medición comienza con calibración 0 del instrumento (de acuerdo a las instrucciones del fabricante). Normalmente se realiza con una solución de NaCl al 0.90%. Evitar tocar el área de medición/campo de la cubeta/cámara. Medir inmediatamente después de preparar la muestra.⁽²¹⁾

Hay que tomar en cuenta que si en la muestra hay burbujas de aire pueden alterar las mediciones. Los fotómetros generalmente tienen una curva de absorción de la luz sigmoide. La medición es confiable solo en la parte lineal de la curva.⁽²¹⁾

Sistema Casa:

Llenar la cámara de recuento estándar (según las instrucciones del fabricante). Evitando el sobrellenado.

Se necesita una adecuada configuración del programa/ software (especies, dilución de la muestra, tipo de cámara para el recuento, valores límite de motilidad, etc.). Es importante revisar todas las configuraciones, los ajustes de luz y configuración de contraste antes de su uso.

Las cámaras de medición deben estar sin polvo, humedad y moho. Como mínimo cuente 400-600 células (dependiendo de la cámara y fabricante del CASA). ⁽²¹⁾

5. Tipos de diluyentes:

La conservación a corto plazo del semen requiere de diluyentes, que ayudan a mantenerlo en condiciones óptimas de refrigeración para la inseminación durante 4 días máximo. Los diluyentes del semen están diseñados para proporcionarle protección frente a los cambios de temperatura y pH, para aumentar su volumen seminal, para nutrir las células espermáticas e inhibir el crecimiento bacteriano.

Algunas de las características con las que debe cumplir un diluyente son:

Isotónicos. (presión osmótica idéntica)

Amortiguador.

Nutrientes necesarios para el metabolismo de los espermatozoides.

Aumentar el volumen del semen.

Antibióticos.

Los diluyentes pueden ser preparados en el laboratorio u obtenerse de forma comercial ⁽²⁰⁾.

Diluyentes a corto plazo: se utilizan cuando la distribución de la dosis seminales es una distancia corta, de 48 a 72 horas. Se conserva el semen en una temperatura de 15 a 20 °C.

La concentración seminal para utilizarlo es baja, lo que es una ventaja, ya que permite realizar más inseminaciones. Además su bajo costo. Pero una de las principales desventajas de estos diluyentes es que después de la descongelación, presentan baja viabilidad, resistencia espermática y la integridad se ve afectada.

Ejemplos:

BTS: Es un medio que contiene bajas cantidades de potasio que permite mantener activa la bomba de sodio/potasio, evitando que el K intracelular reduzca, manteniendo la motilidad espermática. Ya preparado se conserva a 17°C y dura hasta 5 días.

Citrato de sodio-yema de huevo: Conserva el semen hasta 24 horas, manteniendo la tasa de motilidad en 61%.

Leche descremada: Contiene lactenina, una sustancia espermicida. Se debe hervir a 90°C por 10 minutos para poder inactivarla.

Diluyentes a largo plazo: se utiliza cuando la distribución de semen es a largas distancias, se conserva más de 5 días a una temperatura de 15 a 17 °C. Estos diluyentes nos permiten realizar pruebas diagnósticas y de calidad antes de ser utilizadas. Una desventaja es que necesitamos grandes concentraciones de semen.

Ejemplos:

BTS: nuevamente mencionado, porque es un diluyente de corto plazo, pero si se conserva a 17°C mantiene viable el material espermático, con un 80% de porcentaje de preñez.⁽³²⁾

6.Preparación de dosis seminales:

Una vez que la calidad del semen ha sido evaluada y se le ha considerado apta para la I.A., conociendo la concentración espermática por mm³ pasamos a calcular el n° de dosis que se pueden obtener de ese eyaculado.

Podemos considerar que la dosis mínima recomendada para la inseminación convencional tiene una concentración de 2 x 10⁹ espermatozoides, sin embargo la de uso más corriente es de 3 x 10⁹ espermatozoides para semen de buena calidad espermática, es decir que tenga niveles bajos de morfoanomalias y otras alteraciones.

Cálculo de dosis: (Ver contaje en cámara de Bürker)

N° de dosis=(N° Total espermatozoides / N° Espermatozoides o dosis)= (V x A x 10⁷ / 3 x 10⁹)

Forma simplificada:

N= (A) x (V) / 300

El cálculo de la cantidad de diluyente necesario para la preparación de las dosis seminales se realiza de la siguiente forma:

Dosis seminales de 90 cc.

$N \times 90 = \text{Vol. Total (Vol. diluyente + Vol. eyaculado)}$
 $(N \times 90) - V = \text{Volumen de diluyente necesario a añadir}$

V = Volumen de Recogida. Hay que tener en cuenta que, si se recoge sobre diluyente, 50 ó 100 cc, el volumen de recogida es igual al volumen de diluyente que se añade previamente más el volumen de del eyaculado recogido.

Antes de mezclar semen y diluyente, se debe comprobar que no exista diferencia de temperatura entre ambos; lo cual se facilita si durante todo el procedimiento de contrastación se mantienen atemperados tanto semen como el diluyente. Añadir suavemente el eyaculado sobre el diluyente, permitiendo su mezcla homogénea. Una vez realizada la dilución, comprobar la motilidad de la mezcla.

Finalmente se envasan las dosis de semen diluido en las botellas de inseminación, tubos o blisters identificadas con una etiqueta con los siguientes datos como mínimo:

No de verraco

Raza

Fecha de preparación/fecha de caducidad

Una vez envasadas las dosis seminales, deben permanecer a temperatura ambiente (20-25oC) durante al menos 1,5 a dos horas, para que la temperatura descienda lo más gradualmente posible. Pasado este tiempo, podemos almacenarlas en la nevera de conservación de 16oC o en cuarto frío.⁽³²⁾

Bienestar Animal:

El bienestar de un individuo es su estado en relación con sus intentos de hacer frente a su entorno. Éste concepto se refiere al estado del individuo en un momento particular y que dicho estado se puede medir en una escala de muy bueno a muy malo. La medición debe ser libre de consideraciones éticas.

Al realizar la medición, también se debe intentar mensurar los sentimientos que forman parte del estado del individuo.⁽³³⁾

Un sentimiento es una construcción cerebral que involucra al menos la conciencia perceptiva que está asociada con un sistema de regulación de vida, es reconocible por el individuo cuando se repite y puede cambiar el comportamiento o actuar como un reforzador en el aprendizaje. Son adaptativos y forman parte del sistema de

afrontamiento. El balance de los sentimientos positivos y negativos es clave en el bienestar. ⁽³³⁾

El bienestar se puede desglosar en varios puntos:

- El bienestar es una característica del animal, no algo que se le otorga.
- Debe ser susceptible de medición. Debe variar dentro de un rango, puede empeorar o mejorar. No es algo absoluto.
- El bienestar no se utiliza sólo para referirse únicamente a algo bueno. Éste aboga para evaluar al animal en términos de nivel de funcionamiento biológico como lesión, desnutrición, grado de sufrimiento y cantidad de experiencia positiva.
- El bienestar se puede medir de manera científica que es independiente de las condiciones morales. Las medidas deben basarse en el conocimiento de la biología de la especie y los métodos utilizados por los animales para tratar de hacer frente a las dificultades. Una vez descrito el bienestar, se puede tomar decisiones morales.
- El bienestar de un animal es bajo, cuando tiene problemas para afrontar su entorno, causando estrés.
- El término de salud englobado en el concepto de bienestar se refiere a una variedad de estados y puede clasificarse como buena o mala.
- El dolor y el sufrimiento son aspectos importantes, porque refieren a un bienestar deficiente, aunque estos puedan ser tolerados por el animal o se ocupé para una acción importante.
- El bienestar animal se mide de manera objetiva en situaciones específicas. Su evaluación se separa totalmente de juicios éticos, una vez evaluado, se debe proporcionar esa información para ahora sí tomar una decisión ética sobre la situación.
- El bienestar puede relacionarse con conceptos como: necesidades, felicidad, ansiedad, miedo, aburrimiento, estrés y salud.
- El estrés es esa parte del bienestar deficiente, implicando la falta de afrontación a la situación. Es un efecto nocivo en un individuo. ⁽³³⁾

Evaluación del bienestar en los cerdos:

Se basa en el análisis de la interacción entre el animal y su entorno. Incluyendo el comportamiento y cambios biológicos, jugando un papel importante el sistema nervioso central (SNC) y el eje hipotálamo-pituitario-adrenocortical (HPA).

Las medidas de análisis derivan del estudio de la psicología y fisiopatología de las emociones, estrés/adaptación. ⁽³³⁾

Dado que aún no podemos leer directamente los sentimientos y las emociones de los animales, tratamos de inferirlas a partir de índices como la conducta, la biología y las patologías que presentan. ⁽³³⁾

El HPA es activado por estresores porque es capaz de producir metabolitos energéticos, a partir de los tejidos de almacenamiento de energía (tejido adiposo). Ocupando éste suministro de energía para hacer frente al factor estresante. El principal agente que activa éste eje es el cortisol, esteroide derivado del colesterol.

Hay que tomar en cuenta que el eje HPA está involucrado en la regulación de los flujos de energía en el cuerpo, por lo tanto es sensible a varios estímulos ambientales que desafían en equilibrio energético del cuerpo como lo son la ingesta de alimentos o regulación de la temperatura.

Los niveles de cortisol en plasma son sensibles aún con un mínimo estímulo, entonces medirlo puede ser una opción para saber cómo se encuentra el animal respecto a su entorno. ⁽³³⁾

El comportamiento es la principal forma de interacción del animal con su entorno. El estudio del comportamiento no es invasivo y se puede lograr sin causar ningún tipo de problema al individuo. Cabe mencionar que es un índice sensible del estado fisiológico del animal. Ejemplo de esto es la observación en el reparto de los cerdos en corral, podemos notar su capacidad de termorregulación, esto nos indica que se integran diferentes factores del medio ambiente (temperatura, humedad, velocidad del aire, nivel nutricional) y el animal (estado fisiológico, metabolismo basal) a través de una única medida. ⁽³³⁾

El comportamiento también nos ayuda al diagnóstico problemas de salud, ya que es un síntoma clásico.

Lo que se mide con el comportamiento es las necesidades y preferencias del animal sobre su ambiente, algunas son obvias, como tipos de comedero, tipo de bebedero,

instalaciones, diseños de pasillos para su comodidad. Además de medir la preferencia se debe medir la fuerza de esa preferencia en el ambiente.⁽³³⁾

El comportamiento agresivo es la principal expresión del comportamiento social en los cerdos, debido que tienen que competir por alimento o interactuar con nuevos miembros durante las diferentes etapas de su vida (destete, engorda, transporte a rastro) esto compromete la salud del animal por heridas y la calidad de la carne porque disminuye el pH, haciéndola pálida, blanda y exudativa.⁽³³⁾

Es ideal que se mida el bienestar de manera grupal e individual, porque es una experiencia subjetiva personal.

Una de las cualidades del operario, es poder identificar los comportamientos anormales de los animales que maneja, conductas que pueden ser autodirigidas (estereotipias) dirigidas al medio (redirigidas) o dirigidas a otro animal. Las de mayor importancia veterinaria son las dirigidas porque representan una pérdida económica.⁽³⁴⁾

Las estereotipias están ligadas fuertemente a un bienestar deficiente, que si no se corrige, puede llegar a comportamientos extremos como el canibalismo de orejas y cola, incluso puede llegar hasta la muerte. Esta manifestación se da por falta de estimulación oral, hacinamiento, falta de área seca para descansar, falta de bebederos en corral, sarna sarcóptica o demodéica, mala ventilación, aburrimiento, insuficiencia de sal en dieta, entre muchas más. Ocasiona abscesos, reduciendo la ganancia de peso, decomisó de canal y muerte.⁽³⁴⁾

Se recomienda la observación minuciosa para detectar el factor que está provocando esta conducta en el animal. Un manejo adaptado para evitar este comportamiento ha sido el corte de cola, que debe hacerse con sumo cuidado, de realizarlo mal, sería contraproducente. Otro que podría realizarse es ofrecer enriquecimiento ambiental, con costales, neumáticos pegados a la pared o colgados del techo, paja, etc.⁽³⁴⁾

Las mordidas de vulva en cerda generalmente se presentan cuando no tienen alimento suficiente, con el uso de comederos automáticos o por hacinamiento, puede afectar su productividad, a la hora de monta o al parto.⁽³⁴⁾

El canibalismo es una agresión que se presenta de la madre a sus hijos en el primer parto, comúnmente. Se desconoce las causas del por qué se presenta, pero el factor hormonal y estrés, pueden jugar un papel muy importante.⁽³⁴⁾

Una estereotipia de impacto económico indirecto es la mordida de barras en jaula, debido a que su espacio es restringido y no pueden dar la vuelta. Se puede controlar con estímulos orales (alimento, mordederas).⁽³⁴⁾

Bibliografía:

1. Tinoco, J. . (2004). La porcicultura mexicana y el TLCAN. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia .
2. Rebollar, A., Gómez, G., Rebollar, S., Hernández, J & Gónzales, J.. (2014). Dinámica regional de la producción porcina en México, 1994-2012. *Agrociencia*, 49, 10.
3. Grupo Consultor de Mercados Agrícolas, GCMA.. (2021). Escenario económico de la porcicultura mexicana en el primer trimestre de 2021. 2021, de 333 Sitio web: https://www.3tres3.com/es-mx/ultima-hora/escenario-economico-de-la-porcicultura-mexicana-en-el-primer-trimestre_13215/
4. Fuentes, M., Pérez, L., Suárez, Y. & Soca, M. (2006, enero). Características reproductiva de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *REDVET*, VII(1), Article 1695-7504. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612648012.pdf>
5. Lugo, G. (2022, 6 octubre). Beneficios múltiples de la carne de cerdo. *GACETA UNAM*, 5,330. <https://www.gaceta.unam.mx/beneficios-multiples-de-la-carne-de-cerdo/>
6. Hughes, E & Varley, A. . (1984). *REPRODUCCION DEL CERDO*. España: Acribia.
7. Bortolozzo, P., Bernardi, M & Kummer, R. . (2009). Crecimiento, estado corporal y desempeño reproductivo en cerdas nulíparas y primíparas. *PubMed* , 1, 1.
8. Boeta, M. Balcázar, A. Cerbón, L. Hernández, J. Hernández, J. Parámo, R. Porras, A. Rangel, L. Salgado, B. Valencia, J. Zarco, L. . (2018). *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. Universidad Nacional Autónoma de México: LDCV Rosalinda Meza Contreras.
9. Fernandez, W. & De la Sota, R. (2010, junio). Dinamica folicular y momento de la ovulación n cerdas púberes y pluríparas posdestete. *InVet*, 12(1), Article 1668-3498. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982010000100005
10. Valencia Méndez,J.. (1986). *Fisiología de la reproducción porcina*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Unam: trillas.

11. Trujillo, M., Silva, H., & Gutiérrez, O.. (2019). Reproducción del cerdo: una visión práctica. Universidad Nacional Autónoma de México: Comité editorial de la FMVZ.
12. Alba, C. (2012, octubre). La inseminación intrauterina en cerdos: beneficios y riesgos. minitube. <http://www.perulactea.com/wp-content/uploads/2012/09/LA-INSEMINAC%C3%8DON-INTRAUTERINA-EN-CERDOS-BENEFICIOS-Y-RIESGOS.pdf>
13. Gil, J.. (2020). Tips for heat detection. 2020, de 333 Sitio web: https://www.pig333.com/articles/tips-for-heat-detection-in-gilts-and-sows_15469/
14. Carrero, H., Espinosa, C., & Cataño, G. . (2005). Manual de Producción Porcícola. SENA: SENA.
15. Torrentes, R., Torrez, K., Vanegas, D., López, J & Guevara, L. . (2013). Manual de inseminación artificial porcina. Nicaragua: UNA.
16. Trujillo, M., Martínez, R., Contreras, A., Hernández, E., Mota, D., Orozco, H., Yáñez, A., Martínez, R., Sánchez, M., González, M., Gutiérrez, O., Pérez, E., Mendoza, M., Olmos, S., Roldán, P., Ramírez, R., Bolaños, D., Moles, L., Herradora, M., Nava, J., & Amador, J.. (2015). La cerda reproductora. Universidad Nacional Autónoma de México : Comité editorial de la FMVZ.
17. Unión Ganadera Regional de Jalisco. (2022). Porqué y cómo sincronizar el celo en cerdas. (2022), de Unión Ganadera Regional de Jalisco Sitio web: http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=528
18. Velasco, J.. (Septiembre 24, 2018). Principales usos de Altrenogest en cerdas. Porcicultura.com, 4, 5.

19. Faletti, C. & Baldovino, H. (2008, 15 octubre). Utilización de Prostaglandina F2a en el entrenamiento de Verracos para monta Artificial. Infopork. <https://infopork.com/2008/10/utilizaci-n-de-prostaglandina-f2a-en-el-entrenamiento-de-verracos-para-monta-artificial/>
20. Gestavet® Prost. (s/f). Ganaderia.com. Recuperado el 22 de septiembre de 2022,. Sitio web: <https://www.ganaderia.com/producto/gestavet-prost>
21. North America, P. (2017). MANUAL DE MANEJO PARA CENTROS DE SEMENTALES DE PIC.
22. Condoy, C. & Cevallos, A. (2017). Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina. Red Vet, 18(9), Article 1695-7504. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009012.pdf>
23. Rix, M & Ketchem, R. . (2009). Understanding Regular vs. Irregular Returns to Estrus. 2009, de National Hog Farmer Sitio web: <https://www.nationalhogfarmer.com/northamericanpreview/0727-understanding-regular-returns>
24. Houghton, E.. (2018). Cystic Ovaries. 2018, de The Pig Site Sitio web: <https://www.thepigsite.com/disease-guide/cystic-ovaries-infertility>
25. Portal veterinaria . (2001). Patrones reproductivos en porcinos. 2001, de Portal veterinaria Sitio web: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/2683/patrones-reproductivos-en-porcinos.html>
26. Rangel, L., Alarcón, M., Galina, C., Hernández, J. Porras, A., Valencia, J., Balcazar, J., Boeta, M., Flores, H., & Páramo, R. . (2009). Manual de Prácticas de Reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. : Porras, A., & Páramo, R..
27. Carranza, A., Ambrogi, A., Pereyra, N., Marcaccini, A., Sarradell, J., Di Cola, G., Busso, J & Sanguinetti, H., Manual para veterinarios privados acreditados por Senasa Enfermedades de los porcinos.

28. Ballina, A., Romero, F & Reyes, E. (2008). PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LOS CERDOS. Nicaragua. FAO & AECID.
29. Garzon, A., Guzman, S., Renteria, O & De Cali, S. Manual Practico Porcino. (2007). Gobernación del valle del Cauca. Secretaria de Agricultura y Pesca.
30. Wiley, R.. (1993). Spermicidal effect of latex gloves during semen collection in the boar: A case report . 1993, de Swine Health and Production Sitio web: <https://www.aasv.org/shap/issues/v1n3/v1n3p22.pdf>
31. Castillo, M., Cerutti, D., Gómez, M., & Cisale, H.. (2018). Aplicación del Test de Endósmosis en la evaluación del semen de carnero preservado en condiciones de campo. 2018, de Archivos Latinoamericanos de Producción Animal Sitio web: https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/661/v_casapl900.pdf?sequence=1&isAllowed=y
32. Mainzer, P. (2010). Manual Práctico para profesionales. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA (Kubus).
33. Luigi Ed, F. (2008). Welfare of Pigs: From Birth to Slaughter. Wageningen Academic Publishers.
34. Galindo, A. & Orihuela, A. (2004). Etología Aplicada (1.a ed.).