



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

“COLECTA, DILUCIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA”

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:
GERMÁN ESPÍNDOLA VEGA

ASESORES:

DRA. MARÍA ANTONIA MARIEZCURRENA BERASAIN

MVZ. M en A. EDUARDO NAVA NAVA

Toluca, México, febrero de 2020.



ÍNDICE

DEDICATORIAS.	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN DE LITERATURA	4
CAPÍTULO 1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	4
CAPÍTULO 2 EL VERRACO	7
CAPÍTULO 3 PRODUCCION DE DOSIS SEMINALES.....	13
CAPITULO 4 LA CERDA	26
CAPÍTULO 5 MOMENTO MÁS ADECUADO PARA LA APLICACIÓN DE DOSIS	34
CAPÍTULO 6 APLICACIÓN DE SEMEN	35
III JUSTIFICACIÓN	39
IV OBJETIVOS	40
V MATERIAL Y MÉTODO	41
VI LÍMITE DE ESPACIO	44
VII LÍMITE DE TIEMPO	45
VIII LITERATURA REVISADA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El verraco	7
Figura 2 Anatomía del aparato genital masculino	9
Figura 3 Entrenamiento de verracos	11
Figura 4 Producción de dosis seminales	12
Figura 5 Mantenimiento y cuidado del material de laboratorio	13
Figura 6 Control ambiental en el laboratorio de I.A. porcina	15
Figura 7 Recolección de semen	19
Figura 8 Contratación de semen	20
Figura 9 Elaboración de dosis seminal	21
Figura 10 Características y propiedades del diluyente	22
Figura 11 Conservación de dosis seminal	23
Figura 12 La cerda	25
Figura 13 Anatomía del aparato genital femenino	26
Figura 14 Introducción y control del ciclo estral	28
Figura 15 Detección de celo	31
Figura 16 Momento más adecuado para la aplicación de dosis	32
Figura 17 Aplicación de semen	34
Figura 18 Profundidad alcanzada dependiendo cada tipo de inseminación artificial	36

I INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial porcina es una práctica que se ha realizado desde principios del siglo XX, técnica que tuvo su desarrollo en granjas de Rusia, donde especialistas expusieron la posibilidad de extraer las células germinales de los machos de la especie porcina con la ayuda de cerdas falsas o vaginas artificiales, esta hipótesis obtuvo resultados positivos al inseminar a la hembra de la raza porcina. Con estos antecedentes se realizaron investigaciones de origen Japonés que fortalecieron los resultados de origen Ruso. Aunque durante los primeros años la técnica no logro ponerse a la par con el servicio natural los avances tecnológicos han logrado reivindicarla, siendo de gran ayuda la estandarización de los protocolos de inseminación (Arisnabarreta y Allende, 2017, Bravo, 2017).

Desde 1980, fecha en que la inseminación artificial porcina tuvo el verdadero desarrollo y amplia aplicación a nivel comercial, a la fecha, esta técnica resultó la herramienta más revolucionaria para la porcicultura. El uso de la técnica se explotó en todo el mundo en pocos años, demostrando su utilidad en el mejoramiento de la producción porcina global. Actualmente está considerado que más del 90% de las hembras porcinas en todo el mundo, son servidas mediante la inseminación artificial, y se pronostica una ascendencia aún. Es por ese motivo, y por el incremento de la demanda de producción de carne de cerdo a nivel mundial, vio la necesidad de incrementar producción de dosis seminales (Sánchez, 2018).

La técnica de Inseminación Artificial está derivada de la biotecnología verde cuya aplicación es agrícola y pecuaria, esta técnica está aplicada en la reproducción animal, por lo que sustituye la monta porcina por una aplicación instrumentalmente asistida por un técnico que intervenga en la metodología; es así que esta técnica es un método asistido que aumenta las hembras fecundadas, el método se realiza durante un momento específico en el que existe mayor posibilidad de preñez. De este modo el procedimiento de Inseminación Artificial en la producción porcina facilita el ahorro de hasta el 15% en procedimientos en repetición (Mercosur, 2018, FAO, 2015).

El fundamento de la técnica de inseminación asistida en cerdos consiste en la colecta, el procesamiento, el almacenamiento a bajas temperaturas (15 a 19°C) de las dosis seminales y posteriormente la introducción en el tracto reproductivo de la hembra con el fin de obtener una concepción y una gestación (Torrentes *et al*, 2013, Rodríguez, 2016 González, 2018).

Entonces se puede definir la inseminación artificial como la técnica por la que el operario extrae semen a un animal reproductor, lo diluye y conserva, con la intención de trasladar el producto seminal al lugar ideal del aparato genital de la hembra, con el fin de fecundarla, realizando esto en el momento oportuno y con el instrumental adecuado. Así la mejor forma de aprovechar el potencial genético de un verraco será mediante la técnica de inseminación artificial, aprovechando el efecto multiplicador que la técnica ejerce sobre el semen. Además, facilita la ejecución de

programas de cruzamiento, logrando un mayor rendimiento de las camadas y disminuyendo problemas sanitarios, de manejo, de seguridad y económicos que benefician la producción (Arisnabarreta y Allende, 2017).

Paulatinamente se ha incrementado el uso de la técnica de la inseminación artificial tanto para las granjas porcícolas tecnificadas como para las que no han tenido esa ventaja. Cada verraco utilizado en el proceso de la inseminación artificial tiene un gran valor como el del producto que genera, la eficacia del macho se relaciona con la cantidad de dosis que se puede generar con la dilución de cada producto seminal. Durante los últimos años se ha implementado el uso de esta técnica de reproducción porcina por las ventajas que ofrece para manejar programas tanto de inseminación artificial total o de servicios combinados de monta natural como de inseminación artificial, sin mencionar que las dosis seminales se pueden obtener dentro de las mismas granjas o incluso adquirirlos de granjas libres de problemas sanitarios (González, 2018).

Al contar con el material genético de buena calidad, un laboratorio equipado y con protocolos establecidos e indudablemente con personal técnico capacitado para la realización de las actividades los resultados al final demostraran la calidad en Dosis listas para la inseminación artificial. Por el contrario los resultados podrán ser deficientes al darle un manejo inadecuado a las dosis seminales (Castellanos, 2018).

II REVISIÓN DE LITERATURA

CAPÍTULO 1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

1.1 Ventajas de la inseminación artificial

Entre las principales ventajas el ahorro de los animales de monta es el más considerable, con la reciproca disminución de instalaciones, así como de alimentos, de operarios, de fármacos, de costos de producción y existe una reducción de 5 a 20 veces el número de microorganismos patógenos que pudieran estar afectando el producto seminal (FAO, 2015, DOF, 2018).

Las ventajas zootécnicas son determinadas por la disminución de animales e instalaciones, la difusión rápida del progreso genético, mejorando rendimientos, utilizando sementales de mayor valor genético, aumento de programación de los cruzamientos interraciales para conseguir híbridos para su comercialización, producción de piaras más homogéneas gracias al control de la calidad espermática de los sementales que se sujetan a efectos medio ambientales y de manejo; las ventajas sanitarias son principalmente las de reducción de la aparición y transmisión de enfermedades infectocontagiosas por vía sexual y también la entrada de animales portadores de enfermedades de otras producciones; las ventajas económicas se determinan por el ahorro de las instalaciones así como de alimentación y mano de obra; y finalmente las ventajas de manejo proporcionan el ahorro tanto de tiempo como de esfuerzo evitando la monta natural y el

desplazamiento de los verracos y finalmente pero no menos importante, reduce el stress de animales con problemas cardiacos o incluso, claudicaciones al momento de la monta (Vinicio, 2012, Kubus, 2014, Bravo, 2017).

1.2 Desventajas de la inseminación artificial

Entre las desventajas que genera la inseminación artificial, el factor humano es la más importante, por la exigencia para seguir los pasos en cada etapa de la IA; la intervención de los operarios en la cada paso puede generar costos por la falta de dedicación y disciplina, problemas en la detección de celo, dificultad en la predicción al momento más óptimo para la inseminación, deficiencia en el conocimiento de la técnica para la extracción del producto seminal, su evaluación, su conservación y su aplicación (Vinicio, 2012, FAO, 2015, González, 2018).

A pesar de crear la necesidad en el incremento de dosis seminales se ve la problemática de la reducción en la cantidad de dosis que son posibles obtener en un eyaculado (20-25), teniendo en cuenta que un servicio requiere de la disposición de al menos 2 dosis por cerda, considerando que un servicio con 3 dosis garantiza una elevada concepción de la misma, en lo que al tiempo de conservación de las dosis se refiere, existe una mayor desventaja en el tiempo de vida del producto; se debe considerar un diluyente con buenas condiciones de pH, contenido de glucosa adecuado para la supervivencia de las células y que además estos aseguren una viabilidad más o menos larga, teniendo en cuenta que la criopreservación de las células espermáticas porcinas tienen menos del 60% de fertilidad por lo que no son

aptas para la técnica en el área productiva (Le Coz, 2007, Torrentes *et al*, 2013, Rodríguez, 2016 González, 2018).

Aunque el presente trabajo no se enfoca en enfermedades, es de importancia saber que existe posible contagio a través del semen de verracos en especial cuando estos son de origen externo a la granja; las enfermedades de origen bacteriano que se pueden transmitir por el semen de los verracos son: *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli* y *Klebsiella*; las principales enfermedades de origen vírico e importancia zoonótica son: PRRS, Peste Porcina Clásica, Peste Porcina Africana e Influenza (Del Valle, 2017, DOF, 2018).

CAPÍTULO 2 EL VERRACO

El verraco es considerado el animal con mayor susceptibilidad al mal manejo, la baja cantidad de grasa dorsal y su vida en solitario lo hace propicio a estrés por frío, el verraco de elección para la colecta de semen (figura 1) principalmente debe considerarse con buen estado de salud especialmente cuando el animal procede de una explotación por lo que será necesario hacer exámenes que descarten cualquier signo patológico, deberá tener una sana capacidad reproductiva, que muestre vivacidad, sin anomalías orgánicas y funcionales principalmente visibles y por ultimo unas buenas cualidades productivas las cuales son de tener en cuenta para el progreso genético, los porcentajes de heredabilidad en el caso del macho son tamaño testicular 35%, volumen del semen 22%, motilidad espermática 15% y libido 15%, etc.(Walter, 2015,Quintero, 2016).

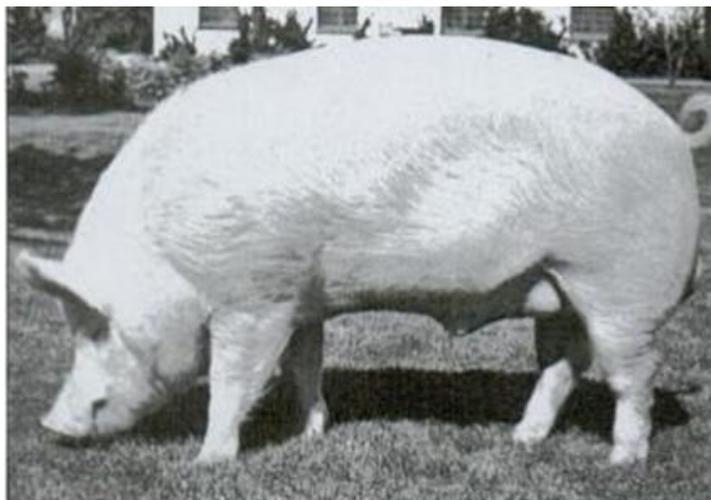


Figura 1. Verraco de elección para la colecta (Monge, 2005).

El verraco será expuesto a una serie de exámenes andrológicos, El propósito primordial de la evaluación es la de medir la aptitud reproductiva para llegar a un diagnóstico que nos permita pronosticar el uso del reproductor o de su semen (Arisnabarreta y Allende, 2017).

El Alojamiento de los verracos debe estar constituido de un corral que soporte las inclemencias del clima, con un aislamiento para que duerma y coma sin la preocupación que el frío afecte tanto su estado de ánimo como su salud dado que son las enfermedades respiratorias los problemas más frecuentes en granjas, por el contrario, las altas temperaturas de verano deben estar controladas, para que los rendimientos del verraco no se vean afectadas, la *libido* es el principal factor que decrecienta ante estas características ambiental lo que revelará una mala calidad espermática después de verse afectado el individuo, prolongándose de 6 a 8 semanas la mala calidad espermática por lo que la temperatura requerida debe oscilar entre 18 y 22 °C con una humedad del 75%. Los corrales (figura 2) deben ser individuales para evitar peleas, con una superficie de alojamiento de 7m² y con 150 cm de altura, con la capacidad de percibir la silueta, los gruñidos y el olor de otros machos, el corral con el área de monta tendrá un área de 9 a 12 m², elaboradas de rejillas verticales para evitar la acumulación de estiércol y que los cerdos trepen, así como en el alojamiento del verraco (Ballina, 2010, Quintero, 2016, Leguízamo, 2019).



Figura 2. Corrales de verracos (Farmingmachine.fr, 2019).

2.1 Anatomía del aparato genital masculino

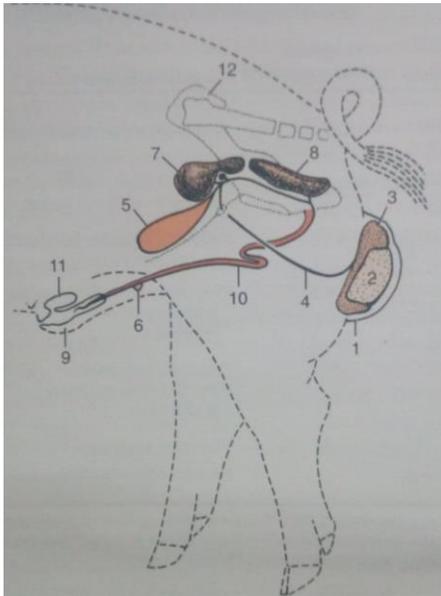
En el caso particular de los cerdos los testículos son proporcionalmente mayores que en otras especies, la masa testicular está relacionada positivamente con una mayor capacidad de producción de espermatozoides. Los testículos se encuentran situados caudalmente en el exterior del cuerpo, lo que a su vez les permite mantener una temperatura 3-4°C debajo de la temperatura del organismo (Monge, 2005, Dyce *et al*, 2015).

El aparato genital masculino de la especie porcina consta de (figura 3):

- Testículos, órganos principales en el que se fabrican las células espermáticas
- Escroto: caracterizado por recubrir los testículos por lo que sirve de protección, sostén y termorregulador

- Epidídimo, área en la que las células espermáticas finalizan su desarrollo y adquieren su habilidad fecundante.
- Los conductos deferentes desembocan en la uretra, vía común que finaliza en el pene para el transporte de los espermatozoides.
- Las glándulas accesorias: próstata, vesículas seminales, glándulas bulbo-uretrales y otras menores estarán encargadas de segregar el plasma seminal que constituirá, junto con los espermatozoides el eyaculado final.
- Pene: órgano eréctil cuyo extremo terminal es llamado glande, este órgano dedicado reproductivamente a la copula, está encargado de depositar el semen en el cuerpo del útero, del aparato reproductor de la cerda.
- Uretra: orificio del glande del pene encargado de la expulsión de orina y semen.
- Prepucio: esta invaginación de la piel está encargada de proteger el conducto de salida del pene.

(Gil *et al*, 2009, Cunningham ,2014).



1. Escroto
2. Testículo
3. Vejiga
4. Cola del epidídimo
5. Ducto deferente
6. Pezón rudimentario
7. Glándula vesicular
8. Glándula bulbouretral
9. Prepucio
10. Pene
11. Divertículo prepucial
12. Hueso coxal

Figura 3. Ubicación de los órganos masculinos del verraco (Dyce *et al*, 2015).

2.2 Entrenamiento de los verracos

Entre los métodos de colecta del producto seminal la que se apoya de la ayuda de un potro (maniquí figura 4) es la más efectiva y práctica en comparación con la ayuda de una cerda en celo; la actividad de colecta del producto seminal es muy laboriosa y esto exige tener mucha paciencia, el 10% de los machos que van a ser entrenados para IA son descartados ya que no todos los machos aprenden a subirse o montar el potro. Este entrenamiento puede iniciarse entre los 7 y 8 meses de edad, después de esta edad se pueden colectar una vez por semana, preferentemente el mismo día, después del año la recolección se puede hacer dos veces por semana,

permitiéndoles un descanso de al menos 4 días (González, 2018, Arisnabarreta y Allende, 2017).

El fin del entrenamiento consiste en hacer que los verracos monten el maniquí, siendo de mayor facilidad para los verracos una altura de una cerda primeriza, el maniquí debe estar firmemente fijado por causa del comportamiento sexual ante la hembra evitando que se desestabilice por los olfateos y golpes con el hocico que el verraco tenga con el maniquí, el cual debe estar humedecido con la micción de una cerda en celo o con el semen de otro verraco, estas actividades deben cubrir un tiempo estimado de 15 minutos diarios hasta que se consiga la monta, conseguida la monta se repetirá la actividad con descansos de 4 días entre extracciones (Parodi, 2013, kubus,2014)



Figura 4. Maniquí empleado en la colecta artificial (3tres3, 2019).

CAPÍTULO 3 PRODUCCION DE DOSIS SEMINALES

Entre las especies domesticas el eyaculado porcino es el mayor (figura 5), tanto su cantidad de 200 a 250 cc como concentración espermática 250×10^6 epz./mL, sus condiciones se determinarán por diferentes factores, la baja calidad en el control implica una gran cantidad de factores que podrían alterarla, lo que puede llegar a consecuencias tanto productivas como graves pérdidas económicas la calidad de las dosis es principalmente determinada por la satisfacción que presenta el operario (Rodríguez, 2016, Sánchez *et al*, 2018).

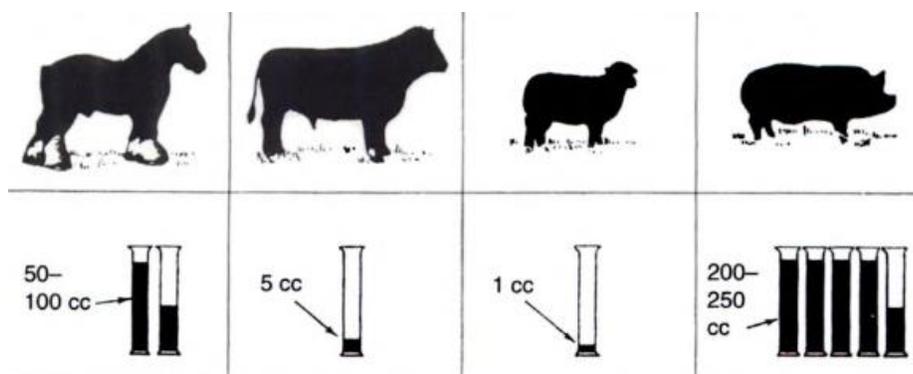


Figura 5. Comparación en cantidades de producto seminal (Gordon, 2004).

La sala de recolección debe estar en condiciones de higiene y seguridad tanto para el verraco como para el técnico durante la colecta del producto seminal. Por la seguridad del verraco se debe cuidar de las instalaciones para que el animal no tenga resbalones y caídas, así como la exposición a otros animales de servicio, por lo que es recomendable tener personal específico para el área de laboratorio lo que evitará la contaminación de producto seminal con la exposición a los desechos de

la granja, así como de objetos personales (teléfonos celulares, cámaras, aretes, muñequeras, bolsos, anillos, gorras, etc.) que ocasionen contaminantes dentro del laboratorio, por lo que la ducha para el acceso aumenta la bioseguridad del área (Kubus, 2014, Sánchez *et al*, 2018).

3.1 Recolección de semen

El producto seminal del cerdo se caracteriza por la cantidad de 200 a 250 cc y de una concentración espermática de 250×10^6 epz./ml, que en el caso de las especies domesticas es el que se posiciona en la cima espermática, la anterior se puede obtener de dos maneras. Del macho al momento de montar una cerda primeriza en celo. Entre los problemas con este método que se puede tener es que el verraco sea muy grande para la hembra y la hembra podría empezar a caminar por del corral, dificultando la recolección del semen. El segundo y más efectivo y recomendado es el método de recolección mediante un maniquí y un verraco ya entrenado (figura 6) (Torrentes *et al*, 2013, Estienne y Harper, 2014, Sánchez *et al*, 2018).



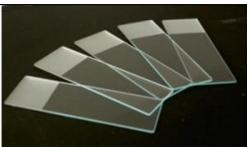
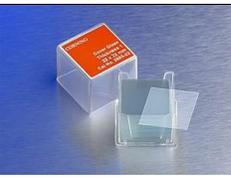
Figura 6. Método de recolección mediante maniquí (Fuentes, 2019).

El material que tenga contacto con el producto seminal debe guardar condiciones indispensables como: estar aprobado como no espermicida, debe estar limpio y esterilizado y debe conservar temperatura; El eyaculado será recogido con una bolsa a una temperatura de 37°C, para la separación de las tres porciones espermáticas es requerido un filtro, la fracción espermática será la de prioridad en la recolección (Kubus, 2014, Sánchez *et al*, 2018).

3.2 Laboratorio de I.A.: equipamiento mínimo necesario

Para el correcto funcionamiento de un laboratorio se debe de contar con un área específica que esté dotada del equipo mínimo necesario para la evaluación del producto seminal, así como su dilución y el almacenamiento. Es importante de ser posible que el área de colecta seminal se encuentre conectada con el área del laboratorio para impedir personal ajeno al laboratorio, pero más importante disminuir el traslado del producto recién colectado (González, 2018).

Para el colector del producto seminal:	Imagen	Fuente
Guantes de látex o nitrilo sin talco (de preferencia texturizados)		Cuadro 1. Guantes (Igropar, 2019)
Overol (de uso diario en granja)		Cuadro 2. Overol (USDA-APHIS, 2011).
Botas (de preferencia con casquillo)		Cuadro 3. Botas (Hagalo, 2019)
Para el operario de laboratorio:		
Bata limpia, blanca, manga larga (de uso exclusivo del área de trabajo)		Cuadro 4. Bata (USDA-APHIS, 2011)
Guantes de látex		Cuadro 5. Guantes (Igropar, 2019)
Cubre bocas		Cuadro 6. Cubrebocas (Veteris, 2019).

Gorro (cofia)		Cuadro 7. Cofia (MGProtect, 2019).
Calzado limpio		Cuadro 8. Zapatos (Pilotscenter, 2019).
Para la evaluación mínima de la calidad seminal:		
Termómetro de alcohol o laser		Cuadro 9. Termómetro (123RF, 2019).
Pipeta Pasteur		Cuadro 10. Pipeta (Quercus, 2019).
Portaobjetos		Cuadro 11. Portaobjetos (Bescience, 2019).
Cubreobjetos		Cuadro 12. Cubreobjetos (bescience, 2019).

Microscopio		Cuadro 13. Microscopio (Zeigen, 2019).
Para la preparación de la dilución:		
Baño maria		Cuadro 14. Baño Maria (Desego, 2019).
Agua destilada		Cuadro 15. Agua destilada (Adesco, 2019).
Nevera de termómetro		Cuadro 16. Nevera (Secundino, 2015).
Diluyente		Cuadro 17. Diluyente (Megapor, 2019).

(Del García *et al*, 2007, Kubus, 2014).

3.3 Mantenimiento y cuidado del material de laboratorio

Tanto el laboratorio como el material utilizado para la inseminación artificial debe estar perfectamente limpio (figura 7), lo que puede garantizar una buena calidad de las dosis seminales y permitirá una mejor conservación de éstas (Kubus, 2014, De Alba, 2016).



Figura 7. Limpieza del laboratorio de inseminación artificial (Bimos, 2019).

Idealmente, el laboratorio de procesamiento de semen debe ser un edificio distante de las granjas. El personal de las naves debe tener acceso restringido al laboratorio a menos que se duche y tenga un cambio de vestimenta adecuado para el acceso, por lo tanto la vestimenta de laboratorio deberá ser lavada por separado en máquinas lavadoras diferentes de preferencia; el laboratorio debe caracterizarse con calefacción y aire acondicionado a una temperatura de 20 a 24°C en el interior del laboratorio; la ventilación evitará la humedad excesiva, evitando la proliferación de hongos y bacterias, el control de la ventilación debe omitirse cuando el procesamiento del semen se esté efectuando, superficies, paredes y techos lisos

que permitan la rápida identificación de un área sucia. En muchos casos es recomendable un aparato eléctrico para el control de insectos en el interior, bajo ninguna circunstancia se debe permitir el consumo de alimentos, bebidas y productos de tabaco (Rodríguez, 2016, Sánchez *et al*, 2018).

3.4 Control ambiental en el laboratorio de I.A. porcina

Para lograr el mejor desempeño del potencial genético dentro de las explotaciones porcinas se debe proporcionar un ambiente controlado (figura 8). El control de las condiciones ambientales de los verracos es prioridad para obtener una producción seminal homogénea así como de la más alta calidad. La temperatura, la humedad, la ventilación, la concentración de gases y la luz deben asegurar el bienestar y confort de los animales y esto contribuirá a mejorar los índices de productividad (Quiles y Hevia, 2008, Kubus, 2014).



Figura 8. Control del ambiente del laboratorio (Yaimi, 2015).

Para los verracos la temperatura de confort está alrededor de los 18-20°C, con una humedad no mayor de 70%. El exceso de calor ambiental provoca una reducción en la calidad seminal, puede observarse reducción de la concentración espermática y del volumen (Del García, 2007, Sánchez *et al*, 2018).

3.5 Contratación de semen

Obtenida la colección del producto seminal se dispone a un examen de color, densidad, aspecto, así como la concentración y motilidad espermática (figura 9). Pasada la evaluación se preparan muestras para la evaluación morfológica del producto seminal. Para concluir, se determina el volumen del eyaculado (por medición volumétrica o peso específico, 1 g/ml⁻¹) y en caso de su uso, se extiende el eyaculado con sus apropiados diluyentes. El producto seminal debe mantenerse bajo condiciones óptimas de temperatura (20° C) ya sea sin extensión o extendido con el apropiado diluyente, en casos en que la evaluación no pueda hacerse de inmediato (Bonet *et al*, 2013, Almaguer *et al*, 2015, Arisnabarreta y Allende, 2017).



Figura 9. Análisis de producto seminal (Yaimi, 2015).

3.6 Elaboración de dosis seminal

Cada dosis seminal de servicio se prepara con semen y diluyente (figura 10). La cantidad necesaria de semen por dosis será la apropiada para que cada una contenga un mínimo de tres mil millones de espermatozoides y el diluyente necesario para el volumen total de la dosis para que contenga 50 ml para cerdas nulíparas y 90 ml en el caso de hembras multíparas, obteniendo del macho un promedio anual de mil dosis de semen refrigerado, con un promedio de 25 dosis por eyaculado porcino para que cada dosis contenga más células espermáticas que el mínimo para asegurar la gestación de la cerda (Gil, 2007, Castellanos, 2018).



Figura 10 Preparación de dosis seminales (Yaimi, 2015).

Para la colecta seminal se debe de calentar agua destilada y agregar el diluyente para homogenizar y agregar el producto seminal y se envasa con los datos mínimos como lo es la raza y la fecha (KUBUS, 2014, Sánchez *et al* 2018).

3.7 Características y propiedades del diluyente

El diluyente es la solución que permitirá aumentar el volumen del producto seminal hasta conseguir las dosis adecuadas y conservar las características funcionales de las células espermáticas, así como mantener el nivel de fertilidad adecuado (figura 11); de los diluyentes existen dos tipos principales los de corto plazo con propiedades de conservación de 1 a 3 días y los de largo plazo con propiedades de conservación de más de 4 días (elsitioporcino.com, 2014, Condo y Cevallos, 2017).

Los diluyentes proveen una fuente adecuada de nutrientes, un ambiente que proteja a los espermatozoides contra los cambios de temperatura, electrolitos para mantener la presión osmótica, sustancias buffer que protejan al semen contra cambios extremos de pH y antibióticos que inhiban el crecimiento de bacterias (Córdova *et al*, 2015, Rugeles *et al*, 2015).



Figura 11. Diluyentes para la elaboración de dosis seminales (Megapor, 2019).

Las características de cada uno de los componentes contenidos en los diluyentes son:

- Antibióticos: kanamicina, neomicina y gentamicina aunque la unión europea, está encargada de regular las combinaciones contra leptospira y micoplasma
- Sales de iones orgánicos: para la regulación osmótica se emplea el uso de cloruro potásico y sódico
- Glucosa: monosacárido más utilizado en los diluyentes porcinos, este componente proporciona energía
- MOPS, HEPES: tamponadores con capacidades para regular el potencial de hidrogeno seminal evitando la reducción del metabolismo energético y la motilidad. El citrato sódico y el bicarbonato poseen capacidad tampón limitada

(Condoy y Cevallos, 2017).

3.8 Conservación de las dosis seminales

Las células seminales son muy sensibles tanto a la luz como a la temperatura lo que hace de las dosis un material de manejo delicado, es por eso que el almacenamiento y el manejo de estos productos debe ser cauteloso por lo que se recomienda un refrigerador para adaptar la temperatura (figura 12), el momento en que la temperatura fluctúa por debajo o por encima de la recomendada las características de la dosis decaerá y por lo tanto será un malgaste de un recurso

muy valioso. La temperatura ideal del almacenamiento solo debe oscilar entre los 15°C a los 19°C para mantener una la viabilidad y así mantener su vida útil, teniendo en cuenta que se tendrán ligeros cambios en la biometría del espermatozoide aun a una temperatura de 16°C por 24 horas. El registro de las dosis es muy necesario, de modo que se pueda utilizar el semen más antiguo primero y desechar el semen caducado. Para el transporte hasta el área de servicio deberá ser bajo cajas de aislamiento, el uso de paquetes de gel que ayuden a amortiguar las temperaturas ambientales son de gran ayuda si el clima es extremo y el uso de las dosis será únicamente en el momento de la inseminación, no antes de la introducción del catéter y por ultimo mantener la caja de transporte siempre cerrada firmemente y de manera inmediata debe ser prioridad (Morelos, 2012, elsitioporcino.com, 2014).



Figura 12. Refrigerador para la conservación de dosis seminales (Secundino, 2015).

CAPITULO 4 LA CERDA

La edad de la cerda (figura 13) para la producción en una granja de cría es importante por la eficiencia reproductiva, el mejor rendimiento se alcanza después del tercer ciclo y para el ciclo octavo el número total de lechones podría ser mayor pero a menudo existe una amplia variación en el tamaño de la camada así como de lechones nacidos muertos, las cerdas más viejas también tienen problemas de torpeza lo que genera un alto nivel de lechones aplastados, para conseguir los resultados deseados es importante contar con una oportuna detección del celo, un buen intervalo destete-cubrición (IDC) y dar el servicio a la cerda en el momento adecuado. También es muy importante la distribución de edad de las cerdas en la granja, no siendo recomendables porcentajes muy elevados de cerdas primerizas y cerdas viejas (Fuentes *et al*, 2006, elsitioporcino.com, 2014).



Figura 13. Cerda destinada a cría (videos de producción animal, 2016).

Para la evaluación de la hembra porcina se basará en la productividad anual. Número de lechones destetados por cerda por año, lo cual se da por tres parámetros

fundamentalmente que son: el tamaño de la camada (lo que indicará número de óvulos liberados, los óvulos fertilizados, los embriones sobrevivientes y los lechones nacidos), la mortalidad desde nacimiento al destete y el intervalo entre partos (UNNE, 2012, Cunningham ,2014).

4.1 Anatomía del aparato genital femenino

El aparato genital femenino está compuesto por las siguientes partes: ovario, oviductos y cuernos uterinos; los cuernos se unen al cuerpo del útero, el cual continúa en una región fuertemente musculosa, cérvix. Entre cérvix y vulva se encuentra la vagina (Monge, 2005, UNNE, 2012).

El aparato reproductor de la cerda (figura 14) es característicamente exclusivo con respecto a sus características anatómicas desde los tamaños y demás aspectos que determinan cada una de las partes como por ejemplo las prominencias mucosas que se proyectan en la luz del cuello uterino (Monge, 2005, Dyce *et al*, 2015).

Ovario: situado en la región sublumbar, caracterizados por forma cilíndrica de 2 a 4 cm

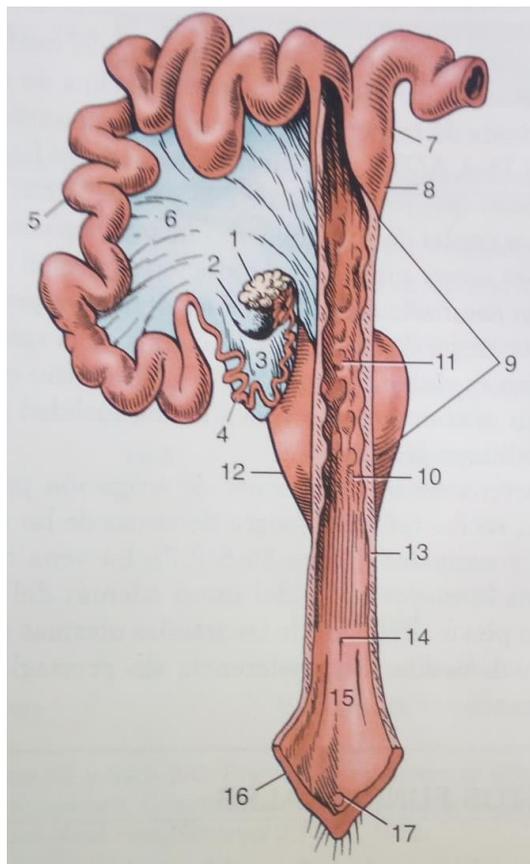
Oviducto: de 15 a 30 cm de largo con ondulaciones irregulares, dividido en tres partes (itsmo, ampolla y pabellón)

Útero: de cuerpo ovoide y corto de 5 a 6cm, su tonicidad varia con las diversas fases del ciclo estral

Cuello del útero: de luz estrecha en cerdas jóvenes, entre 9 a 13 cm de largo, con prominencias mucosas a lo largo del cuello

Vagina: sección de 12 cm de largo, paso desde el exterior hasta el cuello del útero

(Gil *et al*, 2009, UNNE, 2012).



1. Ovario izquierdo
2. Bolsa ovárica
3. Mesosalpinx
4. Tuba uterina
5. Cuerno uterino
6. Ligamento ancho
7. Segmentos paralelos de los cuernos uterinos
8. Cuerpo del útero
9. Cuello del útero
10. Orificio uterino externo
11. Prominencias mucosas
12. Vejiga
13. Vagina
14. Orificio uretral externo
15. vestíbulo
16. Vulva
17. Glándula del clítoris

Figura 14. Partes de aparato reproductor femenino de la cerda (Dyce *et al*, 2015).

4.2 Ciclo estral

El término de la palabra pubertad es utilizado para definir el comienzo de la etapa reproductiva, la aparición del estro es la asociada a la pubertad en las hembras y por lo tanto la ovulación la cual juega el papel de la capacidad reproductiva y la receptibilidad sexual. Para la elección de reemplazos la edad en que la cerda llega a la pubertad juega un papel muy importante, sobre los que ejercen importancia tanto la genética y aspectos relacionados con el manejo (Kubus, 2014).

La pubertad es el momento en que aparecen los primeros ciclos estrales. Los principales factores que influyen tanto a estimular o inhibir esta etapa pueden ser: el estado corporal, la genética, el ambiente social, la estación del año, el clima y la nutrición (UNNE, 2012).

La hembra adulta presenta estros cada 20 a 21 días durante todo el año. Es de suma importancia para que la hembra tenga actividad sexual que se cumplan las siguientes condiciones: estar alimentada correctamente y sana, el aparato reproductor no debe presentar patologías congénitas o adquiridas y no estar en el período de gestación ni en lactancia. De acuerdo con la presentación del celo, según la etapa de la vida reproductiva de la cerda, se clasifica en: Puberal, el cual es el primer celo que determina el inicio de la pubertad, Posparto, siendo anovulatorio y se presenta entre 1 a 3 días posteriores al parto y Posdestete, éste se produce con un intervalo de 2 a 7 días después del destete y es el de más alta fertilidad (Ubeda *et al*, 2013, Arisnabarreta y Allende, 2017).

El proestro es la fase en que se inicia el crecimiento y maduración de aproximadamente 50 folículos, El estro tiene una duración promedio de 48 a 72 horas, presenta el desarrollo folicular final hasta llegar al grado de folículos ovulatorios, El metaestro es la fase en la que se desarrolla el cuerpo lúteo, El diestro se prolonga por 9 días, se extiende desde la floración del cuerpo lúteo, a su máximo tamaño con pico de producción de progesterona, hasta su regresión morfológica y funcional. (Monge, 2005, elsitioporcino.com, 2014, Dyce *et al*, 2015)

4.3 Introducción y control del ciclo estral

La introducción y control del ciclo estral juega un papel significativo en la granja, estableciendo el capital más importante de manera que su omisión repercute en la aparición de cerdas que aparentemente no entran en ciclo estral, los estímulos suficientes deben promover la sincronía de ciclo por lo que estímulos en tiempos dispersos solo servirán para trastornar el ciclo (Jiménez, 2017, elsitioporcino.com, 2017).

Las cerdas primerizas requieren la exposición al verraco (figura 15) para la introducción al ciclo estral y promover que para su primer servicio la cubrición sea en el peso, edad y maduración deseada. El contacto con el verraco empezará 21 a 28 días antes de la fecha en que se calcula que llegará la pubertad. El contacto con el macho 15 minutos al día adelanta y agrupa los celos en los lotes de cerdas; una exposición demasiado temprana no lograra la sincronía deseada asila exposición debe ser correctamente controlada previniendo que el libido del macho llegue a

causar lesiones en las cerdas primerizas, esta prevención se puede lograr con paneles arneses o dispositivos mecánicos dependiendo la tecnificación de la granja, el método de contacto se puede lograr más fácilmente a través de una valla o rejilla dos veces al día o en confinamientos contiguos puede adelantar la pubertad siempre y cuando las cerdas primerizas tengan el espacio para una interacción y estimulación de los sentidos olfatorio vista y oído (Jourquin *et al*, 2010, Knox, 2017).



Figura 15. Exposición de las cerdas al verraco (Quintero, 2016).

4.4 Detección de celo

La detección de celo es una práctica muy importante, de eso depende la gestación de los animales y por consecuente la rentabilidad de una granja de cría, esta detección ayuda para que todos los pasos fluyan adecuadamente. Sin la correcta detección en que la hembra de la raza porcina entra en el periodo de celo todos los

demás pasos serán hechos en vano, razón por la cual el técnico operario es de gran importancia para la detección de los signos que manifiesta la hembra o para la introducción a la etapa que se requiere para dar inicio a la producción (Quiles y Hevia, 2009, González, 2017).

Para la detección del celo los principales “signos” que una cerda manifestará son: inmovilidad en presencia del verraco, intentos de montar a sus compañeras (apreciable en grupos), edema e hipertermia de la vulva, gruñidos de larga duración y presencia de secreción vaginal al final del celo, pero la más conocida y representativa será sin duda la prueba de cabalgue (figura 16) (Quiles y Hevia, 2012, CKM, 2018).



Figura 16. Prueba de cabalgue en cerdas (Thepigsite, 2012).

Esta prueba es el reflejo de inmovilización en respuesta a la monta de un verraco, otra hembra o incluso de un operario. Durante el celo permiten que se haga presión manual sobre su lomo. Esta técnica se facilita si se le permite a la cerda oír gruñidos, oler o ver a un verraco. Se considera que este reflejo de tolerancia lo presenta el 80% de las hembras en celo, siendo más fácil realizarlo en las cerdas adultas que en la primerizas (Knox, 2017, Arisnabarreta y Allende, 2017).

CAPÍTULO 5 MOMENTO MÁS ADECUADO PARA LA APLICACIÓN DE DOSIS

La aplicación del producto seminal deberá estar próxima al último tercio del celo (figura 17) lo que se ubicará en el momento más próximo a la ovulación, procurando alcanzar la vida media de éste el cual dura de 10- 20 horas, aunque las primeras 8 horas son vitales teniendo en cuenta que después de ese tiempo el ovulo ya se considera viejo (Torrentes *et al*, 2013, Kubus, 2014, FAO, 2015).

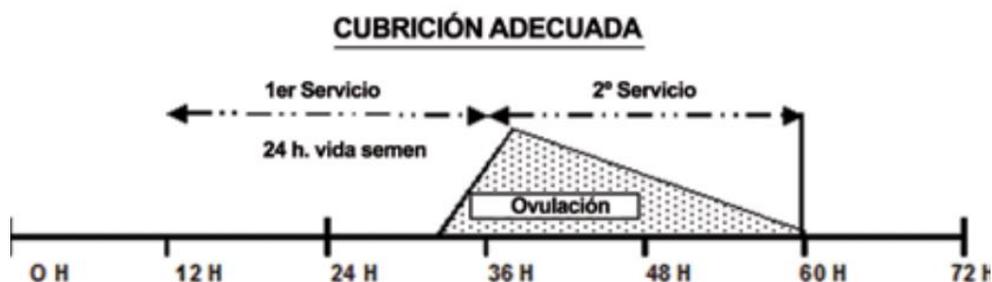


Figura 17. Momento de la cubrición del servicio teniendo en cuenta las horas y el momento de la ovulación (kubus, 2014).

En un intervalo de 21 días aproximados la cerda entrará en estro (celo) y la ovulación ocurrirá durante 8 a 36 horas. El producto seminal deberá servirse entre 6 u 8 horas previo el momento de la ovulación, pasado el estro se realizará un segundo servicio de 12 a 24 horas y de ser necesario puede proveerse un servicio adicional a las 12 a 24 horas después del último servicio. Conviene iniciar con un entrenamiento de introducción de celo y presentación de macho para estimular sexualmente (Rodríguez, 2016, Mercosur, 2018).

CAPÍTULO 6 APLICACIÓN DE SEMEN

Técnicas inseminación artificial (figura 18):

- I.A. convencional intracervical: técnica más empleada a nivel mundial, la dosis seminal de descarga contiene de 70 a 100cc, con una concentración de 3000 millones de espermatozoides aproximados por dosis, el depósito se emplea en la parte anterior del cuello uterino con catéter reutilizables o descartables de 54cm de longitud.
- I.A post o transcervical: la dosis seminal de descarga contiene de 30 a 50cc, con una concentración de 1500 millones de espermatozoides por dosis, el depósito se emplea en el cuerpo del útero, esta técnica requiere de una cánula que sobresale 15 a 20cm desde el interior de un catéter de inseminación artificial que se fija normalmente en el cuello del útero. La longitud alcanzada por ambos instrumentos es de 73 cm.

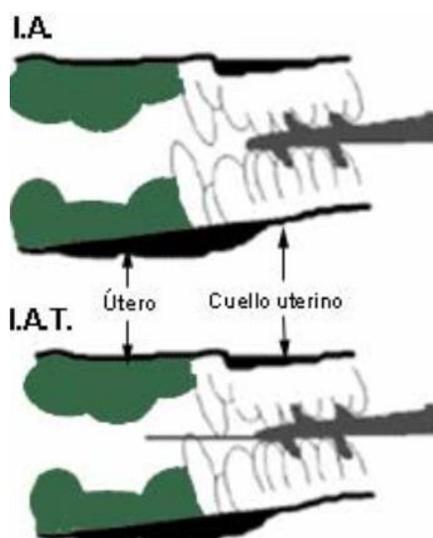


Figura 18. Profundidad alcanzada dependiendo cada tipo de inseminación artificial (3tres3, 2003).

- I.A. intra-uterina profunda: la dosis seminal para el caso de esta técnica es descongelado o sexado, contiene 5cc con 10 a 100 millones de espermatozoides por dosis, el deposito se emplea en los cuernos uterinos, lo más próximo a la unión úterotubárica. La longitud alcanzada por estos instrumentos es de 148cm.

(Cuevas *et al*, 2005, Torrentes *et al*, 2013, Arisnabarreta y Allende, 2017, Bravo 2017)

Técnicas novedosas y actuales que requieren de una menor cantidad de dosis seminales, sin embargo, existen sus limitaciones, al momento de reducir la cantidad de células espermáticas, la principal recae en la hembra porcina, a la posibilidad de carecer de eficiencia para el transporte espermático y la segunda recae en la granja

determinando la optimización del manejo y la técnica de los operarios (De alba, 2013).

La técnica convencional de inseminación artificial se aplica de la siguiente manera:

Primero se debe limpiar los labios de la vulva con papel desechable como toallitas o servilletas, se sostiene la cola con la parte posterior de la palma y se abren los labios vulvares con los dedos índice y pulgar, una vez asegurado que la pipeta está limpia y seca, se lubrica sin obstruir el orificio de expulsión del producto seminal (de ninguna manera se debe intentar lubricar la pipeta con el producto seminal diluido pues no se lubricará y además producirá pérdidas significativas de espermatozoides), se introduce la pipeta hacia arriba y adentro apuntado al centro de la columna de la cerda para así evitar tener contacto con la vejiga, al percibir una obstrucción la pipeta habrá alcanzado la entrada del cuello uterino, será el momento en que la pipeta será cuidadosamente introducida por torsión con dirección a la izquierda hasta el momento en que se ubique en el cuello uterino (percibido por que la pipeta ya no permite girar), se retira un giro completo a la derecha para evitar obstrucciones (si se intenta retirar hacia atrás suavemente no saldrá debido a la porción espiralada que se encuentra enroscada en los pliegues del cuello uterino los cuales evitan que el producto seminal caiga por los labios de la vulva), se homogeniza el producto seminal diluido con suavidad, se inserta el recipiente al extremo de la pipeta y se aplica una presión ligera para que el producto seminal se deposite suavemente, la inseminación debe proceder por gravedad, proseguir

durante un periodo de 5 minutos que es el tiempo que tarda el verraco en depositar el eyaculado, en los casos extraordinarios en que el material seminal se esté derramando por los labios de la vulva, se debe interrumpir la inseminación y comprobar que la pipeta siga colocada en el cuello uterino; una vez terminado el frasco contenedor de producto seminal diluido se separa de la pipeta y procede a desenroscar con giros suaves con dirección a la derecha hasta que se retire con facilidad (Torrentes *et al*, 2013, Arisnabarreta y Allende, 2017).

III JUSTIFICACIÓN

El presente documento se orientará a ser una recapitulación de información sobre la colecta, dilución e inseminación artificial en la especie porcina, para tener una versión actualizada de los procesos técnicos a seguir para una efectiva inseminación porcina, tanto para estudiantes, técnicos y especialistas en el área porcícola.

IV OBJETIVOS

Realizar una revisión bibliográfica a cerca de los procedimientos de colecta dilución e inseminación artificial utilizados en la especie porcina, con el fin de poner a disposición información actualizada para técnicos y especialistas.

V MATERIAL Y MÉTODO

BIBLIOTECA

Libros

Revistas especializadas

MATERIAL DE ESCRITORIO

Computadora

Impresora

Papel

Lápiz

Internet

Revistas electrónicas

Videoconferencias

V MÉTODO.

Para la búsqueda de documentos bibliográficos se utilizarán varias fuentes documentales. Se realizará una búsqueda bibliográfica utilizando los descriptores, cerdas, inseminación artificial, extracción de semen, verracos, parámetros reproductivos, aparato reproductor y laboratorio. Tras la combinación de las diferentes palabras clave. También se realizará una búsqueda de artículos científicos en la web con los mismos términos. Se seleccionará aquellos documentos que tengan información sobre la Inseminación Artificial en general, su extracción y aplicación e importancia en México.

Los capítulos que integran el presente documento son los siguientes:

Capítulo 1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

1.1 Ventajas

1.2 Desventajas

Capítulo 2 EL VERRACO

2.1 Anatomía del aparato genital masculino

2.2 Entrenamiento de los verracos

Capítulo 3 PRODUCCION DE DOSIS SEMINALES

3.1 Laboratorio de I.A.: Equipamiento mínimo necesario

3.2 Mantenimiento y cuidado del material de laboratorio

3.3 Control ambiental en el laboratorio de I.A. porcina

3.4 Recolección de semen

3.5 Contrastación de semen

3.6 Elaboración de dosis seminal

3.7 Características y propiedades del diluyente

3.8 Conservación de las dosis seminales

Capítulo 4 LA CERDA

4.1 Anatomía del aparato genital femenino

4.2 Ciclo estral

4.3 Introducción y control de ciclo estral

4.4 Detección de celo

Capítulo 5 MOMENTO MÁS ADECUADO PARA LA APLICACIÓN DE DOSIS

Capítulo 6 APLICACIÓN DEL SEMEN

VI LÍMITE DE ESPACIO

El presente trabajo se realizará en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicada en la Carretera Toluca-Tlachaloya Km 10, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca. C.P. 50090.

VII LÍMITE DE TIEMPO

El presente trabajo se realizará conforme a lo descrito en el siguiente cuadro:

ACTIVIDAD	FECHA
Inicio de investigación	febrero 2019
Investigación bibliográfica	febrero, marzo 2019
Elaboración de protocolo	abril 2019
Registro de protocolo	mayo 2019
Documentación del trabajo escrito	mayo 2019
Conclusión del trabajo	noviembre 2019

VIII LITERATURA REVISADA

Almaguer Pérez, Font Puente, Rosell Pardo, Quirino Celia Raquel, Montes Torres Ineida. (2015): Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16 (7). pp. 1-7.

Arisnabarreta Enrique y Allende Roberto. (2017): Manual de inseminación artificial en porcinos, Editorial Taurus, Buenos Aires. pp. 8-13, 27-30, 69, 80-84.

Ballina Bencomo Abelardo. (2010): Manejo sanitario eficiente de los cerdos, asistencia técnica, 1 (2), pp 26-34.

Bonet Sergi, Casas Isabel, Holt William, Yeste Marc. (2013): Boar reproduction: fundamentals new biotechnological trends. London Uk. Springer Verlag Berlin. pp 628 – 642.

Bussalleu Eva. Turner E. (2013): Quality improvement of boar seminal does. Eds Boar Reproduction. Springer Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 517–551.

Bravo Oscar. (2017): Inseminación artificial en cerdos. INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_inseminacin_artificial_en_cerdos.pdf (22 de agosto de 2019).

Castellanos Edi. (2018): Manejo de dosis seminales para inseminación artificial en cerdas <https://masporcicultura.com/manejo-de-dosis-seminales-para-inseminacion-artificial-en-cerdas/> (7 mayo de 2019).

Clara Rugeles Pinto, Ramiro Caicedo Toro, Carlos Almentero Suarez, Juan Linares Arias, Oscar Vergara Garay. (2013): viabilidad de semen porcino refrigerado con diluyente MRA, nota técnica. Revista Científica, XXIII (3), pp 206-210.

Condoy Mercy y Cevallos Juan. (2017): Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18 (9), pp 1-11.

Córdova-Izquierdo, Pérez Gutiérrez, Méndez Hernández, Villa Mancera, Huerta Crispín. (2015): Obtención evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana. Revista Veterinaria. 26. pp 69-74.

CKM Perú. (2018): Inseminación artificial en cerdas <https://www.ckmperu.com/inseminacion-artificial-cerdas/> (1 de mayo de 2019).

Cuervas PAL, Pedroza C, Jiménez C. (2005): evaluación de la técnica de inseminación artificial postcervical y su relación con los parámetros reproductivos. ISSN: 0120-2952. Vol. 52, N° II. pp 144-155.

Cunningham James y Klein Bradley. (2014): Fisiología Veterinaria 5° Edición. Editorial Elsevier. Barcelona. pp. 451-459.

De Alba Romero. (2013): La inseminación intrauterina en cerdos beneficios y riesgos. Avances en tecnología porcina. ISSN 1697-2015, Vol. 10, N° 101, pp. 16-24.

De Alba Romero. (2016): Manejo de un centro de inseminación artificial. En Williams, S. Atlas de reproducción porcina. Editorial Inter-Médica, Capítulo 2.

Del García Contreras Adelfa, De Loera Yasmín, García Artiga Carlos. (2007): Normas prácticas de bioseguridad en los centros de inseminación artificial porcina (I). Anaporc 4 (35). pp 29-34.

Del Valle Rodríguez Alexei. (2017): evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos utilizados en la monta natural. REDVET. Revista electrónica de veterinaria. 18(10).

Diario oficial de la federación. (2018): Enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos. Secretaria de gobernación. México. pp. 3-8.

Dyce Kenth Macfarlane, Sack Wensing O, Wensing CJG. (2015): Anatomía Veterinaria 4ª Edición, Editorial Manual Moderno, México. pp 459-471.

Elsitioporcino.com. (2017): Cómo estimular una cerda primeriza <http://www.elsitioporcino.com/articles/2792/camo-estimular-una-cerda-primeriza/> (21 mayo de 2019).

Elsitioporcino.com. (2014): Almacenamiento y manejo del semen porcino <http://www.elsitioporcino.com/articles/2537/almacenamiento-y-manejo-del-semen-porcino/> (8 abril 2019).

Elsitioporcino.com. (2014): La hembra reproductora <http://www.elsitioporcino.com/publications/7/manejo-sanitario-y-tratamiento-de-las-enfermedades-del-cerdo/304/la-hembra-reproductora/> (6 abril 2019).

Estienne Mark, Harper Allen. (2014): Técnicas para entrenar verracos para la colección de semen. <http://www.elsitioporcino.com/articles/2558/tacnicas-para-entrenar-verracos-para-la-coleccian-de-semen/> (1 de abril de 2019).

FAO. (2015): Aspectos importantes para el uso de la inseminación artificial, centros de procesamiento de semen porcino (CPSP), Instituto de investigaciones porcinas, la Habana. pp 1-2.

FAO. (2015): Inseminación artificial porcina: ventajas y desventajas, centros de procesamiento de semen porcino (CPSP), Instituto de investigaciones porcinas, la Habana. pp 1-2.

Fuentes Cintra Maritza, Pérez García Liumar, Suárez Hernández Yolanda, Soca Pérez Maylín. (2006). Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria,1(VII). pp 1-36.

Gil MA, Cuello C, Parrilla I. (2009): Fisiología del tracto genital de la cerda y el verraco, Anaporc, (55), pp 24-31.

Gil Pascual Javier. (2007): Inseminación artificial porcina: preparación de dosis seminales. MG Mundo Ganadero 18(196). pp 87-88.

González Martínez Kevin. (2017): Cómo detectar el celo de las cerdas? <https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/como-detectar-el-celo-de-las-cerdas/> (18 de abril de 2019).

González Martínez Kevin. (2018): Gestación de la cerda
[https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/gestacion-de-la-](https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/gestacion-de-la-cerda/#diagnostico-de-la-gestacion-de-la-cerda)

[cerda/#diagnostico-de-la-gestacion-de-la-cerda](https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/gestacion-de-la-cerda/#diagnostico-de-la-gestacion-de-la-cerda) (10 de abril de 2019).

González Martínez Kevin. (2018): Inseminación artificial de la cerda

<https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/kinseminacion-artificial-cerdos/>

(1 abril de 2019).

Jiménez Escobar Claudia. (2017): Fisiología del ciclo estral de la cerda

<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Sipu/Materiales.jsp?op=search> (24 septiembre de

2019).

Jourquin Jacques, Engl Silke, Boutet Michel. (2010): introducción de celo en

las cerdas adultas y jóvenes sexualmente maduras mediante un nuevo análogo

de la gonadorelina. *Avances en tecnología porcina* 7 (70). pp 42-44

Knox Robert. (2017) Concejo practico para inducir el celo en nulíparas y cerdas

[https://www.3tres3.com/articulos/consejos-practicos-para-inducir-el-celo-en-](https://www.3tres3.com/articulos/consejos-practicos-para-inducir-el-celo-en-nuliparas-y-cerdas_38110/)

[nuliparas-y-cerdas_38110/](https://www.3tres3.com/articulos/consejos-practicos-para-inducir-el-celo-en-nuliparas-y-cerdas_38110/) (8 abril de 2019).

Kubus. (2014): Manual de inseminación artificial porcina 3ª ed., Kubus, España.

pp 5-10, 22-25, 153-163.

Le Coz Philippe. (2007): La dilución y conservación de semen

[https://www.3tres3.com/articulos/la-dilucion-y-la-conservacion-del-](https://www.3tres3.com/articulos/la-dilucion-y-la-conservacion-del-semen_4032/)

[semen_4032/](https://www.3tres3.com/articulos/la-dilucion-y-la-conservacion-del-semen_4032/) (23 de agosto de 2019).

Leguizamó Alejandro. (2019): El invierno, un punto inminente en que se

conjugan el frío y el estrés en los porcinos

<https://bmeditores.mx/porcicultura/articulos/manejo-del-cerdo/manejo-del-pie-de-cria/invierno-un-punto-inminente-donde-se-conjugan-el-frio-y-el-estres-en-los-porcinos-2124> (23 de agosto de 2019).

López Javier. (2019): Ciclo estral en la cerda
<https://www.reproduccionveterinaria.com/fisiologia-y-anatomia-obstetrica/fisiologia-obstetrica2/ciclo-estral/ciclo-estral-en-la-cerda/> (7 de abril de 2019).

MERCOSUR.com. (2018): Inseminación artificial en cerdas
<https://blog.mercosur.com/inseminacion-artificial-en-cerdas/> (11 de abril de 2019).

Monge Calvo Jorge Danilo. (2005): reproducción porcina 1ª Edición. Editorial EUNED. Costa rica. pp 9-22, 60-63.

Parodi Víctor. (2013): como entrenar a un reproductor macho para la inseminación artificial???? Argentina.
<https://www.engormix.com/porcicultura/foros/como-entrenar-reproductor-macho-t17270/> (25 de agosto de 2019).

Quiles Sotillo Alberto José y Hevia Méndez María Luisa. (2008): Bioseguridad en los centros de inseminación artificial porcina. Departamento de producción animal. Facultad de medicina veterinaria. Universidad de Murcia. N°241. pp 22-35.

Quiles Sotillo Alberto José y Hevia Méndez María Luisa. (2009): Detección de celo y momento de la inseminación artificial en cerdas. Departamento de

producción animal. Facultad de medicina veterinaria. Universidad de Murcia. 24(251). pp 76-89.

Quiles Sotillo Alberto José y Hevia Méndez María Luisa. (2012): Control del ciclo sexual, celo y ovulación de la cerda. Departamento de producción Animal. Facultad de medicina veterinaria. Universidad de Murcia. 27(272). pp 46-74.

Quintero Moreno Armando Arturo. (2016): Aspectos clave en la cría del verraco. Unidad de investigación en producción Animal (UNIPA). Venezuela. <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/13262/aspectos-clave-en-la-cria-del-verraco.html> (31 de agosto 2019).

Rodríguez Hernández Erick. (2016): Inseminación artificial en porcinos. Tesis de licenciatura, División Regional de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila.

Sánchez Hernández Mónica, Trujillo Ortega, Mota Rojas Daniel, Roldan Patricia, Martínez Roberto, Orozco Gregorio. (2018): elaboración de dosis de semen porcino. Control de calidad <https://bmeditores.mx/porcicultura/articulos/reproduccion-del-cerdo/inseminacion-artificial/elaboracion-de-dosis-de-semen-porcino-control-de-calidad-1802> (8 mayo de 2019).

Torrentes Midence Ramón Andrés, Torres Quiroz Kairo Rafael, Vanegas Deleana, López Flores Julio, Guevara Moya Luis. (2013): Manual de inseminación artificial porcina. Universidad Nacional Agraria, Facultad de ciencia animal. Managua, Nicaragua.

Ubeda Echarte Juan Luis, Ausejo Raquel, Dahmani Yahya, Malo Ladrero Clara María, Falceto Recio María Victoria. (2013): Gestión de la cerda reproductora. 1ª Parte. Preparación de la reposición para la producción y detección de celos. Suis (99). ISSN: 1699-7867. pp 34-39.

UNNE. (2012): La hembra porcina <https://ppryc.files.wordpress.com/2012/06/revisión-de-cerdos.pdf> (8 abril de 2019).

Vinicio Rivera Cisneros. (2012): Inseminación artificial en cerdas. Memoria técnica, FCP, escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 3-15.

Walters Rex. (2015): Heredabilidad https://www.3tres3.com/articulos/heredabilidad_35196/ (8 de abril 2019).

Bibliografía de figuras

- 1) **Monge Calvo Jorge Danilo.** (2005): reproducción porcina 1ª Edición. Editorial EUNED. Costa rica. pp 9-22, 60-63.
- 2) **Farmingmachine.fr.** (2019): Características de los establos de cerdos <http://www.farmingmachine.fr/4-12-5-pig-finishing-unit.html> (23 de septiembre de 2019).
- 3) **Dyce Kenth Macfarlane, Sack Wensing O, Wensing CJG.** (2015): Anatomía Veterinaria 4ª Edición, Editorial Manual Moderno, México. PP 459-471.
- 4) **3tres3.** (2019): Potro de inseminación con placa de suelo https://www.3tres3.com/tienda/recogida-de-semen_524/potro-inseminacion-con-mecanica-abatible-y-placa-de-suelo_506/ (7 jun 2019).
- 5) **Gordon Ian R.** (2004): Reproductive technologies in farm animals. University College Dublin CABI, Ireland. pp 5.
- 6) **Fuentes Agustín.** (2019): ¿Cómo podemos realizar la recolección de semen en nuestros verracos? <https://razasporcinas.com/como-podemos-realizar-la-recoleccion-de-semen-en-nuestros-verracos/> (1 Jun 2019).
- 7) **Bimos Camarena.** (2019): Productos desinfectantes para la silla del laboratorio <https://www.bimos.com/B/es-es/noticias/2825/productos-desinfectantes-para-la-limpieza-de-la-silla-de-laboratorio> (5 Jun 2019).

- 8) **Yaimi Robert.** (2015): Ciencia y producción: binomio necesario (+fotos)
<http://www.granma.cu/cuba/2015-03-31/ciencia-y-produccion-binomio-necesario-fotos> (1 Jun 2019).
- 9) **Megapor.** (2019): Diluyentes
<https://www.magapor.com/productos/diluyentes/> (2 Jun 2019).
- 10) **Secundino John.** (2015): Crece la colección, procesamiento y utilización de semen porcino fresco en los proyectos porcinos: 2
<http://www.elsitioporcino.com/articles/2620/crece-la-coleccian-procesamiento-y-utilizacian-de-semen-porcino-fresco-en-los-proyectos-porcinos-2/> (6 Jun 2019).
- 11) **Videos de producción animal.** (2016): Manejo de la cerda de remplazo
<https://www.youtube.com/watch?v=MI6DA1fHSJQ> (1 Jun 2019).
- 12) **Quintero Miguel Angel.** (2016): Aspectos clave en la cría del verraco
<https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/13262/aspectos-clave-en-la-cria-del-verraco.html> (3 Jun 2019).
- 13) **Thepigsite.cn.** (2012): Control efectivo del estro
<http://www.thepigsite.cn/articles/2306/you-xiao-de-fa-qing-jian-cha/> (3 Jun 2019).
- 14) **3tres3.** (2003): Inseminación transcervical
https://www.3tres3.com/articulos/inseminacion-transcervical_547/ (11 Jun 2019).

BIBLIOGRAFIA DE CUADROS

1. **Igropar.** (2019): Guantes de vinilo s/polvo azul. <http://igropar.com/guantes/22-guantes-vinilo-s-polvo-azul.html> (2 octubre de 2019).
2. **USDA-APHIS.** (2011): Modulo 10 equipo de protección personal para veterinarios. Center for Food Security and Public Health. Iowa State University of Science and Technology. pp 1-6.
3. **Hagalo.** (2019): bota hule industrial No° 29 No° 17915. <https://hagalo.mx/Juarez/SantiagoTroncoso/herramientas-y-automotriz/8241-bota-hule-industrial-no-29-no-17915-7501892839677.html> (2 octubre de 2019).
4. **Veteris.** (2019): Cubrebocas SMS. <https://www.veteris.mx/products/cubre-bocas> (2 de octubre de 2019).
5. **MGProtect.** (2019): Cofia plisada. <https://mgprotections.com/producto/cofia-plisada/> (2 de octubre de 2019).
6. **Pilotscenter.** (2019): Zapatos para piloto de Oleg Antonov. <https://www.pilotscenter.com/es/zapatos-para-hombre/zapatos-para-piloto-oleg-antonov.html> (2 de octubre de 2019).
7. **Quercus.** (2019): Pipeta pasteur cuentagotas 3ml. <https://quercuslab.es/pipetas-pasteur/616-pipeta-pasteur-3-ml.html> (2 de octubre de 2019).

8. **Bescience.** (2019): 25X75 Portaobjetos caja con 50 laminillas Corning.
<https://www.bescience.com/products/25x75-portaobjetos-diam-1-caja-con-50-laminillas> (2 de octubre de 2019).
9. **Bescience.** (2019): 24X50 cubre objetos 1 caja con 50 laminillas Corning.
<https://www.bescience.com/products/24x50-cubreobjetos-100-1-caja-con-100-laminillas> (2 de octubre de 2019).
10. **Zeigen.** (2019): Microscopio binocular con óptica plan acromática al infinito.
<https://www.zeigenmx.com/microscopio-binocular-con-optica-plan-acromatica-al-infinito-34800-26800> (2 de octubre de 2019).
11. **Desego.** (2019): Baño maría digital BK-49D.
<https://desego.com/producto/bano-maria-digital-bk-49d/> (2 de octubre de 2019).
12. **Secundino John.** (2015): Crece la colección, procesamiento y utilización de semen porcino fresco en los proyectos porcinos: 2
<http://www.elsitioporcino.com/articles/2620/crece-la-coleccian-procesamiento-y-utilizacian-de-semen-porcino-fresco-en-los-proyectos-porcinos-2/> (2 de octubre de 2019).
13. **Megapor.** (2019): Diluyentes
<https://www.magapor.com/productos/diluyentes/> (2 de octubre de 2019).

Las cosas mas importantes de conclusion

Sugerencias información coloquial revistas científicas de alto impacto difusión de información