



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CERDAS”

MEMORIA TÉCNICA

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

MARCO VINICIO RIVERA CISNEROS

TRIBUNAL:

DIRECTOR: Ing. M. C. Benito Guillermo Mendoza Donoso.

ASESOR: Ing. M.C. Guillermo Fernando Villa Samaniego.

Riobamba – Ecuador

2012

Esta memoria técnica fue aprobada por el siguiente Tribunal

Dr. M.C. Georgina Hipatia Moreno Andrade.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Benito Guillermo Mendoza Donoso.

DIRECTOR

Ing. M.C. Guillermo Fernando Villa Samaniego

ASESOR

Riobamba, 16 de Abril del 2012.

AGRADECIMIENTO

Bendito seas mi fiel Amigo, Compañero y Protector Divino Niño Jesús, que tantas veces acudí a ti en esta camino estrecho y espinoso de una de las facetas de mi vida en busca de la superación, ahora se ve plasmado todo un esfuerzo de tantos años que no hubiesen sido posibles si no con tu bendición. Gracias mi Señor y como siempre al final de mis oraciones... ¡SI YO ME OLVIDO DE TI TU NUNCA TE OLVIDES DE MI... ¡. A mis padres...papito Cesar Rivera Coronel por siempre preocuparse de que no me falte absolutamente nada, sin su ayuda hubiese sido casi imposible terminar con este propósito. Que la madre celestial lo proteja con su manto y nos permita vivir muchos años más haciendo uso de un trabajo conjunto. Mamita Alicia Cisneros Mancheno desde antes de nacer sabía que nunca me iba a dejar solo y siempre confiaría en mi a pesar de las adversidades... aún recuerdo la primera mañana para ir a la escuela y en especial la inaugural lonchera con un pan y queso acompañado de un vaso de jugo de naranja lo que más me impresiona que con el pasar de los años nunca he podido olvidar esa imagen que ha sido la que ha aislado la pereza de mi lado y que impulsa luchar cada día por un propósito ¡SER MEJOR¡... Dios la bendiga madre mía. A mis hermanas Gissela y Mariela y a mi hermano Julio, porque aunque pareciera que este logro es solo mío pues no es verdad; es nuestro así que todos somos triunfadores es este escenario. A mi amada esposa Blanca Cruz Ordoñez y a mi pequeña princesa Scarlett Ashley Rivera Cruz; por haber llegado a mi vida y darme el más grande de los títulos, esposo y padre dos cosas que hacen que confirme que la felicidad esta en los seres que más amo. A mi tío Wilson Cisneros Mancheno, que fue padre, madre, hermano, doctor, chet, pero sobre todo amigo cuando más lo necesite. Gracias tío Wilson este título es nuestro. A mis amigos Víctor Mora Caguana, me conociste cuando aún era un niño y tú ya un largo camino habías recorrido pero aun así siempre me hiciste sentir el más grande de tus amigos como tú lo eres para mí; la palabra amigo es un placer decírtela a ti. David López Ojeda que compartimos momentos de dichas y problemas en la búsqueda de un mismo ideal ser Ingenieros, al sentirte junto a mí el camino se hizo más placentero amigo mío y solo le pido a Dios que él nos permita seguir con el pasar del tiempo compartiendo nuestras ocurrencias mi querido Gatito.

MARGO.

DEDICATORIA

Dedicado a todas aquellas personas que hicieron posible este logro, hombres y mujeres de bien que todavía pueden compartir esta felicidad con un cuerpo físico, así como ofrendado aquellas almas que desde el cielo estarán radiantes porque se involucraron en la búsqueda de un porvenir dichoso y que pusieron su esperanza y sus deseos en mí, hablo de mi querida y siempre recordada Tía Elsita Rivera que dejó en mi un legado de enseñanzas sobre todo de fortaleza y lucha; como olvidar que fue quien me obsequio mis primeros lápices para ir a la escuela, mi Tío Eladio Rivera que siempre me inculco el amor por el campo y tuteló con su ejemplo recuerdo siempre cuando mencionó que el hombre trabajador siempre lleva sus botas puestas indicándome como ejemplo siendo yo apenas un chiquillo, a mi negrita Patricia Valencia que estoy seguro que desde donde estés dirás felicidades Primito. Y así a quienes me vieron, estimaron y auguraron buenos deseos.

MARGO.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Gráficos	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
A. HISTORIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA	3
B. ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA NACIONAL	3
C. INSEMINACION ARTIFICIAL	5
1. Técnicas de inseminación porcina	6
a. Técnica de inseminación cervical	6
b. Técnica de Inseminación post cervical	6
(1). La Inseminación Post Cervical aporta grandes beneficios:	9
c. Técnica de inseminación intrauterina profunda	10
D. ELECCIÓN DE LAS CERDAS	11
E. PRÁCTICA DE LA INSEMINACIÓN	12
1. Proceso de Inseminación	12
a. Medios necesarios para inseminación artificial porcina	12
(1). Catéter	12
(2). Frasco y tapón para I.A.	12
2. Catéteres para la inseminación en cerdas	12
3. Preparación de la cerda para la inseminación artificial	14
4. El mejor momento para inseminar a una cerda	15
5. Capacitación espermática	16
6. Doble inseminación	17
F. GOBIERNO DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL VERRACO	18
1. Reflejos de apareamiento	18
2. Requisitos técnicos para la producción de esperma	21
G. RECOLECCIÓN DEL SEMEN Y SU PROCESAMIENTO	21
1. Sistema de recogida	21
2. Recolección de semen	22
a. Potro fijo.	22

3. Características de diluyentes de semen	22
4. Técnica de recolección	23
a. Material para la recogida	23
5. Preparación del verraco	23
6. La técnica de recolección manual	24
7. Desarrollo de la recogida	25
8. Consejos para conseguir una recolección óptima	25
9. Posibles problemas y soluciones	26
10. El aprendizaje de los verracos jóvenes	26
H. PRÁCTICA DE CONTROL DEL CELO	27
1. Retorno al calor	29
2. Determinación del momento de inseminación en cerdas	30
I. ORGANIZACIÓN DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	31
J. CLASES DE INSEMINACIONES	31
1. Inseminación a distancia	31
a. Ventajas	32
b. Desventajas	32
2. Inseminación por reparto	32
a. Ventajas	32
b. Desventajas	32
3. Inseminación local	33
a. Ventajas	33
b. Desventajas	33
K. REGISTRO DE CONTROL	34
L. PROCEDIMIENTOS BIOTÉCNICOS PARA REGULAR EL PROCESO REPRODUCTOR EN LAS CERDAS	35
1. Métodos hormonales de sincronización	36
2. Hormonas más utilizadas	36
a. Progestágenos	36
b. Prostaglandinas	37
c. Gonadotropinas. PMSG	37
d. Inducción a celo en cerdas púberes.	37
M. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	37
1. Ventajas	37

a. Zootécnicas	37
b. Sanitarias	38
c. De manejo	38
d. Económicas	38
2. Desventajas	38
N. NUEVA TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CERDAS	39
III. DISCUSIÓN	41
A. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN DEL SEMEN EN EL PORCENTAJE DE PARTOS	41
1. Factores que influyen en el porcentaje de partos	41
2. Ventajas del uso del semen congelado	42
3. Efecto de la temperatura del semen sobre la respuesta reproductiva de cerdas	42
4. Transporte de dosis seminales refrigeradas	43
B. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN PORCINOS SEGÚN EL PUNTO DE DEPOSICIÓN DE LA DOSIS SEMINAL	45
1. Inseminación Cervical ó Standard. (SAI)	45
2. Inseminación Post Cervical. (PCAI)	46
3. Inseminación Intrauterina Profunda. (DUI)	46
4. Estudio comparado de diferentes sistemas de aplicación de semen porcino.	47
C. RESULTADOS	48
1. Intervalo destete - cubrición.	48
2. Fertilidad calculada.	48
3. Fertilidad histórica.	49
4. Partos realizados.	49
5. Nacidos totales.	49
6. Valoración económica	50
7. Mano de obra.	50
8. Costo del semen.	50
9. Material de inseminación.	50
10. Total de gasto por cerda.	50
IV. CONCLUSIONES	52
V. RECOMENDACIONES	53

RESUMEN

El procedimiento de la inseminación de una cerda, aunque demora poco es un procedimiento que se debe hacer con cautela y por manos de una persona que tenga experiencia tanto para determinar celos una parte fundamental de la inseminación y para realizarla de una manera correcta, además, hay que tener en cuenta la calidad del semen antes de utilizarlo ya que el transporte, dilución, temperatura de almacenamiento, las fluctuaciones de temperatura y el tiempo transcurrido desde la colección, puede afectar su vida útil, motilidad y viabilidad. En el presente artículo se presenta un enfoque detallado de la Inseminación Artificial en cerdas útil para granjas de diferente nivel tecnológico y además se describen algunos temas de gran importancia y de mayor trascendencia. Se habla de contenidos como las técnicas de inseminación artificial en cerdas, proceso de inseminación, organización de la técnica de inseminación artificial, procesos biotécnicos para regular el proceso reproductor en la cerda, elección de las cerdas, el comportamiento sexual del verraco, el celo, registros de inseminaciones, la creación de un centro de inseminación artificial, en fin detalles que cualquier ser humano que desee inmiscuirse en el mundo de la inseminación artificial en cerdas al leer este documento lo podrá entender con mucha facilidad. Se concluye que con la inseminación artificial de cerdas en las granjas, se logra que el nivel tecnológico de manejo sea bastante llamativo; al establecer eficiencia en el manejo reproductivo y el tema sanitario prevalezca. Por lo que este escrito tiene como intención dar un aporte técnico de fácil entendimiento a la sociedad.

ABSTRACT

The procedure of the insemination of the a sow, although little delay is a procedure that should be made with caution and by people that have a lot of experience to determine jealousies a fundamental part of the insemination and to carry out in a correct way, also, it is necessary to keep in mind the quality of the semen before using it since the transport, dilution, storage temperature, the fluctuations of temperature and the time lapsed from the collection, they can affect its useful life, motility and viability. This article presents and detailed focus of the Artificial insemination in useful sows for farms of different technological level and some topics of great importance are also described and of more importance. It is spoken of contents as the artificial insemination techniques in sows, inseminations process, organization of the artificial insemination techniques, biotecnic processes to regulate the reproductive process in the sow, election of the sows, the sexual behavior of the hog, the zeal, registrations of inseminations, the creation of an artificial insemination center, in short particulars that any human being that wants to interfere in the world of the artificial insemination in sows when reading this document the understanding will be very easy. It is concluded that with the artificial insemination of sows in the farms, it is achieved that the technological level of handling is quite attractive; when establishing efficiency in the reproductive handling and the sanitary topic prevails. It is because this writing has an intention to give a technical contribution of easy understanding to the society.

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Catéter en espiral (Spirette).	13
2. Catéter tipo champiñón (Foamtip).	13

I. INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial en la cerda, la introducción de semen potencialmente fértil en el aparato genital femenino en ausencia de copula, es una técnica que se ha popularizado con el transcurrir del tiempo, y cada día que pasa se utiliza con mayor frecuencia. La inseminación artificial permite el avance genético en las granjas a un costo potencialmente menor que la monta natural. La inseminación artificial es la técnica individual más importante creada para el mejoramiento génico de los animales. Esto es posible debido a que unos pocos machos altamente seleccionados producen suficientes espermatozoides para inseminar miles de hembras al año, mientras que cada hembra seleccionada puede producir relativamente poca progenie, incluso mediante transferencia de embriones.

Al igual que todos los sectores de producción animal, la industria porcina, busca continuamente métodos para incrementar el mejoramiento genético, especialmente del comportamiento de algunos de los rasgos de importancia económica, es así que gracias a los enormes adelantos logrados en la cría de la especie porcina, sobre todo en el aspecto reproductivo se ha logrado obtener mayor cantidad de carne para el consumo humano. Por otra parte la inseminación artificial forma hoy en día una parte integral de la rutina de trabajo en todo tipo de explotaciones porcinas, desde granjas núcleo hasta granjas comerciales.

El incremento en el uso de la inseminación artificial se debe a diferentes factores como el hecho de que contribuye al mejoramiento genético por medio del uso de sementales de calidad comprobada, y que los parámetros reproductivos obtenidos son comparables e incluso superiores a aquellos obtenidos en monta natural. (Zúñiga, C. 2008). La aplicación de la inseminación artificial se justifica por ser la herramienta fundamental en la mejora genética. Sin embargo para lograr efectos ponderados de beneficio, es preciso de disponer lotes de cerdas que entren en celo de manera simultánea, a fin de aprovechar el material genético que dispone para un proceso de reproducción consecuente. Para ello se hace imprescindible sincronizar la presentación del celo utilizando productos biológicos garantizados. A su vez la utilización de hormonas sintéticas permite mejorar los parámetros reproductivos, como también, se puede realizar la inseminación con un alto

porcentaje de efectividad, lo que permitirá obtener nacimientos simultáneos que favorezca la planificación adecuada de la explotación porcina.

La inseminación artificial ha sido una de la tecnologías más utilizadas en las explotaciones animales; en los últimos años ha venido incrementando su uso, llegando a un 80% de utilización en la reproducción animal de los países desarrollados, los cuales tienen como objetivo el ser competitivos, incrementando el número de animales por camada, y mejorando la genética de los animales. La reproducción en las explotaciones porcinas es un factor determinante para el éxito productivo de la granja, ya que de esta depende gran parte de la rentabilidad de la producción, la cual, asociada con una alta genética, se va a ver reflejada en un producto de excelente calidad para el mercado. Por esto, investigadores a nivel mundial, han encaminado sus estudios a la búsqueda de aspectos que indiquen los factores que inciden en la reproducción porcina y con base en esto, mejorar la práctica de inseminación artificial.

Durante mucho tiempo se han hecho estudios que buscan disminuir el número de espermatozoides por dosis con la aplicación de la inseminación artificial convencional, que comienza aproximadamente con una concentración de 5–10 x 10⁹ espermatozoides en 50 – 200ml de esperma, hasta 3 x 10⁹ espermatozoides en 80 – 100ml de esperma, esto obteniendo los mismos parámetros reproductivos de fertilidad que con monta natural. (Toalombo, P. 2007).

En función de los intereses se plantearon los siguientes objetivos:

- Dar a conocer las técnicas de la inseminación en cerdas.
- Organizar el proceso de inseminación artificial.
- Indicar procedimientos biotécnicas para regular el proceso reproductor en las cerdas.

II. REVISION DE LITERATURA

A. HISTORIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA

El desarrollo de la inseminación artificial en cerdas ha tenido grandes avances a lo largo de la historia, la cual comenzó en Rusia en el inicio del siglo XX y se fue difundiendo a otros países. Entre los años 1956 – 1966 se empieza a usar la inseminación artificial en cerdas tras el desarrollo del catéter en forma de espiral por Melrose y Cameron. La introducción de la inseminación artificial en las explotaciones porcinas cobra importancia en 1991 año en el que aparece la evaluación de la calidad del semen y el estudio del mejoramiento de la actividad de la IA desarrollando nuevos métodos, sistemas tales como la recolección y preparación de las dosis de semen y mejorando los protocolos de inseminación en condiciones comerciales. (Huertas, P. 1991). En la actualidad la inseminación artificial es una técnica que ha intensificado su uso principalmente en países con alto desarrollo tecnológico (Holanda, Francia, Alemania, España, Noruega Y Finlandia), en los cuales más del 80% de las cerdas son inseminadas artificialmente la industria porcina se ha empeñado en los últimos años en buscar la manera de optimizar la IA para hacer un uso más eficiente del semen y de esta manera utilizar machos de alto valor genético sin estar pendiente de las montas que realiza.

La inseminación artificial es una técnica que ha tenido un gran desarrollo por la serie de ventajas que le suministra a la explotación porcina y al productor. El Principal Objetivo de la IA es el mejoramiento genético ya que es un Método Reproductivo de bajo costo comparado con el servicio natural y de otros métodos de reproducción, pues permite usar semen de verracos realmente mejoradores a bajo costo.

B. ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA NACIONAL

En el Ecuador, aproximadamente el 80% de las explotaciones son de tipo casero y/o campesino, donde los productores que poseen 1 a 4 cerdas de cría. El 50% de estas unidades no disponen de reproductor, generalmente un cerdo criollo, es

rentado o el productor entrega de 1 a 2 crías por la monta efectiva. El cerdo, considerado como "la alcancía del pobre" entre los pequeños productores, es una forma de ayuda, pues el valor de las ventas representa menos del 10% de los ingresos totales de la UPA, cuya producción dirigida al autoconsumo, contribuye con un 25% de la producción nacional de carnes y el 30% de las grasas comestibles.

La producción porcina nacional intensiva / industrial, se encuentra distribuida en pocas empresas agroindustriales de integración horizontal, formando oligopolios que, en su mayoría, producen en ciclo completo con 1 200 a 8 000 madres, incluyendo la elaboración de alimentos balanceados, producción e industrialización de los cerdos, siendo las más importantes: PRONACA (CHANACA de aproximadamente 6.000 madres), el grupo GRANPORSA (PLUMBROSE + Balanceados Nutril de aproximadamente 3.000 madres), y ECARNI S.A. (Don Diego de aproximadamente 1.200 madres).

Existen los siguientes canales de venta: uno es el de venta de lechones para reproducción (pies de cría de 56 días de edad), 20% de la producción, lechones para crecimiento y finalización 75% y lechones para sacrificio y consumo 5% de la producción, vendidos en los supermercados. No existen empresas dedicadas a producir genética de calidad. Otro segmento, es la entrega de cerdos finalizados de 90 kg de peso y seis meses de edad. También se venden las cerdas improductivas como descartes.

Existen granjas porcinas más pequeñas, con producción a base de 20 a 70 madres, cuyo producto (cerdo de 95 kg en pie, en su mayoría lo entregan a los intermediarios y/o a empresas faenadoras de la cadena de supermercados, la que previamente les ha asignado un cupo para 200 cerdos por mes. Debe indicarse que existe la asignación de cupos permanentemente por parte de esta organización.

La mayor competencia está dada por los cerdos generalmente criollos, producidos de manera tradicional, en forma económica, pero en condiciones deficientes de alimentación y sanidad. Sistema de producción que abarca alrededor del 80% de

la producción porcina nacional.

El consumo de carne de cerdo es, de 8.3 kg por habitante por año KRT/FAO (1999), en comparación con el promedio mundial de 13.6 kg. El consumidor exige carne porcina magra de mejor calidad. El consumo de carne porcina se da como carne fresca expendida en tercenos y supermercados e indirectamente, en forma de hornado, fritada y otros, servidos en puestos de ventas y restaurantes populares. No hay costumbre de consumo de embutidos ni conservas.

Los consumidores finales son personas de todos los estratos sociales, hombres y mujeres en edades comprendidas entre los 5 y 76 años, que aproximadamente constituyen más o menos 70% de la población ecuatoriana, cerca de nueve millones de habitantes. La demanda final se considera un total de 24,9 millones de kg/año, por lo que la necesidad es de 2 241 000 de cerdos por año. La producción porcina en los tres últimos años más bien ha decrecido, lo que incrementa la demanda insatisfecha, año tras año.

Según <http://repositorio.uasb.edu.ec>. (2011), la población porcina nacional que solamente alcanzó 1 527 011 cerdos (INEC, 2000), ha decrecido debido a las importaciones y al contrabando que ha desmotivado la producción porcina nacional, desde el 2001. Si se toma en cuenta que el crecimiento de la población ecuatoriana se ha estimado en un 2,8 % anual, la brecha entre oferta y demanda se incrementa cada año a una tasa aproximada del 2%. Existe, por tanto, una importante demanda insatisfecha de carne porcina que está siendo llenada por las importaciones legales y clandestinas.

C. INSEMINACION ARTIFICIAL

El procedimiento de la inseminación de una cerda, aunque demora poco es un procedimiento que se debe hacer con cautela y por manos de una persona que tenga experiencia tanto para determinar celos una parte fundamental de la inseminación y para realizarla de una manera correcta, además, hay que tener en cuenta la calidad del semen antes de utilizarlo ya que el transporte, dilución, temperatura de almacenamiento, las fluctuaciones de temperatura y el tiempo

transcurrido desde la colección, pueden afectar su vida útil, motilidad y viabilidad.

1. Técnicas de inseminación porcina

a. Técnica de inseminación cervical

La inseminación artificial cervical en cerdas consiste en depositar, en el primer tercio del cérvix, una dosis de semen fresco con un volumen que puede ir de 80 a 100 ml y con una concentración de 2.5 a 5 mil millones de espermatozoides para esperar resultados aceptables de fertilidad y prolificidad. El objetivo primordial es que llegue la cantidad adecuada de espermatozoides viables a la unión uterotubal, de tal forma que se establezca un reservorio en el istmo del oviducto, para que la concepción se garantice.

La realización de la técnica implica el lavado y secado de los labios vulvares. Posteriormente, se inserta el catéter al envase que contiene el semen, ya sea botella, bolsa o tubo y se sujetan los labios vulvares, de tal forma que permitan la introducción del catéter para que éste se deslice por la mucosa de la vagina y el cérvix, y sin que toque la piel de los labios. Debe asegurarse que el catéter quede conectado correctamente en los anillos del primer tercio del cérvix para depositar la dosis de semen, presionando ligeramente el envase que lo contiene y colocando en posición casi vertical el catéter para ayudar por gravedad al paso del semen. Una vez terminado el depósito de semen, se retira cuidadosamente el catéter.

b. Técnica de Inseminación post cervical

En la I.A. tradicional, normalmente se utiliza una concentración de espermatozoides por dosis de 3×10^9 , realizando de dos a tres inseminaciones por ciclo estral de cada cerda. Si bien se colocan miles de millones de espermatozoides en el cuello del útero, sólo algunos cientos llegan al lugar de fertilización (la unión útero-tubárica). El volumen de la dosis seminal también es importante a la hora de asegurar el éxito reproductivo. Se ha demostrado que con la técnica tradicional de I.A. es necesario un volumen de 80-100 ml de semen

para que logre alcanzar los cuernos uterinos y la unión útero-tubárica. Durante el transporte del semen por los cuernos uterinos, las contracciones juegan un papel muy importante, ya que permiten que se pueda encontrar semen en los oviductos entre los 15 minutos a 2 horas luego del servicio. Si las contracciones ascendentes no son suficientes, se produce una gran pérdida de material seminal, por los reflujos durante y después de la inseminación artificial. Si bien son variadas las causas de la aparición de reflujo, juega un papel muy importante la habilidad del técnico y la paciencia con que realiza la I.A. Tanto el volumen como la cantidad de espermatozoides que se pierden por reflujo pueden variar. Sin embargo, a la hora de implementar la técnica de I.A post-cervical, habría que tener en consideración:

- La preparación del personal para el uso de la cánula post-cervical.
- Los cuidados con la introducción de la cánula en las cerdas.
- Convendría no utilizar nulíparas y cerdas de primer parto.
- Hay que trabajar con mucha asepsia, considerando que la cánula se introduce directamente en el cuerpo del útero.

A continuación se describe paso a paso la técnica de inseminación artificial post cervical con masaje cervical y sus ventajas con respecto a la técnica de inseminación convencional. Una vez que se ha diagnosticado el celo (reflejo absoluto de inmovilidad), y que se han esperado las horas necesarias, según el momento de aparición del celo, se aplica la técnica de la manera siguiente:

- Se limpia cuidadosamente la vulva de la cerda.
- Se saca el conjunto catéter guía – cánula de su envase estéril.
- Se ponen al menos 2 ml de gel lubricante bactericida no espermicida por el exterior de la punta del catéter.
- Se coloca el conjunto de forma convencional hasta que la punta del catéter queda fijado en el cuello uterino.

- Sujetando el catéter con una mano, con la otra se empuja enérgicamente de 1 a 2 cm. la cánula hasta abrir el tapón del catéter.
- El catéter guía dispone de un tapón que ocluye su orificio de salida y que impide que la cánula se contamine durante el proceso de introducción por la vagina.
- Se gira la cánula hasta que su marca roja está frente a nuestros ojos.
- La cánula dispone de una línea roja que recorre toda su longitud y que nos indica la posición de los orificios de salida de la cabeza de la cánula.
- Hay que esperar de uno a dos minutos antes de iniciar la introducción de la cánula.
- Con suaves pero firmes movimientos de presión, se hace avanzar la cánula entre los diferentes pliegues cervicales hasta alcanzar el cuerpo del útero. A partir de este momento, la cánula progresa sin dificultad. Una vez atravesado el último anillo, se introduce la cánula un máximo de tres centímetros, para garantizar que la inseminación se realice en el cuerpo del útero.
- Una vez terminada la introducción de la cánula hasta el cuerpo del útero, se coloca la dosis seminal al extremo caudal de la cánula, y se insemina por presión usando las dosis a la temperatura de conservación (15 – 17 °C).
- Se puede utilizar una dosis convencional para tres cerdas o una mini dosis de 30 ml y 1000 millones de espermatozoides útiles.
- También se puede inseminar con dosis de 15 ml y 500 millones de espermatozoides útiles. En este caso, después de la introducción de la dosis, hay que aumentar el volumen aplicando unos 15 ml. de diluyente para semen a temperatura de conservación (15 – 17 °C).
- Al estar situados los orificios de salida en el eje transversal con respecto a la marca roja de la cánula, el material seminal sale en la dirección de los cuernos

uterinos, lo que facilita su absorción.

- Terminada la aplicación de la dosis seminal se extrae la cánula unos 25 cm. y con el catéter, que aún está fijado en el cérvix, se realiza durante 5 ó 10 segundos el masaje cervical mediante amplios movimientos circulares.
- Terminado el masaje cervical se extrae inmediatamente el conjunto catéter cánula, de forma convencional.

(1). La Inseminación Post Cervical aporta grandes beneficios:

- Reducción del volumen de la dosis, 15 – 30 ml vs. 80 – 100 ml usados en la técnica convencional.
- Reducción del número total de espermatozoides por dosis, 500 – 1000 millones vs. 3.000 millones usados en la técnica convencional.
- Mas dosis por eyaculado.
- Reducción del tiempo de trabajo en el C.I.A.
- Reducción del número de verracos y de las instalaciones necesarias.
- Reducción del coste de compra y mantenimiento de los machos.
- Mayor aprovechamiento de los verracos genéticamente superiores.
- Aumento del número de lechones hijos de los mejores verracos.
- Mejora en la uniformidad de los lotes.
- Mejora en el índice de transformación.
- Mejora de la velocidad de crecimiento.
- Reducción del coste de producción del Kg. de carne.
- Reducción del volumen necesario para el transporte y conservación de las dosis seminales.
- Reducción del tiempo necesario para la inseminación.
- Cuanto mayor es el tamaño de la explotación, mayor reducción en el tiempo de trabajo (más de un 50 %).
- Mejora en la calidad de trabajo del operador.
- En las explotaciones grandes, se dedica mucho tiempo a la inseminación, y cuando el ritmo de absorción del semen no es que el operario desea el trabajo

se hace tedioso y desesperante. Utilizando la Técnica de Inseminación Post Cervical el operario no tiene tiempos muertos, siempre está haciendo algo, lo que reduce el hastío y el aburrimiento.

- Viabilidad de técnicas caras de producción de dosis seminales: Congelación y sexaje de espermatozoides.

c. Técnica de inseminación intrauterina profunda

Mediante el uso de la inseminación intrauterina profunda es posible reducir el número de espermatozoides de 3×10^9 espermatozoides por dosis hasta 5×10^7 y el volumen final de semen utilizado de 80 a 100 ml hasta 5ml, sin afectar la fertilidad ni la prolificidad. La inseminación intrauterina profunda permite que el espermatozoide se desplace más rápido hasta el sitio de la fertilización y elimina obstáculos en este recorrido, como las secreciones cervicales; como el semen es depositado directamente en el cuerno uterino (cerca de la unión uterotubarica), se evitan también las pérdidas por reflujo. Con el empleo de IA es posible obtener un mayor número de dosis a partir de un eyaculado e intensificar notablemente el uso de verracos en las granjas porcinas.

En la actualidad diversas investigaciones se han llevado a cabo para comparar la inseminación intrauterina profunda con la inseminación intracervical y la inseminación artificial convencional, para de esta manera determinar la efectividad de IIUP con un bajo número de espermatozoides frescos y evaluar las posibles diferencias determinando de esa manera las posibles ventajas o desventajas de esta nueva técnica.

Amann, R. et al., (1993), realizaron una descripción del procedimiento de la inseminación intrauterina profunda sin sedación en cerdas y la efectividad de dicho sistema utilizando un bajo número de espermatozoides frescos concluyendo que Mediante la utilización de la tecnología IIUP con semen fresco se puede disminuir de 10 - 20 veces el número de espermatozoides y 8 veces, al menos, el volumen de la dosis en comparación con la inseminación artificial (IA), tradicional (3 mil millones de espermatozoides en 80-100 ml de medio), obteniendo buenos resultados de fertilidad y prolificidad.

La inseminación intrauterina profunda podría tener un impacto económico considerable al disminuir el número de cerdos reproductores de una granja y de esa manera realizar una selección exhaustiva de los mismos, utilizando cerdos más calificados, además de disminuir el espacio necesario para el mantenimiento de un cerdo reproductor, disminuir los costos de manejo, alimentación y reposición de verracos.

D. ELECCIÓN DE LAS CERDAS

Las cerdas destinadas a la inseminación artificial deben ser aptas para la reproducción zootécnica y tener los órganos genitales clínicamente sanos. La calificación de las cerdas según lo anteriormente dicho y también en cuanto a su capacidad de rendimiento conviene realizarla tras el destete de los lechones. (Manual Agropecuario, 2002).

La elección de las cerdas jóvenes se realiza utilizando la sincronización del celo antes de iniciarse el tratamiento biotécnico. En las cerdas jóvenes sin tratamiento biotécnico basta con que hayan alcanzado la madurez sexual y tengan una edad como mínimo de 240 días, su peso corporal será de unos 110 kg.

En lo referente al estado de salud de las cerdas; las cerdas que exhiban enfermedades genitales evidentes (flujo purulento de los órganos genitales), o acusadas lesiones de las extremidades, se excluirán de la inseminación con objeto de conseguir un elevado índice de fecundación de la población. Estas hembras se enviarán al veterinario para su tratamiento.

Normalmente se aplica tratamiento de rutina con Oxitetraciclina y si repiten celo después de 21 días se descarta. Los problemas de aplomos se tratan con anti-inflamatorios y se espera un ciclo, sino se descartan. Si la cerda está sana y muestra claramente en el control del celo el reflejo de tolerancia, se destinará a la inseminación.

E. PRÁCTICA DE LA INSEMINACIÓN

La tranquilidad es un requisito indispensable para realizar adecuadamente la inseminación. Por eso, se evitará introducir el semen inmediatamente antes o durante la toma de pienso.

Según <http://elergomix.com>. (2004), a la inseminación sólo deben realizarla las personas que hayan adquirido práctica y que tengan los conocimientos correspondientes.

1. Proceso de Inseminación

a. Medios necesarios para inseminación artificial porcina

(1). Catéter.

<http://patentados.com/invento/cateter>. (2011), Manifiesta que el Catéter para inseminación artificial de cerdas comprende un tubo de caucho con una longitud de 55cm cuyo extremo frontal es una punta tipo esponja, que es blanda y resulta fácil de apretar, cuya superficie tiene un saliente helicoidal, para la inserción transvaginal dentro del cérvix del útero de una cerda, caracterizado porque el reguesamiento en forma de tapón se fusiona hacia atrás en una parte cilíndrica.

(2). Frasco y tapón para I.A.

[http:// www.3tres3.com](http://www.3tres3.com). (2011), indica que es un Frasco de plástico graduado de 100 ml, con graduaciones de 20 ml. La punta del tapón se puede abrir manualmente mediante giro es un recipiente muy fácil y cómodo para el operario.

2. Catéteres para la inseminación en cerdas

Los conocimientos profundos de la anatomía y en especial de la fisiología reproductiva son irremplazables para garantizar los mejores resultados posibles en la inseminación artificial.

Catéter en espiral (Spirette). La punta es una réplica de lo natural. Para un cierre perfecto y estimulación del cérvix. Por su fuerte aprisionamiento en el cérvix provoca la sensación para una inseminación exitosa. En el gráfico 1, podemos observar un catéter en espiral.



Gráfico 1. Catéter en espiral (Spirette).

Según <http://www.gestionporcina.com>. (2011), el catéter tipo champiñón (Foamtip). Punta adelgazada en ambos extremos para introducción y retiro suave del cérvix. Plástico esponjoso compacto, para mejor sujeción, estimulación y para evitar reflujos. Material no absorbente evita pérdida de semen. En el gráfico 2, podemos observar un catéter tipo champiñón.



Gráfico 2. Catéter tipo champiñón (Foamtip).

Existen en el mercado bastantes catéteres de inseminación que funcionan muy bien, todos ellos bajo la premisa de hacer inseminaciones cervicales (es decir el semen se deposita en el cérvix de la cerda). No es hasta la aparición de las nuevas técnicas de inseminación (postcervical e intrauterina profunda), donde se ven algunos cambios en la metodología.

Si el catéter es del tipo melrose (es decir en forma espiral), tenemos que rotar en sentido contrario a las agujas del reloj hasta que nos quede fijado. Si es del tipo “champiñón” tenemos que ejercer una ligera presión.

<http://www.3tres3.com>. (2011), Asegura que en ambos casos tenemos que cerciorarnos que la sonda está “fijada” y no tira hacia atrás.

3. Preparación de la cerda para la inseminación artificial

- Comprobar el reflejo de inmovilidad. Apoyando las manos sobre la grupa y aplicando el peso del inseminador.
- Estímulos a nivel vulvar. Para estimular a la cerda.
- Golpes suaves en flancos. Para simular la acción del macho.
- Lubricación del catéter. Para introducirlo en la cerda sin causar lesiones en el aparato reproductor.
- Introducción del catéter. Introducir el catéter señalando al techo o parte dorsal de la vagina, ya que en la base se halla la plica uretral.
- Ingreso en forma horizontal y lo introducimos realizando giros hacia la izquierda. Al contrario de las manecillas del reloj hacemos el giro del catéter, una vez que hayamos llegado a la cerviz para enroscarlo en este.
- Una vez enganchado en el cérvix, el catéter se halla fijo.
- Aplicación de semen. Introducir la dosis seminal lentamente, debiendo tardar por lo menos 5 minutos en ello.
- Extracción del catéter. Extraer el catéter lentamente realizando giros hacia la derecha.
- Finalmente realizar un leve masaje a nivel vulvar (Villa, G. 2011).

4. El mejor momento para inseminar a una cerda

El mejor momento para realizar la inseminación artificial en cerdas, está relacionado con la ovulación de las mismas. Primero debemos conocer algunas estadísticas:

- El 70% de las cerdas tiene un celo que dura de 48 a 72 horas.
- El 15 % de las cerdas tiene un celo menor de 40 horas.
- El 15 % de las cerdas tiene un celo que dura más de 72 horas.

Para determinar el punto óptimo para aplicar la inseminación debemos conocer los siguientes aspectos:

- Para detectar el punto del inicio del celo o la hora cero del celo, recomiendo que siempre se haga con la ayuda de un verraco detector de celos, para hacer un buen estímulo y detectar el inicio del celo “verdadero”. Recuerde que por mucha experiencia y habilidad que tenga el operario, nunca va a superar la naturaleza del verraco para detectar y estimular a una cerda, este manejo es muy sencillo pero vital para determinar el momento ideal para la inseminación.
- El inicio del celo o la hora cero se determina por la inmovilidad de la cerda en presencia del verraco, lo que también se conoce con el nombre de reflejo de inmovilidad o lordosis, cuando sucede esto, entonces podemos decir que es el inicio del celo.
- La máxima ovulación ocurre entre las 36 y 44 horas después del inicio del celo, es decir después de haber detectado el reflejo de inmovilidad o lordosis, existe muy poca ovulación durante las 24 horas posteriores al inicio de este punto.
- La vida media de un ovulo es de 10 a 20 horas, se dice que un óvulo ha empezado a envejecer después de transcurridas 8 a 10 horas de haber sido liberado.

- Los espermatozoides para que puedan llegar a fertilizar un óvulo necesitan un periodo de capacitación que dura entre 4 y 6 horas.
- Los espermatozoides tendrán una vida media dentro de la cerda de 24 horas.
- Se ha determinado que las inseminaciones durante las primeras horas de detectado el reflejo de inmovilidad aunque la cerda quede preñada, pero el tamaño de la camada siempre es bajo.
- Por el contrario iniciar las inseminaciones después de 24 horas del inicio del celo se corre el riesgo que haya dificultad para inseminar a la cerda “son violadas”, además se pueden presentar descargas vaginales y se pierden los primeros óvulos.

5. Capacitación espermática

Los espermatozoides de los mamíferos deben residir en el aparato reproductor femenino durante algunas horas para adquirir su capacidad fecundante, este proceso fue llamado capacitación espermática, y se cree que comienza en el útero aunque el principal sitio de capacitación parece ser el oviducto, específicamente la región del istmo.

Dentro de estos cambios se encuentra la eliminación de factores decapacitantes, interacción de las células espermáticas con los factores capacitantes presentes en los fluidos del tracto genital femenino, cambios en la composición lipídica de la membrana espermática, aumento de la permeabilidad a los iones de Ca^{2+} , cambios en el pH interno e incremento de la permeabilidad y del metabolismo celular. El único fenómeno observable al microscopio, como consecuencia de la capacitación, es un incremento del patrón de motilidad y velocidad, este fenómeno es denominado hipermotilidad.

El primer requisito para que la capacitación espermática se lleve a cabo es la remoción de algunos componentes adheridos a la membrana del espermatozoide o “factores decapacitantes”, adquiridos durante el tránsito epididimario y la eyaculación. Estos polipéptidos en su mayoría provienen de las glándulas anexas

al aparato reproductor masculino y tienen la propiedad de estabilizar y proteger al espermatozoide, retardando la expresión de su capacidad fecundante hasta que ocurra la capacitación espermática y la reacción acrosómica en el tracto femenino. Así, la remoción del plasma seminal es un paso preliminar a la capacitación espermática, proceso complejo rodeado de cambios bioquímicos no del todo bien conocidos.

La capacitación espermática representa una desestabilización de las membranas acrosomales, esto finalmente se traduce en un aumento de la ocurrencia espontánea de la exocitosis acrosomal disminuyendo a su vez la vida media de la población de espermatozoides.

La verdadera reacción acrosómica consiste en la fusión de la membrana plasmática del espermatozoide con la membrana acrosómica externa, seguida por una extensa vesiculación sobre el segmento anterior del acrosoma. La fusión y vesiculación del acrosoma provocan la liberación del contenido acrosomal, permitiendo la acción de enzimas hidrolíticas como hialuronidasa y acrosina, las cuales disuelven la estructura de la zona pelúcida y permiten la penetración del espermatozoide al espacio perivitelino. Todos los cambios que ocurren durante la capacitación espermática conducen al aumento del metabolismo y la motilidad del espermatozoide. Se cree que este estado de hiperactividad espermática resulta de la redistribución de los componentes de membrana durante la capacitación espermática. Ésta hiperactividad espermática cumple varias funciones biológicas necesarias para que se lleve a cabo la fecundación, como incrementar la flexibilidad en el movimiento espermático lo que facilita su penetración a través de las sustancias viscosas del oviducto y del útero, también aumenta las probabilidades de encontrar el ovocito en el lumen del oviducto, permite la adhesión espermática a la zona pelúcida y facilita la penetración de ésta.

6. Doble inseminación

<http://es.scribd.com/doc//8vv/CAPACITACION-ESPERMATICA>. (2011), indica que el practicar la doble inseminación garantiza una concepción más alta que si sólo se aplica una dosis.

Los resultados de un experimento utilizando semen de Landrace para la primera inseminación y de Large White para la segunda, con una simple mirada a la camada se podrán saber si la cerda quedó preñada en la primera inseminación o en la segunda. Parece ser que la inseminación inicial es la más efectiva pero sin la segunda un considerable número de cerdas no quedarían efectivamente inseminadas. También es interesante significar que las cerdas que conciben a la segunda inseminación tienen camadas más reducidas, quizás debido a que los oocitos fertilizados son algo más viejos.

Para el tiempo de realizar la inseminación, se sugiere, normalmente, un intervalo de 8 y 16 horas desde la primera a la segunda inseminación por ser el intervalo que ha demostrado proporcionar mejor nivel de fertilidad. También se ha demostrado que las camadas procedentes de la inseminación artificial tenían un tamaño más pequeño que las que provenían de monta natural.

F. GOBIERNO DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL VERRACO

Según <http://www.verracoreproductor.com>. (2006), al establecer contacto el verraco con la cerda en celo, actúan los estímulos sexuales (visión y olor de la cerda), sobre el hipotálamo a través del sistema nervioso. Las glándulas salivales submaxilares del macho producen feromonas que son secretadas con la saliva con el fin de estimular a la cerda. El centro sexual gobierna ahora tanto la preparación del órgano del acoplamiento, como también el comportamiento del verraco, de manera que, en caso de discurrir normalmente la cadena de reflejos en ambos miembros de la pareja, se realiza el coito.

1. Reflejos de apareamiento

En el verraco se distinguen las siguientes fases en el apareamiento:

- Preludio.
- Salto.
- Abrazo (reflejo de amplexión).

- Erección.
- Copulación.
- Movimientos de fricción.
- Eyaculación.

Los reflejos sexuales locomotores, que inducen al preludeo del coito, inician el reflejo de acoplamiento. Conducen uno hacia el otro a los miembros de la pareja y aparecen particularmente marcados en el macho.

El macho busca a la hembra, hacia la que se siente "empujado" en el medio natural. El estímulo que induce la presentación de este reflejo en el cerdo es por lo general el olor de la cerda en celo, así como las manifestaciones sonoras y la visión de la cerda.

En la cerda suele producirse el reflejo sexual locomotor de forma pasiva, es decir, que la cerda permite que se acerque el cerdo. Sin embargo, la especie porcina se cuenta entre aquellas en las que la hembra en fase de excitación sexual (proestro), busca al verraco o trata de saltar sobre compañeras de grupo en calores.

Desarrollado el preludeo, se produce el salto del verraco y el abrazo de la cerda. En este punto se origina el reflejo de la erección, la cual se produce al dirigirse una abundante cantidad de sangre al órgano y llenarse con ella el cuerpo cavernoso. En el verraco, el pene se endurece y extiende a partir de su flexura sigmoidea.

En la hembra, la intensa hiperemia del cuerpo esponjoso del clítoris y del vestíbulo vaginal prepara así mismo a los órganos genitales para el coito.

La copulación que se produce a continuación tiene su origen en el reflejo de la introducción del verraco. Este sólo puede producirse cuando los reflejos anteriores han discurrido sin extorsión, se han reunido ambos participantes sexualmente y sus órganos genitales se hallan convenientemente preparados. El reflejo de fricción que sigue a la introducción del pene parte de los corpúsculos

táctiles del órgano y conduce en el verraco a la realización de movimientos de frotación, que muchas veces duran varios minutos. En el curso de esos movimientos de fricción, el verraco va introduciendo progresivamente su pene incurvado en forma de sacacorchos en el canal del útero de la cerda, también acusadamente incurvado.

El reflejo de copulación se manifiesta en la cerda en la adopción de la postura característica, con el dorso incurvado y la pelvis descendida, a la vez que la cola aparece levantada.

En la cerda, el canal incurvado de la matriz desempeña el papel de órgano copulador. Durante la estimulación sexual intensa, que se origina principalmente por el estímulo producido sobre el clítoris de la cerda por los movimientos de frotación, la musculatura del cuello de la matriz se comprime rítmicamente, generando así a su vez un estímulo desencadenante de la siguiente fase: la emisión del esperma (eyaculación). El reflejo de eyaculación constituye el final de la cadena de reflejos sexuales. Provoca una serie de movimientos musculares que se inician en el canal del epidídimo, pasan a los conductos deferentes y actúan sobre las capas musculares de las glándulas genitales accesorias, con lo cual se impulsa la secreción de dichas glándulas hasta la porción pelviana del canal urogenital. Este conducto constituye así mismo un tubo musculoso de gran fuerza propulsora. Por medio de movimientos peristálticos se impulsa su contenido (espermatozoides y plasma seminal), hasta la base del órgano copulador (pene). Allí existen dos potentes músculos de fibra estriada cuyas repetidas contracciones impulsan al exterior el esperma.

Supuesta la integridad de los elementos que integran la cadena de reflejos, la eyaculación está provocada por estímulos muy concretos de las terminaciones nerviosas periféricas existentes en los órganos copuladores.

El exacto conocimiento de la clase e intensidad de los estímulos claves para la eyaculación ha permitido crear un método de obtención de esperma por medio de la vagina artificial.

Al utilizar la vagina artificial se olvida muchas veces que los estímulos provocados con este instrumento sólo pertenecen a la fase final de la cadena de reflejos de apareamiento, si bien la eyaculación es el resultado de cursar la totalidad de los reflejos de esta cadena.

Por lo tanto, al obtener artificialmente semen del verraco se deben crear todos los reflejos de la cadena de apareamiento.

Deben excluirse las influencias externas que alteran la obtención del esperma (ruidos, movimientos raros, presencia de personas extrañas, etc.).

2. Requisitos técnicos para la producción de esperma

La obtención del esperma se lleva a cabo en un local destinado a tal fin en la Estación de verracos para I.A. Anteriormente, se empleaba un maniquí que llevaba montada una vagina artificial con el correspondiente recipiente colector del semen.

Actualmente se utiliza la técnica manual, que consiste en que el semen caiga directamente sobre un termo de recogida de unos 500 cc de capacidad, bien esterilizado y a la temperatura del semen (37°C).

G. RECOLECCIÓN DEL SEMEN Y SU PROCESAMIENTO

1. Sistema de recogida

Esto se hace de acuerdo a la Concentración Espermática como se detalla a continuación:

- Concentraciones de las cuales se obtengan menos de 15 dosis se debe extraer el semen 1 vez por Semana.
- Concentraciones superiores es recomendable extraer el semen 2 veces por Semana.

2. Recolección de semen

Para efectuar la recolección del semen se necesita de lo siguiente:

a. Potro fijo.

Básicamente un potro debe cumplir con las siguientes propiedades:

- Ser sólido y estar fijado al suelo para poder resistir el peso del verraco y los golpes que éste da durante la fase de excitación.
- Posibilidad de ajustar tanto la altura como la inclinación para adaptarse al tipo de verraco (Piétrain o Large White).
- Un acceso fácil para coger el prepucio sin tener contacto con una parte del potro.
- Recubrimiento que se pueda limpiar pero que a la vez permita conservar el olor del verraco para la estimulación.

3. Características de diluyentes de semen

- PH 7,2 – 7,4.
- Presión osmótica 280 a 320 mos/kg.
- Fuente de Energía.
- Brindar protección a la membrana.
- Capacidad tampón.
- Estabilizantes de lípidos (Villa, G. 2011).

4. Técnica de recolección

a. Material para la recogida

- Termo: evita el choque térmico del semen. Debe estar precalentado, en un armario o, mejor, en una cámara estanca caliente situada entre el local de recogida y el laboratorio. Debe estar limpio y debe limpiarse tras cada recogida.
- Un vaso o bolsa para la recogida: siempre cabe la posibilidad de utilizar un vaso de precipitados de vidrio, pero plantea el problema de la esterilización, de forma que actualmente se prefiere utilizar vasos de cartón o bolsitas desechables. En ambos casos deben colocarse dentro del termo a 30°C antes de la recogida.
- Gasa o filtro de papel: para evitar el contacto entre la tapioca y el semen que causaría la aglutinación de los espermatozoides tradicionalmente se utiliza gasa médica doblada dando lugar a varios grosores (4x o 8x). Cada vez más esta gasa se ha ido sustituyendo por filtros de papel o de tejido que dan el mismo resultado.
- Guantes para la recogida: sólo utilizar guantes de vinilo no empolvados. No deben utilizarse otros tipos de guantes como por ejemplo los de látex para cirugía empolvados ya que el polvo utilizado puede ser muy espermicida. Todo nuevo guante destinado a estar en contacto con el semen debe ser probado antes de su comercialización.
- Pulverizador conteniendo una dilución de clorhexidina para limpiar y desinfectar el pene al final de la recogida.

5. Preparación del verraco

Antes de la recolección manual de semen a un verraco es necesario estimular la libido y preparar el prepucio.

- Un verraco ya entrenado generalmente no planteará ningún tipo de problema a la hora de montar sobre el potro. Sin embargo, es necesario que el potro se encuentre bien ajustado ya que no es bueno que un verraco falle en su intento. Por otro lado, el potro debe conservar un olor "que estimule" y esto se puede conseguir con semen o bien con un tejido empapado de orina de cerdas en celo.
- Para el prepucio, que es una fuente de contaminación, es necesario limpiarlo, masajeándolo cuidadosamente, lo que ayuda al mismo tiempo a estimular al verraco. Para evitar hacerlo con la mano se pueden utilizar 2 guantes puestos uno sobre otro, retirando el primero tras esta etapa de limpieza del prepucio para que el otro guante esté limpio durante la recogida. Utilizar sólo guantes de vinilo no empolvados.

6. La técnica de recolección manual

La técnica de recolección es simple pero necesita un poco de calma y de paciencia:

- Esperar que el pene salga del prepucio mientras el verraco se excita sobre el potro.
- Poner la mano en contacto con el pene dejándola resbalar sin apretar, para acostumbrar al verraco al contacto.
- Cuando el verraco se encuentra bien instalado sobre el potro y el pene sobresale bien del prepucio, apretar la extremidad del pene bloqueando con los dedos las espirales, pero teniendo cuidado de dejar sobrepasar la punta fuera de la mano.
- Continuar hasta la prolongación del pene que precede a la eyaculación.
- Empieza la eyaculación y debemos seguir apretando bien la extremidad del

pene aplicando una presión discontinua para estimular al verraco.

7. Desarrollo de la recogida

La recogida tiene una duración variable según el tipo de verraco y oscila entre los 5 a 15 minutos. Es muy importante observar bien el semen para poder definir de forma óptima las diferentes fases:

- Los primeros chorros (10 a 15 ml), corresponden a un líquido procedente de las glándulas accesorias, a menudo contaminado ya que enjuaga las vías genitales en particular en su parte terminal (pene).
- La fracción rica cuyo volumen varía entre los 50 a 150ml con un color blanco lechoso y que generalmente inicia la eyaculación.
- La fracción pobre con un volumen que puede alcanzar los 200-300 ml y que procede esencialmente de la secreción de las glándulas accesorias (próstata, vesículas seminales).

8. Consejos para conseguir una recolección óptima

- Mantener el pene horizontalmente para evitar que los derrames que pasan entre las manos contaminen la recolección.
- Excitar la extremidad del pene con los dedos pulgar o meñique retirando la tapioca adherida.
- Una vez la cantidad de semen recogido parece suficiente, volver a poner la tapa del termo y dejar caer el resto del eyaculado sobre el suelo o en un cubo.
- Llegar siempre al final de la eyaculación y esperar la retractación del pene.
- Pulverizar el pene y el prepucio con la solución de clorhexidina para desinfectarlos.

- Colocar el termo cuanto antes en la cámara calentada a 37°C mientras se devuelve al verraco a su alojamiento.

9. Posibles problemas y soluciones

Durante la recogida pueden presentarse varios problemas. A continuación se presentan algunos de ellos y sus posibles soluciones:

- Un verraco que no quiere montar ya que se encuentra insuficientemente excitado: posibilidad de utilizar una inyección de prostaglandinas entre los 15 a 20 minutos antes de la recogida. Este tipo de estimulación no está exenta de peligro, sobretodo en algunas razas frágiles como la Piétrain (consultar su veterinario).
- El semen tiende a aglutinarse (ver capítulo Variaciones del semen y anomalías): en este caso utilizar de 80 a 100 ml de diluyente precalentado a 37°C en el fondo del vaso o bolsa de recogida.

10. El aprendizaje de los verracos jóvenes

Según http://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/la-recoleccion_4027/. (2011), se trata de una fase esencial que si se realiza de forma correcta permitirá más tarde ganar mucho tiempo:

- El aprendizaje debe iniciarse desde la entrada de los animales en cuarentena (1ª semana), ya que una vez aprendido el comportamiento, este queda memorizado.
- El contacto con el potro deberá ser realizado por la persona encargada habitualmente y en la misma box donde se aloja el verraco para no distraer su atención con un nuevo local.
- Utilizar un potro simple sobre 4 patas, muy bajo y cubierto de una tela o de un tejido con fuerte olor de esperma de verraco u orina de cerdas en celo.

- Dejar al verraco "jugar" pero siempre bajo estricta vigilancia para colocar regularmente el potro en el eje del verraco y facilitar así la monta. No debemos ponernos nerviosos y volver a realizar la operación varias veces si esta no funciona a la primera vez (15 a 30 min).
- Una vez el verraco se ha montado sobre el potro debemos acostumbrarle al contacto con la mano para conseguir la primera recolección, con calma y tranquilidad.
- Para conservar el aprendizaje, realizar una recolección cada semana o cada 15 días hasta el primer control microscópico o primer espermiograma.

H. PRÁCTICA DE CONTROL DEL CELO

<http://elergomix.com>. (2004), indica que el calor o celo es una de las fases del ciclo reproductor de la cerda que se manifiesta por la presencia de estrógeno en sangre alterando su conducta normal y la predispone para la cópula con el verraco.

El ciclo estral de la cerda tiene una duración de 21 días y aparece por primera vez en la madurez sexual que ocurre a una edad de 6 a 7 meses (dependiendo de la raza, nutrición y otros factores ambientales), o entre los 4 y 10 días luego del fin de la lactación (destete).

Conocer el inicio de calores (hora cero), de las cerdas, tiene como objeto aumentar al máximo el porcentaje de concepción de las mismas para incrementar el beneficio de la empresa de cría.

Un buen adiestramiento en la detección de celo ayudará a que se maximice el Índice Camada (número de camadas/cerda/año), por lo que disminuirá el número de días improductivos. Cada cerda está no productiva 39 días al año, esto es cuando no está preñada ni lactando, o vuelta a servir dentro del período de 7 días correspondientes al intervalo al servicio.

Es muy importante cubrir la cerda al momento óptimo de calor porque no solo afectará la proporción de concepción de la manada (% de gestación), sino el tamaño de la camada (número de lechones nacidos totales/camada).

Para encontrar ese momento apropiado, previamente se detecta el celo por todos o algunos de los siguientes síntomas:

- Vulva hinchada.
- Vulva roja o rosada.
- Temperatura a nivel de la vulva.
- Mucosidad viscosa y de un color blanco grisáceo en la vulva.
- Mucosidad descolorida y pegajosa al tacto.
- Cerda agitada que empuja y monta a sus compañeras o que se deja montar por ellas.
- Cerda con apetito disminuido o nulo.
- Gruñido que imita al verraco.
- Orejas en tensión o tiritando.

Para la producción del reflejo de tolerancia hacen falta estímulos externos como la visión del verraco, el gruñido de apareamiento del verraco, el olor, el contacto el salto y el abrazo del verraco.

Por razones de economía laboral resulta irrealizable la identificación del celo de la cerda utilizando un verraco, por lo tanto, se debe recurrir a la producción de los necesarios estímulos de contacto por parte del operario, que se completarán con los estímulos naturales propios de la presencia de un macho (visión, audición y olfateo del verraco).

Por tal motivo, conviene trasladar un verraco estimulador a las proximidades de la cerda, mientras que el operador realiza el test del contacto que consiste en ejercer una presión contra un costado de la cerda. Si la cerda no se mueve, se pasa a imitar el abrazo para lo cual por encima del dorso de la cerda se comprime el otro flanco. Si la cerda permite el abrazo, se intensifica la presión dorsal, para lo

cual el operario se sienta sobre el dorso de la cerda, dejando sentir poco a poco la totalidad de su peso. Cuando la cerda tolera el peso del operario se pasa al test del jinete que atestigua de forma concluyente la existencia del reflejo de tolerancia.

En caso de usar un verraco para detectar celo, se deben presentar cerdas a verracos de tamaño equivalente porque si el verraco es demasiado grande puede dañar los aplomos de la cerda e inutilizarla. Si una cerda con fuertes señales de calor se niega a ser montada por un verraco, es aconsejable probar con un segundo macho. Es preferible pasar la hembra a un macho que no estuvo en contacto directo (en corral contiguo), durante todo el día, porque a veces se presenta una inhibición psicológica de la cerda.

Las cerdas destetadas entran en calor entre el 4° y el 7° día desde el destete el control del calor debe realizarse dos veces por día, en la mañana y otro después del mediodía (6 horas entre ambos), a partir del día 4° y hasta el día 10°. Si una cerda destetada de menos de 4 días presenta señales, se la pasa al corral del verraco.

La cerda que presentó calor por la mañana se insemina con la primera dosis en la tarde y las detectadas en la tarde se las insemina a la mañana siguiente.

1. Retorno al calor

Las probables razones de retorno en calor son generalmente las siguientes:

- Inseminación fuera del momento óptimo del celo (violación o mala detección de calores).
- Inseminación mal realizada y rechazo del semen por la cerda.
- Mala calidad del esperma.
- Estrés, tensión por traslados inútiles, manejo violento, etc.
- Utilización de un verraco viejo para monta natural.
- Mal estado nutricional (demasiado flaca o gorda), cerda enferma o herida.

- Descargas blancas (metritis).
- Gran amplitud térmica.
- Enfermedades de la reproducción (parvovirus, leptospirosis, etc).

2. Determinación del momento de inseminación en cerdas

Como punto de partida hay que calcular el momento de la ovulación. Estudios realizados demuestran que la ovulación comienza de 30 a 40 horas después de presentarse el reflejo de tolerancia. Si se toma en consideración que los óvulos liberados sólo resultan fecundables durante 4-6 horas y que los espermatozoides conservan sin embargo, su capacidad fecundante hasta 18 horas en las vías genitales de la cerda, se comprende la necesidad de que en el momento de la ovulación deban encontrarse ya en los oviductos. De aquí se deduce la conveniencia de efectuar la inseminación preferiblemente de 10 a 12 horas antes de la ovulación, es decir, unas 20-30 horas después de iniciado el celo (Quiles, A. et al., 2003).

La determinación del reflejo de tolerancia debe hacerse unas horas después de iniciarse el celo. Si el control de celo se realiza con intervalos de 12 horas, la diferencia existente entre la presentación y la determinación del reflejo de tolerancia puede fluctuar entre 0 y 12 horas. La diferencia en cuestión suele ser por término medio de 6 horas. Según esto, con un intervalo de 12 horas entre los controles de celo, la inseminación debería realizarse de 18 a 30 horas después de determinarse el reflejo de tolerancia.

Existen con frecuencia desviaciones del curso normal del celo, que se presentan por diferentes causas, entre ellas: alimentación, manejo, época del año, estado de salud, raza y duración de la lactación precedente. Consisten en el alargamiento o el acortamiento de la duración del celo. En realidad, una cerda puede ovular antes de que ocurra el celo, por esta razón es que los productores suelen inseminar a las cerdas más de una vez.

Las lechonas ovularán antes que las cerdas, después de la iniciación del estro. Como en las cerdas se presenta durante más tiempo que en las lechonas y como

la ovulación en ambas ocurre al finalizar el celo, se recomienda que, con 2 chequeos diarios, se insemine a las lechonas 12 horas después de la detección del estro y a las cerdas adultas 24 horas después. Cuando se chequea solamente una vez al día, se suele inseminar a las cerdas y lechonas cuando están en celo.

I. ORGANIZACIÓN DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

<http://elengormix.com>. (2011), manifiesta que la inseminación artificial se basa en obtener el eyaculado del verraco independientemente del lugar en que se hallen las cerdas a inseminar, en seleccionar y conservar la calidad del semen, en dividirlo en un número estandarizado de dosis inseminantes, y en utilizarlo en la inseminación de las cerdas.

Por supuesto que, el granjero que practica la inseminación por sí mismo tiene más oportunidad de hacerlo en el momento más propicio que el inseminador que va de un lado a otro.

De acuerdo con la ubicación del verraco con respecto al lugar de estancia de inseminación de las cerdas, se distinguen tres organizaciones distintas:

- Inseminación a distancia.
- Inseminación por reparto.
- Inseminación local.

J. CLASES DE INSEMINACIONES

1. Inseminación a distancia

El técnico inseminador obtiene el esperma de Estaciones de verracos centrales e insemina a las cerdas en la estancia donde residen las cerdas.

a. Ventajas

Queda garantizada la intervención de especialistas en la producción de semen. Desde el punto de vista económico y zootécnico, se utiliza una cantidad óptima necesaria de verracos.

b. Desventajas

Los técnicos inseminadores dependen de la distancia del recorrido y por lo tanto no siempre se puede hacer coincidir el momento del viaje con el momento óptimo para la inseminación.

El control de celo y la inseminación son operaciones realizadas por personas diferentes. La repetición de las inseminaciones queda casi excluida, debido al desplazamiento adicional que supone.

2. Inseminación por reparto

El esperma del verraco se obtiene, califica y prepara en estaciones centrales. Sin embargo, el semen se remite al establecimiento donde se encuentran las cerdas mediante un servicio de correo.

a. Ventajas

Junto con el manejo de los verracos donantes del semen en grupos óptimos desde los puntos de vista económicos y zootécnicos, queda asegurada la producción de semen por especialistas formados al efecto y la inseminación la realiza en el momento adecuado el mismo personal que controló el celo.

Puede repetirse la inseminación.

b. Desventajas

Los envíos diarios de semen se componen de esperma de verraco con escasa capacidad de depósito. Este inconveniente se acentúa cuando existe posibilidad

de una larga conservación, y se elimina practicando el método de la congelación profunda.

3. Inseminación local

El verraco productor de semen se ubica en el mismo establecimiento que las cerdas de vientre. Como consecuencia, el esperma se obtiene de acuerdo con las necesidades, se prepara y se aplica sin transporte, en muchos casos incluso fresco. A la inseminación la efectúan técnicos del establecimiento.

a. Ventajas

El esperma no se transporta. La inseminación puede realizarse en el momento óptimo, llevándola a cabo el técnico inseminador de acuerdo con la observación hecha por el mismo del celo de las hembras. Se pueden realizar segundas inseminaciones.

b. Desventajas

La limitante es el verraco productor de semen, con lo cual quedan disminuidas sus posibilidades económicas de rendimiento y la difusión de su mérito zootécnico.

La inseminación a distancia se haya difundida principalmente donde prevalecen los establecimientos pequeños y medianos. A medida que aumentan las inseminaciones, se pasa a la inseminación por reparto. La inseminación local es conveniente en establecimientos con concentraciones superiores de poblaciones de verracos. También razones de índole zootécnico, como la conservación de rebaños que constituyan reserva genética y una pretendida combinación de líneas, puede ser motivo de empleo de inseminación local, al menos temporalmente.

Mediante estudios realizados se ha llegado a la conclusión de que la inseminación por reparto es la más conveniente en la inseminación porcina. Esta reúne las

ventajas esenciales de la inseminación a distancia y la inseminación local, a la vez que previene en buena parte los inconvenientes. La población de una Estación de verracos inseminadores se divide en:

- Aspirantes a verracos inseminadores, como fracción reproductora.
- Verracos de mérito zootécnico reconocido, como fracción productora.

La determinación del mérito reproductor de los aspirantes a verracos inseminadores se realiza mediante el test de muestras al azar de acuerdo con los resultados obtenidos con su semen sobre cerdas de escalones reproductores definidos. El volumen de reproducción viene determinado por:

- El tiempo de aprovechamiento (vida útil), de los verracos.
- El tiempo de comprobación de los aspirantes a verracos inseminadores.

K. REGISTRO DE CONTROL

El técnico inseminador está obligado a llevar e interpretar el calendario de los calores. Un técnico inseminador debe dominar las siguientes actividades:

- Colaboración y control en la elección y construcción de los grupos de cerdas con destino a la inseminación (cerdas jóvenes y viejas).
- Realización del control diario del celo con ayuda de verracos estimuladores (aquí es necesaria la ayuda del cuidador del ganado).
- Determinación del momento de la inseminación.
- Traslado del esperma en los medios adecuados para ello.
- Control de la ausencia de los calores en los grupos de cerdas inseminadas hasta el traslado de las hembras gestantes hasta la nave de partos.
- Realización o colaboración en la práctica de métodos biotécnicos, como la

sincronización del celo y de la ovulación.

- Comunicación de las necesidades de esperma.
- Cuidado y manejo del esperma recibido.
- Limpieza y desinfección de las ropas protectoras para el trabajo, de los recipientes para el transporte del esperma y del local de trabajo.
- Colaboración para poner en práctica los tratamientos impuestos en caso preciso por el veterinario para asegurar la higiene del apareamiento y reproducción en la nave de inseminación.
- Diligenciar exactamente la documentación reglamentaria en lo referente a reproducción.
- Proyecto e interpretación de análisis del proceso reproductor con objeto de influir adecuadamente sobre la producción.

L. PROCEDIMIENTOS BIOTÉCNICOS PARA REGULAR EL PROCESO REPRODUCTOR EN LAS CERDAS

En la actualidad existe la posibilidad de introducir en el organismo hormonas sexuales o sustancias de acción similar mediante inyección o con la ración, y de esta manera elevar la tasa de hormonas sexuales en la sangre por encima de la cifra normal. Con esto, el centro regulador del hipotálamo queda frenado en su función liberadora de hormonas gonadotropas.

De esta manera entra en reposo el ciclo sexual, que persiste mientras se conserve el nivel hormonal en el grado correspondiente mediante reiterado aporte desde el exterior. Interrumpida la aplicación hormonal desde fuera, desciende el nivel de hormona en sangre por debajo de los valores normales, por lo tanto, el hipotálamo libera gonadotropinas, y el ciclo sexual vuelve a ponerse en marcha.

En el momento en que se interrumpe el aporte hormonal exterior se reanuda el

celo, el cual puede de esta manera ser programado, y mediante tratamiento simultáneo de varias hembras, sincronizado en grupos.

La sincronización de la ovulación persigue la finalidad de determinar exactamente el plazo de ovulación en el celo sincronizado, y evitar mediante inseminación a plazo fijo (orientada cronológicamente), el control del celo, que tanta mano de obra requiere.

En las condiciones de las explotaciones intensivas es presumible que, en virtud de una estimulación demasiado escasa, la hormona oxitocina acumulada en el lóbulo posterior de la hipófisis sólo resulte insuficientemente efectiva, y no sea bastante para estimular la musculatura lisa uterina con la intensidad requerida para lograr unos elevados rendimientos en la fecundación.

La agregación de la hormona oxitocina al inseminado puede contribuir a aumentar los resultados de la fecundación logrados en la inseminación porcina.

1. Métodos hormonales de sincronización

Según http://bibliotecamvz.blogspot.com/2010/10/manuales-del-ciclo-basico-de-educacion_03.html. (2010), en la práctica, la aplicación de métodos farmacológicos han fallado por el desconocimiento de los acontecimientos fisiológicos naturales de la cerda, ya que su aplicabilidad está dada solo en momentos muy específicos del ciclo estral.

2. Hormonas más utilizadas

- Progestágenos.
- Prostaglandinas (PG2alfa).
- Gonadotropinas (PMSG – HCG).

a. Progestágenos

Su acción consiste en detener el proceso de maduración de los folículos,

bloqueando el proceso de ovulación, permaneciendo la cerda en una infecundidad temporal. Esto permite la agrupación de todas las cerdas con folículos desarrollados y desencadenamiento del estro 4 y 7 días después de suspender el tratamiento.

b. Prostaglandinas

Su acción está dirigida hacia la eliminación del cuerpo lúteo (CL), presente en el ovario (luteólisis), para que se inicie un nuevo ciclo estral. En las cerdas los CL son sensibles a partir del día 12 del ciclo.

c. Gonadotropinas. PMSG

- Gonadotropina sérica de yegua preñada.
- HCG: (Gonadotropina coriónica humana).
- La acción de esta combinación permite el desarrollo folicular.

d. Inducción a celo en cerdas púberes.

Las hormonas séricas (PMSG), y la coriónica (HCG), se utilizan i.m. (800 UI de PMSG y 200 UI de HCG), de 8 a 15 días antes de la edad promedio de aparición de la pubertad según la raza.

M. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

1. Ventajas

a. Zootécnicas

- Utilización al máximo de los ejemplares de mayor valor genético.
- Aumento de la variabilidad genética.
- Probar más rápidamente un reproductor al incrementarse el número de cerdas fecundadas en un tiempo mínimo.

- Mayor facilidad de programación de cruzamientos interraciales para la obtención de híbridos comerciales.

b. Sanitarias

- Aislamiento de la explotación evitando en lo posible la entrada de eventuales portadores.
- Evitar la difusión de enfermedades infectocontagiosas por vía venérea, así como posibles traumatismos.

c. De manejo

- Permite utilizar animales de muy distinto peso en el cruce.
- Evita pérdidas de tiempo con la monta y con desplazamiento de los reproductores.

d. Económicas

- Mejores rendimientos de producción al utilizar verracos de mayor valor genético.
- Disminución del número de verracos con el consiguiente ahorro en espacio, alimentación y mano de obra.

2. Desventajas

- Puede requerir un nivel de manejo más alto que la monta natural. Por ejemplo, en la inseminación artificial existe mayor oportunidad de que ocurran errores humanos que con la monta natural. Cuando un verraco monta a una hembra, el semen no está expuesto a grandes cambios ambientales, y generalmente es depositado en la hembra más de una vez, durante el período que comprende el momento óptimo para la fertilización. En contraste, es posible que, mientras se colecta el semen, se diluye, se transporta y luego se le deposita artificialmente, ocurran cambios ambientales; por lo tanto, la

inseminación debe hacerse correctamente y en el momento óptimo para así, obtener una alta tasa de concepción.

- El pequeño número de dosis que se puede obtener de un eyaculado.
- Tiempo de conservación del espermatozoide reducido ya que normalmente sólo se consigue un máximo de 3 días con espermatozoide refrigerado.
- El semen congelado sólo nos permite alcanzar el 60% de fertilidad, y en el caso de verracos con óptima capacidad de congelación.

N. NUEVA TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CERDAS

Se llama inseminación artificial post cervical; consiste en depositar el semen directamente en el cuerpo del útero de la cerda, es decir, más profundamente que en el método tradicional. De esta forma es posible disminuir a la tercera parte el número de espermatozoides utilizados y el volumen por dosis seminal sin afectar los parámetros reproductivos. Esta "inseminación post cervical" se lleva a cabo empleando el catéter convencional como guía de una cánula interior, que permite descargar el semen en el cuerpo del útero. Así se evita la barrera natural que significa el cuello uterino o cérvix y se reduce el reflujo seminal.

Durante la inseminación convencional, el catéter se introduce hasta quedar fijado en los primeros centímetros del cérvix. Una vez que el semen es depositado allí, debe recorrer toda la longitud del cuello hasta alcanzar el cuerpo del útero. Cuando las contracciones uterinas no son adecuadas se producen reflujos seminales, perdiéndose una gran cantidad de semen. Estas son las causas por las que la inseminación convencional es imprescindible un ritmo de inseminación pausado y adaptado a cada cerda.

Así mismo, la disponibilidad de espermatozoides después de la inseminación no sólo depende de las pérdidas producidas por el reflujo, sino también de aquellas causadas por la destrucción de los espermatozoides por parte de los glóbulos blancos que llegan a la zona, proceso denominado fagocitosis.

A mayor volumen y más alto número de espermatozoides depositados durante la inseminación artificial, mayor fagocitosis.

Hay que considerar que en la inseminación post cervical se sobrepasa la barrera natural que constituye el cuello uterino, barrera que no sólo es para el semen sino también para la gran mayoría de partículas contaminantes que pudieran llegar al útero, razón por la cual hay que ser muy cuidadoso con la higiene.

III. DISCUSIÓN

A. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN DEL SEMEN EN EL PORCENTAJE DE PARTOS

1. Factores que influyen en el porcentaje de partos

Son diversos los factores que tienen influencia sobre el porcentaje de partos, el cual está determinado por la cantidad de hembras que paren. Es así como la temperatura de conservación del semen juega un papel importante puesto que el semen porcino es particularmente sensible a los cambios de temperatura. Diferencias en la conservación de 1 – 2 °C provocan cambios en la viabilidad espermática, muerte de las células espermáticas y como resultado disminuye el porcentaje de partos. El descenso de la viabilidad espermática está influenciado por efectos ambientales como ocurre con animales expuestos a temperaturas altas lo que produce baja fecundación.

En este sentido, McIntosh, S. (2003), indica que los espermatozoides al disminuir el metabolismo celular, a causa de efectos de temperatura o "choque térmico", disminuyen su motilidad, por lo que pudiera verse comprometido el porcentaje de partos.

Por su parte, Rozeboom, R. (2000), señala que las variaciones en la temperatura de conservación del semen afectan la viabilidad del espermatozoide, de manera tal que éste pudiera morir sin llegar a fecundar el ovocito, resultando en la disminución del porcentaje de partos.

Sin embargo, experiencias recientes realizadas por Leyún, F. (2004), han demostrado la efectividad del uso de semen a 17°C al compararlo con el semen aplicado a 37°C. Este autor, evaluó diferentes sistemas de aplicación de semen en 11 granjas de España encontrando valores para porcentaje de partos de 80,60 y 85,10% utilizando semen a 37 y 17°C, respectivamente.

2. Ventajas del uso del semen congelado

Permite el intercambio de material genético a larga distancia y durante un periodo muy largo (años).

Este periodo de tiempo puede ser crucial para efectuar un control sanitario o genético del semen/verraco antes de su uso.

Eso es posible hoy con el diagnóstico de enfermedades infecciosas basado en el estudio de la presencia de ADN del agente infeccioso mediante técnicas de PCR (Reacción de polimerasa en cadena), y el desarrollo de marcadores genéticos asociados a la producción es un proceso creciente.

Creación de bancos genéticos. De interés evidente en el caso de la conservación de razas en peligro de extinción (un claro ejemplo es el notable trabajo desarrollado por el Dr. Poto del Instituto Murciano de Investigación Agroalimentaria en la conservación del Chato murciano), y de grandes posibilidades para la conservación de líneas o extirpes de especial interés.

Estos bancos de genes también pueden ser importantes a nivel comercial por ejemplo para asegurar la conservación de líneas genéticas valiosas ante posibles situaciones desfavorables (epizootía, incapacidad para recogida, infertilidad/subfertilidad por altas temperaturas, etc).

A nivel práctico permite el introducir material genético de alto valor sin los riesgos derivados de la introducción de nuevos animales en la explotación. Especialmente aplicable a la líneas puras (abuelas).

3. Efecto de la temperatura del semen sobre la respuesta reproductiva de cerdas

El semen juega un papel importante puesto que el semen porcino es Son diversos los factores que tienen influencia sobre el porcentaje de partos, el cual está determinado por la cantidad de hembras que paren. Es así como la temperatura

de conservación particularmente sensible a los cambios de temperatura.

Diferencias en la conservación de 1 – 2 °C provocan cambios en la viabilidad espermática, muerte de las células espermáticas y como resultado disminuye el porcentaje de partos.

McIntosh, S. (2003), el descenso de la viabilidad espermática está influenciado por efectos ambientales como ocurre con animales expuestos a temperaturas altas lo que produce baja fecundación. En este sentido, se indica que los espermatozoides al disminuir el metabolismo celular, a causa de efectos de temperatura o "choque térmico", disminuyen su motilidad, por lo que pudiera verse comprometido el porcentaje de partos.

Por su parte, Rozeboom, R. (2000), señala que las variaciones en la temperatura de conservación del semen afectan la viabilidad del espermatozoide, de manera tal que éste pudiera morir sin llegar a fecundar el ovocito, resultando en la disminución del porcentaje de partos.

Sin embargo, experiencias recientes realizadas por Leyún, F. (2004), han demostrado la efectividad del uso de semen a 17°C al compararlo con el semen aplicado a 37°C.

Este autor, evaluó diferentes sistemas de aplicación de semen en 11 granjas de España encontrando valores para porcentaje de partos de 80,60 y 85,10% utilizando semen a 37 y 17°C, respectivamente. Valores que resultan superiores a los encontrados en el presente trabajo.

4. Transporte de dosis seminales refrigeradas

El semen de verraco puede ser transportado utilizando varias técnicas: refrigeración, congelación o diálisis.

La temperatura de conservación del semen de verraco es un factor crítico a la hora de conseguir un óptimo mantenimiento de la calidad seminal hasta el

momento de su uso. Los principios que debemos seguir para transportar semen de verraco refrigerado son las siguientes:

- No debe haber oscilaciones de temperatura durante la conservación ni durante el transporte.

A 15°C, el metabolismo de la célula espermática disminuye, lo que favorece la conservación de la viabilidad por más tiempo.

- Los límites de temperatura aceptables para una buena conservación y recuperación son 15°C y 37°C respectivamente.

Por otro lado, la técnica de congelación del semen permite conservar un eyaculado a una temperatura de -196°C por un tiempo indefinido y transportarlo en contenedores de nitrógeno líquido a cualquier lugar del mundo.

La acción de la luz debe evitarse también durante el transporte, por ser un elemento estimulante del metabolismo del espermatozoide.

La conservación y transporte en anaerobiosis, es decir, eliminando en lo posible el aire de los viales del semen, impide que los espermatozoides utilicen el oxígeno y activen su metabolismo.

El tiempo que podemos tardar en transportar una dosis depende de la técnica utilizada para la conservación. En el caso de la refrigeración a 15°C el tiempo de conservación depende en gran medida del tipo de diluyente utilizado (corta conservación hasta 3 días y larga conservación hasta 7 días). Si empleamos la técnica de la congelación el tiempo disponible para el transporte se alarga de forma indefinida. Por otro lado, la técnica de diálisis permite conservar el semen sin diluir durante unos días. Consiste en someter al eyaculado a un proceso de intercambio de iones y sales minerales. El eyaculado puro puede ser transportado ocupando además menos espacio que si estuviera diluido.

Los envases utilizados para transportar el semen refrigerado son botellas, blisters

y tubos y en el caso de semen congelado se utilizan pajuelas de 0.5 ml o macrotubos de 5 ml.

Los medios que se utilizan para el transporte de dosis seminales van desde las cajas de poliestireno o de cartón rellena de virutas de poliestireno, donde se puede añadir un contenedor de ácido acético glacial, hasta una nevera portátil con o sin conexión al medio de transporte utilizado. En el caso de semen congelado se utilizan contenedores de nitrógeno líquido de diversos tamaños.

Según <http://www.acromax.net/vistas/noticia/Transporte-de-dosis-seminales-del-verraco.aspx>. (2011), en el caso de semen líquido tenemos que hacer dos apartados:

- Semen recién diluido que se va a utilizar a continuación de su recogida dentro de la misma granja. Se utiliza en este caso una nevera portátil para mantener los 35°C a los que están las dosis recién preparadas.
- Semen conservado a 15°C que se va a transportar a otras granjas para su uso durante los días siguientes. Si la temperatura externa es alta (verano), es más difícil conservar los 15°C, por lo que si se utilizan cajas de poliestireno se deben incluir ampollas de ácido acético glacial, que mantiene durante más tiempo esta temperatura ya que congela a 15°C. En invierno suele ser suficiente utilizar la caja de poliestireno. El uso de una nevera con un mecanismo de control de temperatura conectado al coche garantiza el mantenimiento de la temperatura deseada en cualquier época del año. Cada dosis de semen debe viajar convenientemente identificada.

B. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN PORCINOS SEGÚN EL PUNTO DE DEPOSICIÓN DE LA DOSIS SEMINAL

1. Inseminación Cervical ó Standard. (SAI)

- En SAI fijamos el catéter al inicio del cérvix.

- El semen debe de atravesar este laberinto y alcanzar el cuerpo del útero, desde donde se distribuye a ambos cuernos. Las técnicas utilizadas, pretenden mejorar el paso del semen por el cérvix y conseguir que llegue suficiente cantidad al cuerpo del útero para garantizar la fecundación.
- Por eso se insemina con semen caliente, con el macho delante, estimulando la cerda con masajes, simulando la monta con la ayuda de mochilas u otro tipo de material y se aplican técnicas de autoinseminación (demuestran que la cerda colabora absorbiendo el semen).

2. Inseminación Post Cervical. (PCAI)

- En PCAI se infunde el semen directamente en el cuerpo del útero.
- Esto permite la fecundación en ambos cuernos. Para ello se utiliza una cánula, más larga, fina y flexible que un catéter convencional.
- Esta cánula está concebida para pasar entre las anfractuosidades del cérvix sin causar daños. Para poderla introducir con facilidad en el cérvix se utiliza un catéter guía.
- La cánula post cervical se introduce por el interior de un catéter que previamente se ha fijado en el cérvix como se haría una inseminación convencional.

3. Inseminación Intrauterina Profunda. (DUI)

En DUI el material utilizado es muy similar al empleado en PCAI pero la cánula es considerablemente más larga. El objetivo es depositar el semen sólo en uno de los cuernos, lo más cerca posible de la UUT.

Esto dificulta enormemente la fecundación bilateral, por lo que puede reducirse la prolificidad, promotores de la técnica DUI, citan textualmente:

“Podemos concluir que el menor tamaño de camada que se obtiene cuando se emplea la DUI con 150 millones de espermatozoides en condiciones de granja está relacionado con la existencia de aproximadamente un 33% de fertilizaciones parcialmente bilaterales ó fertilizaciones unilaterales”.

Los mismos autores afirman que para asegurar similares tasas de fertilización habría que realizar la técnica DUI con 600 millones de espermatozoides.

4. Estudio comparado de diferentes sistemas de aplicación de semen porcino.

El ITG (Instituto de Tecnología Ganadera), de Navarra en el norte de España, ha llevado a cabo un estudio comparado entre diferentes métodos de aplicación de semen en porcino.

El objetivo ha sido analizar respectivamente sus resultados técnicos y el coste económico, valorando también los tiempos de inseminación.

El planteamiento inicial preveía el testaje de 3 sistemas de inseminación:

- Clásica.
- Postcervical o intrauterina media.
- Intrauterina profunda.

Para la primera, clásica, se utiliza una concentración de 3.500 millones de espermatozoides en 100 c.c. de volumen.

En la postcervical se emplea un tercio de esa dosis, es decir, 1.166 millones de espermatozoides en 33 c.c.

En la inseminación intrauterina profunda 350 millones en 10 c.c.

Se realizaron aplicaciones en 11 granjas diferentes. La prueba se realizó entre los meses de Marzo y Junio del 2003.

En cada explotación se inseminaron lotes de 5 cerdas con cada método. Todas las cerdas debían corresponder al grupo de primera inseminación post-destete.

Excepto en una granja en que se hicieron dos inseminaciones, en todas las demás se realizaron tres repeticiones por lo menos.

La inseminación intrauterina profunda se realizó solamente en tres explotaciones. Se abandonó su testaje por la dificultad de su aplicación y por la negativa de los ganaderos a que se les siguiese aplicando.

C. RESULTADOS

1. Intervalo destete - cubrición.

En los tres sistemas la primera inseminación se ha realizado entre los cuatro y cuatro días y medio postdestete por lo que las posibles diferencias en resultados no se verán influidas por este factor.

Se han realizado entre 170 y 177 inseminaciones con cada sistema de manera que los resultados obtenidos pueden tener validez estadística.

2. Fertilidad calculada.

Es el resultado en porcentaje de las cerdas diagnosticadas gestantes tras las inseminaciones realizadas.

Como se puede apreciar hay diferencias significativas entre la inseminación clásica donde el porcentaje de fertilidad se situó entre el 87%, a contraste con la inseminación post-cervical, aquí llamada Intrauterina media, presenta inferiores resultados en fertilidad respecto al sistema anterior. Desciende al 68,2 %.

3. Fertilidad histórica.

Con el fin de validar mejor los resultados obtenidos, se calcula la fertilidad histórica obtenida por las cerdas intervinientes en el testaje. Para ello se divide el total de partos, por el número de cubriciones necesarias en el historial anterior de cada cerda inseminada en la prueba.

La media de cada grupo de cerdas se situaba entre el 80 y 85 %.

4. Partos realizados.

Para el cálculo de la prolificidad se han tenido en cuenta el total de cerdas paridas como consecuencia de cada uno de los tipos de inseminación testados.

La diferencia entre las cerdas diagnosticadas positivas y los partos obtenidos se deben a bajas por muerte o eliminación, abortos, reabsorciones y vacías al parto.

No se puede afirmar que las diferencias entre lotes se puedan deber a cada uno de los sistemas empleados.

5. Nacidos totales.

La prolificidad al parto se ha contabilizado sobre el total de nacidos vivos y muertos. Se considera pues que la mortinatalidad no puede achacarse al sistema de inseminación empleado.

El resultado del sistema clásico es de 11,6 ligeramente superior al obtenido en la intrauterina media.

Sin embargo, estadísticamente las diferencias no son significativas entre ninguno de los sistemas empleados en cuanto a prolificidad.

6. Valoración económica

Se estima un costo bruto de mano de obra de 16.828 euros (2.800.000 pts.), incluyendo todos los conceptos.

7. Mano de obra.

- Sistema clásico: 316 segundos (158 por 2 inseminaciones), = 0,821 euros.
- Intrauterino medio: 322,2 seg. (161,1 por 2 inseminaciones), = 0,837 euros.

8. Costo del semen.

- Sistema clásico: 6,84 euros (3,42 por dosis).
- Intrauterino medio: 2,28 euros (2 por 1/3 dosis a 3,42).

9. Material de inseminación.

- Sistema clásico: 0,44 euros (2 catéteres).
- Intrauterino medio: 1,20 euros (2 catéteres y sondas).
- El resto de los productos utilizados para realizar la inseminación, toallitas de limpieza, lubricante, etc.... son los mismos para cualquier sistema.

10. Total de gasto por cerda.

<http://www.navarraagraria.com/n144/argedos.pdf>. (2011), manifiesta los siguientes aspectos:

- Inseminación clásica: 8,101 euros.
- Intrauterino Medio: 4,317 euros
- Los resultados de fertilidad obtenidos por aplicación intrauterina media son claramente inferiores a los obtenidos con el sistema de inseminación clásico.

- La prolificidad en lechones nacidos totales no se ve afectada por el sistema de inseminación aplicado.
- Los resultados se repiten en 7 de las 11 explotaciones objeto de la prueba.
- En las otras cuatro, las diferencias en fertilidad no son estadísticamente significativas. La prolificidad no lo es en ninguna de las granjas para cualquiera de los sistemas.
- El rango de camada o número de partos que tiene el historial de la cerda, no presenta variaciones respecto al resultado de la inseminación. Se repiten los resultados generales de fertilidad y prolificidad.
- El intervalo inseminación - repetición no ha afectado a los resultados de fertilidad y prolificidad de forma significativa.
- Si se valora económicamente el tiempo empleado en la aplicación, la diferencia de gasto por cerda inseminada entre el sistema clásico y el Postcervical es de un euro a favor de aquél.

IV. CONCLUSIONES

- La técnica convencional de inseminación es la cervical y por ende es la más utilizada especialmente en nuestro país.
- Sin embargo se han desarrollado nuevas técnicas de inseminación en cerdas que permiten la reducción de dosis seminales en el interior del cuerpo del útero como la inseminación post-cervical; PCI o en la profundidad de un cuerno uterino y la inseminación intrauterina profunda; DUI.
- El proceso de inseminación artificial sigue un orden protocolario que respeta especialmente el aseo en todo momento, sin dejar a un lado el tema de temperatura en el manejo de las dosis seminales, la estimulación a la cerda, y sobre todo detectar el reflejo de tolerancia (inmovilidad), entre otras cosas.
- Con la sincronización del estro se pretende utilizar al máximo las instalaciones de una granja porcina.
- Sobre todo de ciclo completo, ya que al sincronizar en estro y por ende que entren en calor un grupo de cerdas para que se les dé servicio, nos permitirá conocer con anticipación algunos eventos tales como:
 - Fecha probable de parto
 - Fecha probable de destete
 - Fecha probable de venta.

V. RECOMENDACIONES

- Recuerde que la aplicación de la técnica de inseminación es bastante fácil, el detalle importante y determinante para tener éxito en la inseminación artificial porcina es hacerlo en el momento adecuado y que todo material que vaya a recibir o estar en contacto con el semen debe guardar dos condiciones indispensables: debe estar limpio y esterilizado y debe estar previamente atemperado a 37°C.
- Es recomendable realizar una buena estimulación de las cerdas, invirtiendo algo de tiempo y energía a la hora de realizar una inseminación.
- En lo posible establezca un sistema de inseminación artificial en su granja porcina, con la ayuda de este documento, la guía de un profesional y la práctica lo lograra con efectos muy placenteros; con lo que conseguirá aprovechar las épocas de celo de sus cerdas, mejorar la genética de su granja, planificar partos y por ende tener lotes homogéneos de lechones sin dejar a un lado que con una buena sincronización y especial atención en la alimentación, el manejo y la sanidad de las cerdas tener partos numerosos los mismos que se reportaran en un agradable avance económico.

VI. LITERATURA CITADA

1. AMANN, R. Y HAMMERSTEDT, R. 1993. In vitro evaluation of sperm quality: an opinion. J Androl; pp. 397-406.
2. ANDERSON, L. 1993. Pigs reproductions in FAM animals E.S.E Hafeg Lee and Febiger. Philadelphia p. 60.
3. ARÉVALO, F. 2005. Manual de Zootecnia General. pp. 37-40.
4. http://bibliotecamvz.blogspot.com/2010/10/manuales-del-ciclo-basico-de-educacion_03.html. 2010. Manuales del Ciclo Básico de Educación Agraria.
5. <http://elergomix.com>. 2004.
6. <http://es.scribd.com/doc//8vv/CAPACITACION-ESPERMATICA>. 2011.
7. [http://es.scribd.com/Manual Agropecuario](http://es.scribd.com/Manual_Agropecuario). Biblioteca del Campo. Bogotá, Colombia. 2002.
8. <http://masporcicultura.com>. 2011.
9. <http://patentados.com/invento/catéter>. 2011.
10. <http://repositorio.uasb.edu.ec>. 2011.
11. <http://www.acromax.net/Transporte-de-dosis-seminales-del-verraco.aspx>. 2011.
12. <http://www.gestionporcina.com>. 2011.
13. <http://www.lisina.com>. 2008. Campos A, Salguero S, Albino L y Rostagno H. Aminoácidos en la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína Ideal.
14. <http://www.navarraagraria.com/n144/argedos.pdf>. 2011.
15. <http://www.verracoreproductor.com>. 2011.

16. http://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/la-recoleccion_4027/. 2011.
17. http://www.3tres3.com/tienda/index.php?p1=2&id_cat=45&id_prod=811. 2011.
18. QUILES, A. HEVIA, L. 2003. Influencia de la temperatura y la luz sobre el celo post destete en la cerda. Departamento de producción animal. Universidad de Murcia. España. pp. 45 - 49.
19. RUIZ, S. 1998. Introducción controlada de la pubertad de la cerda. Anaporc p.70.
20. SOLAR, L. DORA, J. 1998. Comportamiento productivo de las cerdas de razas puras y mestizas. Empresa Porcina. pp. 75- 79.
21. TOALOMBO, P. 2007. Evaluación de la Inseminación Intrauterina Profunda y Cervical en Cerdas. Tesis de Grado. ESPOCH. p. 49.
22. VILLA. G, 2011. Curso de Inseminación Artificial en cerdos pp. 73-78..
23. ZÚÑIGA, C. 2008. “Evaluación y Utilización de Diferentes Métodos de Conservación de Semen (Fresco, Refrigerado y Congelado)” en la Inseminación Artificial en Cerdas”. Tesis de Grado. ESPOCH (2008). p. 49.