



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION,
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

**TRABAJO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCION DEL
TITULO DE: MASTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“EVALUACIÓN DEL SEMEN PORCINO SOMETIDO A
DIFERENTES PERÍODOS DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTO
REPRODUCTIVO SOBRE LA INSEMINACIÓN
INTRAUTERINA PROFUNDA EN CERDAS”**

AUTOR:

LÓPEZ GALARZA RÓMULO EDUARDO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ZOOT. VILLA SAMANIEGO GUILLERMO FERNANDO

MSC.

SANGOLQUÍ, FEBRERO DE 2016

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
PROGRAMA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“EVALUACIÓN DEL SEMEN PORCINO SOMETIDO A DIFERENTES PERÍODOS DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTO REPRODUCTIVO SOBRE LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA EN CERDAS”**, realizado por el señor LOPEZ GALARZA ROMULO EDUARDO, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor LOPEZ GALARZA ROMULO EDUARDO, para que lo sustente públicamente.



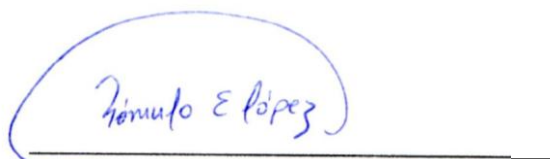
Ing. Zoot. Villa Samaniego Guillermo Fernando MSc.
DIRECTOR DE TESIS

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
PROGRAMA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Dr. López Galarza Rómulo Eduardo, con cédula de identidad N° 1802657500, declaro que este trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DEL SEMEN PORCINO SOMETIDO A DIFERENTES PERÍODOS DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTO REPRODUCTIVO SOBRE LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA EN CERDAS”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, Febrero 2016.

A handwritten signature in blue ink that reads "Rómulo E. López". The signature is enclosed within a blue oval-shaped scribble. Below the signature is a solid horizontal line.

Dr. López Galarza Rómulo Eduardo

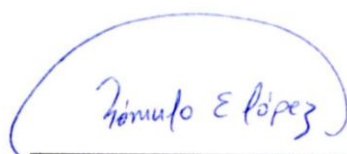
CC. 1802657500

AUTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
PROGRAMA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

AUTORIZACIÓN

Yo, Dr. López Galarza Rómulo Eduardo, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “EVALUACIÓN DEL SEMEN PORCINO SOMETIDO A DIFERENTES PERÍODOS DE ENFRIAMIENTO Y SU EFECTO REPRODUCTIVO SOBRE LA INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA EN CERDAS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, reading "Rómulo E. López", enclosed within a blue oval scribble.

Dr. López Galarza Rómulo Eduardo
CC. 1802657500
AUTOR

DEDICATORIA

A:

Mi esposa Sol,
por su cariño y apoyo incondicional.

A:

Mis hijos, Eduardo, Anabella, Gabriela
razón de mi vida.

Rómulo

AGRADECIMIENTO

A la ESPE por dar la oportunidad a muchos profesionales para mejorar nuestra formación profesional, quienes siempre nos sentiremos gratos.

A todos los Docentes del Programa de Maestría que siempre tuvieron la mística de maestros.

A mis Padres Rómulo y Teresita, mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño por todo el esfuerzo, sacrificio y paciencia que ha demostrado a lo largo de su vida.

Rómulo.

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
LÓPEZ GALARZA RÓMULO EDUARDO	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1. INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
CAPITULO II	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA.....	3
2.1.1. Inseminación Artificial Intrauterina o Post Cervical	4
2.1.2. Inseminación Artificial Intrauterina Profunda	6
2.2. FACTORES A TENERSE EN CUENTA EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	7
2.3. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	9
2.4. DILUYENTES	11
2.5. MANEJO DE LA TEMPERATURA	13
2.6. RITMO DE COLECTA	13
2.6.1 EMPAQUE Y TRANSPORTE DEL SEMEN	14
2.6.2 MANEJO DE LAS CERDAS Y LECHONAS SERVIDAS	15
2.6.2.1 Ciclo estral de la cerda	15

2.6.2.2 Recomendaciones para la Inseminación Artificial.....	16
2.6.2.3 Sanidad.....	16
2.6.2.4 Factor hembra.....	16
2.6.2.5 El personal.....	18
2.6.2.6 Intervención hormonal en el manejo reproductivo de hembras	18
2.7 USO DE HORMONAS GONADOTROPINAS EXÓGENAS (PG600)	19
2.8 USO DE PROGESTÁGENOS	20
CAPITULO III.....	21
METODOLOGÍA	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3.1.1. CONDICIONES AGROMETEOROLOGICAS.....	21
3.1.2. MATERIALES	21
Los materiales y equipos de campo, laboratorio e insumos utilizados en la presente investigación se detalla a continuación:.....	22
De campo	22
Insumos	22
Otros.....	23
3.2. METODOS	23
3.2.1. FACTOR (ES) EN ESTUDIO Y TRATAMIENTOS	23
3.2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL	25
3.2.3. UNIDAD EXPERIMENTAL	25
3.2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	26
3.2.5. MEDICIONES EXPERIMENTALES.....	26
3.3. PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES	27
3.3.1 De Campo.....	27
3.3.2. De Laboratorio	28
3.4. ANALISIS ECONÓMICO	29
CAPITULO IV.....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS DEL EYACULADO DE VERRACO, ANTES DE SER SOMETIDO A DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO PARA SU POSTERIOR CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN.	30
4.1.1. Color y Olor	30
4.1.2. Volumen del Eyaculado	33
4.1.3. Potencial Hidrógeno.....	33
4.1.4. Concentración Espermática.....	33
4.1.5. Motilidad Masal e Individual	34
4.1.6. Formas Anormales	35
4.1.7. Vitalidad.....	35
4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS, EN SEMEN PORCINO HETEROSPÉRMICO SOMETIDO A DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO, PARA SU CONSERVACION EN REFRIGERACION DURANTE 7 DIAS.	36
4.2.1. Evaluación espermática a las 24 horas.....	36
4.2.2. Evaluación espermática a las 72 horas.....	43
4.2.3. Evaluación espermática a las 120 horas.....	44
4.2.4. Evaluación espermática a las 168 horas.....	46
4.3. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA DE CERDAS, SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA CON EL USO DE SEMEN PORCINO HETEROSPERMICO REFRIGERADO PROCESADO EN DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO.	53
4.3.1. Tasa de Concepción y Fertilidad.....	53
4.3.2. Prolificidad.....	55
4.3.3. Duración de la Gestación	58
4.4. EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CERDAS, SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA CON EL USO DE SEMEN PORCINO HETEROSPERMICO REFRIGERADO PROCESADO EN DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO.	60
4.4.1. Peso Inicial y Final.....	60
4.4.2. Ganancia de Peso	60

4.4.4. Peso de camada al nacimiento.....	61
4.4.5. Porcentaje de Natimortos	62
4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA EN CERDAS SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA CON EL USO DE SEMEN PORCINO HETEROSPERMICO PROCESADO CON DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO.....	62
CAPITULO V	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1 CONCLUSIONES	66
5.2 RECOMENDACIONES	67
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA.....	68

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Intervención hormonal en el manejo reproductivo de hembras	19
Cuadro 2 Condiciones meteorológicas.....	21
Cuadro 3 Esquema del experimento para la fase de evaluación seminal.....	24
Cuadro 4 Esquema del experimento para la fase de inseminación	24
Cuadro 5 Esquema del adeva	26
Cuadro 6 Contrastación del eyaculado heteroespermico de verraco, antes de ser Sometido a diferentes periodos de enfriamiento para su posterior Conservación en refrigeración.....	32
Cuadro 7 Evaluación de las características de supervivencia espermática, en semen porcino sometido a diferentes períodos de enfriamiento, para su conservación en refrigeración durante 7 días.	39
Cuadro 8 Evaluación de las características reproductivas y productivas de cerdas sometidas a inseminación intrauterina profunda, con el uso de semen porcino, sujeto a diferentes períodos de enfriamiento, para su conservación en refrigeración.	54
Cuadro 9 Análisis económico de la productividad en cerdas sometidas a inseminación intrauterina profunda, con el uso de semen porcino, sujeto a diferentes períodos de enfriamiento, para su conservación en refrigeración.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Motilidad Masal en semen porcino heterospérmico, sometido a diferentes períodos de enfriamiento, durante 168 horas de evaluación.	40
Figura 2.- Motilidad Individual en semen porcino heterospérmico, sometido a diferentes períodos de enfriamiento, durante 7 días de evaluación.....	41
Figura 3.- Vitalidad espermática en semen porcino heterospérmico, sometido a diferentes períodos de enfriamiento, durante 7 días de evaluación.....	42
Figura 4.- Tendencia de la regresión para la Motilidad Masal en semen porcino heterospérmico, en función a los diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración, a las 168 horas de evaluación.	49
Figura 5.- Tendencia de la regresión para la Motilidad Individual en semen porcino heterospérmico, en función a los diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración, a las 168 horas de evaluación.	50
Figura 6.- Tendencia de la regresión para la Vitalidad Espermática en semen porcino heterospérmico, en función a los diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración, a las 168 horas de evaluación.	51
Figura 7.- Tasa de Concepción y Fertilidad determinada mediante el uso de la inseminación intrauterina profunda en cerdas, con semen heterospérmico sometido a diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración.	57
Figura 8.- Tendencia de la Regresión para la Tasa de Prolificidad determinada mediante el uso de la inseminación intrauterina profunda en cerdas, con semen heterospérmico sometido a diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración.	59

RESUMEN

En el Centro de Transferencia Genética SEMENPORK, ubicada en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, se evaluó el efecto diferentes tiempos de enfriamiento de semen porcino heterospérmico (De 37 a 17 oC) durante la refrigeración, (T1: 1 Hora, T2: 1,5 Horas, T3: 2 Horas y T4: 2,5 Horas) para su posterior utilización en inseminación artificial intrauterina profunda en cerdas. El experimento estuvo dividido en dos fases, la primera corresponde a la evaluación del semen conservado y la segunda fase de análisis de la fertilidad y prolificidad en la inseminación artificial intrauterina profunda en cerdas primerizas sincronizadas. Los tratamientos fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar y evaluándose diferentes variables durante 150 días de investigación. Determinándose los mejores promedios en las características espermáticas a las 168 horas de evaluación, para el semen de verraco heterospérmico sometido a un período de enfriamiento de 2.5 horas, alcanzando promedios de 79,40 %, 4,10 puntos y 76.52 % para la motilidad masal, motilidad individual y vitalidad espermática respectivamente. Por su parte la mayor fertilidad en cerdas sometidas a inseminación intrauterina profunda, fue determinada en aquellas inseminadas con semen heterospérmico expuesto a los periodos de enfriamiento de 2.0 y 2.5 horas, alcanzando el 100.0 % de fertilidad. Asimismo mediante el uso del semen de verraco heterospérmico sometido a un período de enfriamiento de 2.5 horas e inseminación intrauterina profunda, se ha obtenido mayor tasa de prolificidad alcanzando 11.80 lechones/camada, lo que repercute sobre el peso de camada al nacimiento alcanzando un promedio de 15.68 Kg. Por lo anterior se recomienda utilizar 2.5 horas como tiempo de enfriamiento para el semen porcino diluido para su posterior conservación en refrigeración, ya que presentó resultados satisfactorios desde el punto de vista reproductivo, productivo y económico.

PALABRAS CLAVE:

SEMEN PORCINO

TEMPERATURA

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

ABSTRACT

In the Center of Genetic Transfer SEMENPORK, located in the Canton Ambato, County of Tungurahua, the effect was evaluated different times of cooling of semen swinish heterospérmico (Of 37 to 17 oC) during the refrigeration, (T1: 1 hour, T2: 1,5 hours, T3: 2 hours and T4: 2,5 hours) for their later use in deep intra-uterine artificial insemination in sows. The experiment was divided in two phases, the first one corresponds to the evaluation of the preserved semen and the second phase of analysis of the fertility and prolificidad in the deep intra-uterine artificial insemination in sows synchronized primerizas. The treatments were distributed Totally at random under a Design and being evaluated different variables during 150 days of investigation. Being determined the best averages in the spermatic characteristics at the 168 hours of evaluation, for the semen of hog subjected heterospérmico to a period of cooling of 2.5 hours, reaching averages of 79,40%, 4,10 points and 76.52% respectively for the motility masal, individual motility and spermatic vitality. On the other hand the biggest fertility in subjected sows to deep intra-uterine insemination, it was determined in those inseminated with semen exposed heterospérmico at the periods of cooling of 2.0 and 2.5 hours, reaching 100.0% of fertility. Also by means of the use of the semen of hog subjected heterospérmico to a period of cooling of 2.5 hours and deep intra-uterine insemination, bigger prolificidad rate has been obtained reaching 11.80 pig/childbirth, what rebounds on the litter weight to the birth reaching an average of 15.68 Kg. For the above-mentioned it is recommended to use 2.5 hours like time of cooling for the dilute swinish semen for their later conservation in refrigeration, since it presented satisfactory results from the reproductive, productive and economic point of view.

PASSWORD:

SWINISH SEMEN

TEMPERATURE

ARTIFICIAL INSEMINATION

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. INTRODUCCION

La industria porcina, al igual que todos los sectores de producción animal, 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 obtenidos 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.

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. Las ventajas que ésta técnica ofrece en comparación con la monta natural son: disminución del número de verracos en la granja, maximización del mejoramiento genético, producción de lotes más homogéneos, ahorro de tiempo y trabajo, y mejor control de la fertilidad de los machos y de la sanidad general del establecimiento.

El semen de verraco refrigerado que ampliamente es utilizado en la actualidad en la mayoría de granjas porcinas que utilizan inseminación artificial, debido a la baja viabilidad que este presenta si es sometido a congelación, ha quedado limitado a los centros de investigación especialmente a aquellos establecimientos que tienen el interés de conservar material genético de razas autóctonas en peligro de extinción, así como también por los costos en el proceso de congelación y descongelación. Por esta consideración el procesamiento de semen porcino demanda de un mayor cuidado

en los diferentes puntos claves del proceso, sobre todo si este va ser utilizado en la inseminación intrauterina profunda ya que el volumen seminal y el número de espermatozoides es menor al utilizado en la inseminación artificial convencional (Intrauterina), es así que la disminución de la temperatura en el proceso de refrigeración del semen que será conservado hasta por ocho días, es de vital importancia para la supervivencia espermática, desde la colección del esperma, la dilución y conservación del mismo, y es entre estos dos últimos donde intervendremos con la presente investigación, ya que luego de la dilución del semen a 37 °C este debe disminuir gradualmente hasta 17 °C, por lo que el tiempo debe ser ajustado con la disminución gradual de la temperatura, para asegurar la viabilidad de los espermatozoides, por lo que en la presente se evaluarán cuatro periodos de enfriamiento del semen a fin de identificar el tiempo óptimo, en el cual el semen procesado y refrigerados será conservado con características adecuadas de viabilidad y fertilidad, lo que directamente estará relacionado con los rendimientos productivos y consecuentemente económicos de la explotación.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar semen de porcino sometido a diferentes períodos de enfriamiento y su efecto reproductivo sobre la inseminación intrauterina profunda en cerdas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características espermáticas del semen de verraco sometido a diferentes períodos de enfriamiento, durante los 7 días posteriores al procesamiento.
- Determinar el periodo de tiempo óptimo utilizado en el enfriamiento de semen de verraco refrigerado, a través de la fertilidad y prolificidad con inseminación intrauterina profunda en Cerdas.
- Establecer un análisis económico de la utilización práctica de semen refrigerado en la inseminación intrauterina profunda en Cerdas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA

De acuerdo a Becerril (2000) Afirma que “la técnica y la aplicación de la inseminación artificial (IA) en todo el mundo ha cambiado considerablemente desde que fue propuesta como una herramienta práctica por investigadores rusos y japoneses hace más de sesenta años” (p.58). Durante los 80, el crecimiento de la IA es paulatino y paralelo al desarrollo de nuevos y específicos diluyentes para la especie porcina, así como de adecuadas técnicas para el procesamiento y manejo del semen. Durante este período en Europa se difunde mucho el uso de los servicios de inseminadores en las regiones con mayor progreso porcícola, quienes dependen en la mayoría de los casos de Centros de IA y/o Centros de Transferencia Genética (C.T.G).

También se difunde el servicio de entrega de semen diluido por parte de los C.T.G a través de eficientes sistemas del correo oficial o de la mensajería privada. Durante este período, ocurre el uso del semen congelado, principalmente con el fin de la introducción de material genético, pero con bajos riesgos sanitarios. En la década de los 90 es cuando el uso de la IA. tiene un crecimiento explosivo en el resto del mundo, con sus respectivas variaciones de un país a otro. Además de su implementación en granjas porcícolas tecnificadas de diversos tamaños, es luego incorporada en las megas empresas donde se tienen que modificar instalaciones y sus procesos en las áreas de servicios para la adopción de esta. Se pueden utilizar verracos grandes en hembras pequeñas. Se ahorra tiempo cuando hay un grupo numeroso de hembras sincronizadas para servicio.

En las piaras comerciales, la IA. Permite crear programas de cruzamientos de fácil ejecución, sin necesidad de una gran inversión en las razas requeridas de verracos. El mejor conocimiento del estatus reproductivo del rebaño de cría resultará

en la más efectiva selección de los animales reproductores. La inseminación artificial necesita establecer un nivel más elevado de manejo y puede consumir gran cantidad de tiempo si no se organiza correctamente. El productor debe desear verdaderamente que la IA tenga éxito, detallando concienzudamente todas las fases del programa. Becerril (2000) Afirma que:

La IA requiere que el servicio se haga correctamente y en el momento apropiado durante el celo para obtener una alta tasa de partos y buen tamaño de camadas. La detección de celo debe hacerse por lo menos dos veces al día si se quieren obtener los mejores resultados. Para introducir nuevo material genético en el rebaño con un mínimo riesgo de enfermedades y aumentar el uso de un macho en particular, los productores deberían considerar la introducción de un programa de IA. (p.58)

Estos programas, al proporcionar una posibilidad viable de mejorar el rebaño, requieren mayores esfuerzos de la administración, pero producirán una más clara conciencia de cuáles son los problemas reproductivos que se presentan en el rebaño. Se requieren muy pocos equipos especiales para establecer un programa que funcione bien. Uno de los mejores usos de un programa de IA es la introducción de nueva genética en el rebaño usando semen comercial. El semen colectado en la misma granja es ideal para extender el uso de unos cuantos verracos superiores. Si se siguen unas cuantas sugerencias sencillas, la IA, usando semen fresco, producirá tasas de concepción y camadas de un tamaño igual o superior a las que se logran con servicios naturales. El uso de semen congelado podría generar resultados menos favorables. Becerril (2000).

2.1.1. Inseminación Artificial Intrauterina o Post Cervical

En los últimos años el desarrollo de nuevos sistemas de inseminación artificial en la especie porcina ha permitido reducir considerablemente del número de espermatozoides viables necesarios por dosis seminal. La inseminación post-cervical

(IPC) consiste en la introducción de una cánula transcervical, a través del catéter para alcanzar la porción anterior del cuerpo del útero, donde los espermatozoides son depositados Watson (2002) Afirma que:

Los sistemas post-cervicales actuarían disminuyendo los casos de pérdidas de espermatozoides por reflujo mientras que la inseminación intrauterina profunda minimizaría además del reflujo” (T.57), el efecto del ataque por parte de los leucocitos polimorfo nucleares (responsables de la muerte del 80% de la dosis espermática), permitiendo en consecuencia, una reducción en la dosis considerablemente mayor. Estas ventajas se traducen en una dosis de inseminación de 750- 1000 millones de espermatozoides en el caso de la IPC y de tan sólo 150 millones de espermatozoides en la IIP. Arantxa (2003) Afirma que:

Johnso (1998) manifiesta que: “es el método universalmente empleado, el mismo consiste en la conservación del semen durante uno a cinco días al estado líquido entre 15 y 20 ° C. 99% de las inseminaciones realizadas en el mundo emplean este método” (p.45).

Becerril (2000) Según indica que en este método de conservación de semen, el Tiempo de duración es de 8 días por lo que debemos conservarlo con un diluyente de larga duración (p.58).

Kenedy, B. y Wilkins, J. (1984), dice que la tecnología de la crio preservación del semen suino fue desarrollada en la década de los 70, donde se logró la primera fecundación exitosa con semen congelado.

Desde dicha época hasta nuestros días, esta tecnología, ha evolucionado en forma sorprendente permitiendo obtener, en determinadas ocasiones, resultados de fertilidad y prolificidad compatibles con las exigencias actuales del mercado.

Sin embargo, una serie de factores han contribuido a la no difusión de esta tecnología entre los cuales destacamos: necesidad de contar con un laboratorio

sofisticado destinado al procesamiento del semen, manejo cuidadoso de las dosis de semen durante el almacenamiento y la descongelación, variabilidad de los resultados según los verracos, un protocolo de inseminaciones diferente al utilizado en semen fresco.

2.1.2. Inseminación Artificial Intrauterina Profunda

La industria porcina busca una forma de optimizar la productividad de los verracos destinados a la IA. La tendencia actual en la IA porcina es reducir el número de espermatozoides por inseminación y en esta línea se están desarrollando nuevas técnicas para la aplicación del semen cerca del lugar de la fecundación. Por la complejidad anatómica del tracto genital de la cerda, determinada por la longitud y las curvaturas de los cuernos uterinos, y en particular por las características del canal cervical, se ha dificultado el desarrollo de técnicas reproductivas basadas en la introducción de instrumentos al interior de los cuernos uterinos Levis (2002) Afirma que:

Un grupo de investigadores de la universidad de Murcia, España, desarrollaron la técnica de inseminación intrauterina profunda (IIUP) que consiste en la introducción transcervical de un catéter flexible en el útero de la cerda, logrando acceder sin sedación ni cirugía Vásquez (1999) Por otro lado: “se ha querido reducir la concentración de semen hasta unas 100 veces por dosis y el volumen de la misma. (p.121-128).

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 5 ml, sin afectar la fertilidad ni la prolificidad (Martínez, A. y García, L. 2002). La inseminación intrauterina profunda permite que el espermatozoide se desplace mas 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 (Belstra, 2002; Levis (2002) 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 Henao (2005) Afirma que:

“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 (p.79).

Henao (2005) Realiza un estudio cuyo objetivo era evaluar la IIUP comparativamente con la IA común bajo las condiciones de cinco granjas porcinas, consideradas representativas de la porcicultura comercial de la zona centro-occidente de Colombia, en dicho trabajo los resultados de fertilidad y de prolificidad obtenidos mediante las dos técnicas de inseminación no difirieron significativamente ($P>0.05$) y por tanto puede afirmarse que confirman los hallazgos realizados en trabajos previos por (Martínez, A. y García, L. 2002.)

La inseminación intrauterina profunda podría tener un impacto económico considerable al disminuir el numero de cerdos reproductores de una granja y de esa manera realizar una selección exhaustiva de los mismos, utilizando cerdos mas calificados, además de disminuir el espacio necesario para el mantenimiento de un cerdo reproductor, disminuir los costos de manejo, alimentación y reposición de verracos. Los datos obtenidos en trabajos que evalúan el uso de la inseminación intrauterina profunda constituyen una evidencia de la posibilidad de reducir el número y volumen de espermatozoides por dosis de semen, requeridos para una inseminación. (Martínez, A. y García, L. 2002.).

2.2. FACTORES A TENERSE EN CUENTA EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Becerril (2000) indica que entre los principales factores que se tienen que controlar para que los resultados en fertilidad como en prolificidad se mejoren de manera continua cuando se utiliza la IA son:

- Capacitación práctica del personal técnico para proceder adecuadamente en cada una de las diversas rutinas desde la colección, evaluación y procesamiento del semen, hasta la aplicación de las dosis, mediante el uso de actualizados manuales de procedimientos.
- Implementación de estrategias para el control y erradicación de enfermedades que afectan la reproducción en las cerdas reproductoras.
- Mejoramiento en el diseño o modificación de las instalaciones del laboratorio y los espacios para los sementales.
- Establecimiento de adecuadas medidas y programas de bioseguridad y de programas.
- Producción de dosis de alta calidad utilizando procedimientos para evitar la contaminación del semen por microorganismos patógenos.
- Uso de agua de alta calidad y de diluyentes que permiten una larga conservación y reducen los riesgos por cambios de temperatura.
- Adecuados procedimientos para el envasado, transporte, almacenamiento y aplicación de las dosis en las granjas de pié de cría.
- Mejoramiento de los programas de manejo reproductivo y de alimentación. Esto incluye diversas estrategias para el manejo de las cerdas de primer ingreso y las multíparas como son: detección del celo mediante el correcto uso de sementales, ya sea intactos o vasectomizados, determinación precisa del momento y la frecuencia para las inseminaciones, uso de técnicas específicas de estimulación física u hormonal durante la inseminación, así como el correcto manejo en las primeras semanas de la gestación.

En resumen, se debe considerar que el crecimiento en el uso de la IA es resultado de una serie de avances tecnológicos y de una mejor oferta de equipos e insumos. Sin embargo, en nuestras condiciones actuales la disponibilidad del factor humano de alta calidad, así como de animales sanos serán tal vez las principales limitantes para que podamos cosechar excelentes resultados.

2.3. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La IA requiere la utilización simultánea de técnicas de colecta, tratamiento, y conservación del semen así como de la inseminación en sí. La eficacia de las mismas puede ser estimada por intermedio del porcentaje de fertilidad y de partos así como por el tamaño de la camada. Flowers (1999) Afirma que:

1. La colecta

Kenedy, B. (1984), expone diferentes formas de proceder para coleccionar el semen del verraco: empleo de maniquí o de una cerda en celo, utilización de la técnica de la mano enguantada o de una vagina artificial, etc. El objetivo que tenemos que tener en todos los casos es el de producir semen de calidad bacteriológica aceptable a los efectos de evitar las contaminaciones bacterianas y/o virales que perturbe la conservación del semen, o sean responsables de la transmisión de enfermedades a las cerdas. A tales efectos es altamente recomendable trabajar con maniquí limpio, duchar o desinfectar el prepucio, utilizar la técnica de la mano con dos guantes tipo vinyl (el primero destinado a limpiar la zona prepucio y vaciar el divertículo del mismo, y el segundo, limpio, destinado a atrapar el pene), filtrar el semen durante la colecta con filtros especiales o con 6 espesores de gasa, extender el pene perpendicular al cuerpo del verraco para evitar la caída del fluido prepucial en el copo colector (o utilizar una gasa que retenga el goteo del fluido prepucial en el semen.

a. Partes del eyaculado a recoger

Laforest (1995) dice que: “el eyaculado del verraco se caracteriza por presentarse en cuatro fracciones en orden de aparición. Pre-espermática (fracción clara acompañada de gel o tapioca), representa 5-20% del volumen total; espermática o rica (fracción que proviene del epidídimo) y que posee 70% de los espermatozoides del eyaculado representando 30-50% del volumen total; post-espermática (fracción epididimaria y secreción de glándulas anexas) pobre en espermatozoides pero que representa 50-60% del volumen total colectado; fracción final clara y cargada en «tapioca» la cual serviría de tapón mucoso durante la monta natural evitando así el reflujo de espermatozoides.

Para evitar la contaminación del eyaculado es importante descartar la primera fracción, desprovista de espermatozoides y cargada en bacterias. A partir de aquí podemos colectar, solamente la fracción rica, o la fracción total (fracciones 2 y 3). Es recomendable utilizar la segunda técnica ya que; el número de espermatozoides totales recolectados es mayor y por ende optimizamos el número de dosis por eyaculado si técnica de filtración fue eficaz, el gel quedará retenido sobre el filtro o gasa disminuyendo el tiempo destinado al lavado y desinfección de la sala de colecta y finalmente el porcentaje de fertilidad, de partos y el tamaño de la carnada no se ve afectado. A diferencia de las otras especies domesticas la utilización de una vagina artificial no se ha difundido, no obstante la misma permitiría evitar el problema del acostumbamiento de algunos machos a la mano de un colectador en especial. Laforest (1995) señalo.

b. Conservación de la calidad semen

Maqueda (2001) reporta que: “un gran número de factores afectan la calidad del semen, entre ellos, procedimientos de evaluación del semen, evaluación de la morfología espermática, reacciones bioquímicas, empaçado y transporte, control de enfermedades, técnicas de inseminación, y las interacciones entre el diluyente con factores como temperatura y tiempo de almacenamiento del semen, entre otros, siendo los más importantes los diluyentes, la temperatura, conservación y

empacado, ya que de esta manera obtendremos una buena conservación de semen en cualquier método de conservación sin dañar su composición espermática. (p.8)

2.4. DILUYENTES

Johnson (1998) manifiesta que: “la conservación del semen del cerdo es realizada en base a diluyentes tipo salinos (BTS, Vital, X-Cell, Kiev, Reading, Guelph. IVT, Modena, MR-A, etc.), los cuales no contienen ni leche ni yema de huevo” (p.45).

Maqueda (2001) indica que: “desde su invención, las funciones de los diluyentes han sido básicamente las mismas: Aumentar el volumen de eyaculado y preservar la viabilidad de los espermatozoides” (p.8). Básicamente los diluyentes proveen una fuente adecuada de nutrientes, un ambiente que proteja a los espermatozoides contra la disminución de temperatura, electrolitos para mantener una adecuada presión osmótica sustancias buffer que protejan el semen contra cambios extremos de pH y antibióticos que inhiban e crecimiento bacterial.

El plasma seminal por sí solo no permite que haya una conservación duradera del semen. Por lo tanto, se le debe añadir un medio adecuado con el fin de prolongar su vida media y mantener su habilidad de fertilización. Los principales ingredientes contenidos en los diluyentes y sus funciones son:

Fuentes de energía: La energía es de suma importancia para la motilidad de los espermatozoides. La mayoría de los diluyentes contienen glucosa como principal fuente de energía, aunque otras fuentes como galactosa, fructosa, ribosa y trealosa han sido utilizadas sin tener muchas ventajas sobre la glucosa Maqueda (2001).

Buffers: El pH de la fracción rica del semen es 6.8 a 7.4 y de la fracción post-espermática es 7.0 a 7.6. Los espermatozoides y las bacterias contenidas en el semen, producen algunos metabolitos como ácido láctico, por lo que las sustancias buffer son necesarias en la preservación del semen. Buffers simples como el bicarbonato de sodio tienen una acción limitada, mientras que sustancias como el ácido 3N

Morfolino propanesulfónico (MOPS) o el ácido N-2-hidroxietil piperazin-N2-etanosulfónico (HEPES) tienen una mejor acción. Maqueda (2001).

Electrolitos: Se utilizan para regular la presión osmótica, principalmente el cloruro de potasio y el cloruro de sodio.

Antibióticos: Los antibióticos más utilizados actualmente son gentamicina, lincomicina, neomicina y espectinomicina. Maqueda (2001).

Estabilizadores de membrana: Se adicionan con el fin de prevenir o retardar alteraciones no deseadas en la estructura y la función de las membranas de los espermatozoides. Las principales sustancias utilizadas son seroalbúmina bovina BSA, hidroxitolueno butilado (BTH), etilén disódico diamino tetraacetata EDTA, polivinil pirrolidona (PVP-40), y alcohol polivinílico.

Según Maqueda (2001) los diluyentes se clasifican en:

- Diluyentes frescos: Conservan la calidad del semen durante 1-3 días.
- Diluyentes congelados: Son más complejos en su composición y preservan el semen hasta un número alto de días.
- Diluyentes de larga duración para semen refrigerado: Son más complejos en su composición y preservan el semen hasta por 8 días. (p.8)

Johnson (1998) expone que: “la elección de uno u otro depende de muchos factores entre los cuales destacaremos: la relación precio/calidad, el periodo del año” (p.45), el hecho de si el semen va a ser transportado o no, la categoría de las hembras a inseminar, sin embargo es necesario recalcar que la tecnología de la larga conservación del semen no se limita exclusivamente a la elección de tal o cual diluyente, en efecto el diluyente mágico no existe. Laforest, J.P. y Allard, D. (1995); por ejemplo si utilizamos verracos seleccionados por su calidad seminal, con un ritmo de colecta de una vez/semana, practicando una tasa de dilución de 1/10, colectando solo la fracción rica, sin transportar el semen, diluyentes relativamente simples como el diluyente yema de huevo citrato de permitirían alargar la vida útil

clásicamente considerada de 3 días a 4 o 5. A pesar de estas consideraciones hoy en día el 65% de las Inseminaciones Artificiales Porcinas (IAP) en el mundo son realizadas con semen diluido y el 85% de las mismas son realizadas en un periodo de tiempo de uno a dos días después que el semen fue colectado.

2.5. MANEJO DE LA TEMPERATURA

Daza (2002) dice que: “otro factor importante en la preservación del poder fecundante del semen del verraco es la temperatura, una vez que el semen fue diluido a 32-34°C debemos reducir la temperatura del mismo en forma gradual (2 o 3 horas) hasta la temperatura de conservación” (p.80-95).

Temperaturas de conservación de semen diluido con diluyentes clásicos tipo salino, por debajo de los 14 °C son responsables de alteraciones de la membrana del espermatozoide repercutiéndose en el poder fecundante del mismo; temperaturas por encima de los 20 °C no bajan el metabolismo espermático ni frenan el crecimiento bacteriano lo cual disminuye enormemente la vida útil del semen Gil (1996) segun “La temperatura de conservación ideal del semen de verraco varía entre 15-20 °C esta induce una disminución del metabolismo y de la motilidad espermática así como contribuye a frenar el crecimiento bacteriano” (p.41-43). Está reconocido que es muy importante controlar la fluctuación de temperatura del semen conservado.

2.6. RITMO DE COLECTA

El eyaculado del verraco tiene la particularidad de movilizar una gran parte de las reservas epididimarias. De esta forma, una colecta semanal puede contener entre 80-100 mil millones de espermatozoides, para una reserva espermática de 100 a 140. Koning (1998) Asegura que: “El aumento del ritmo de colecta agota las reservas movilizables acompañando de una disminución del volumen y de la concentración así como de un aumento de la aglutinación y del porcentaje de anomalías (gota citoplasmática)” (p.27).

Por lo tanto es correcto, no someter al verraco a un ritmo de colecta elevado a efectos de no agotar las reservas, ni espaciar demasiado las mismas con el fin de mantener un estímulo constante a la producción del semen. En la práctica, los mejores resultados son obtenidos con una colecta cada 5 días, o 3 colectas cada 15 días, sin embargo en realidad el protocolo de colecta debe adecuarse a cada macho. Así las granjas que inseminan todas las semanas, practican una colecta/semana; aquellas que inseminan todas las semanas sería recomendable que practiquen una colecta «a blanco», es decir, la semana precedente a la inseminación y desaconsejado coleccionar dos veces en la semana dejando a posterior dos semanas de descanso total. Huang & Johnson, (1996).

2.6.1 EMPAQUE Y TRANSPORTE DEL SEMEN

Flowers (1999) indica que: “inicialmente el semen fue empacado en botellas de plástico descartables, a posterior, a efectos de mecanizar el condicionamiento del semen, nacieron los tubos de plástico descartables” (p.77-99). En 1994 se comenzaron a realizar las primeras IA de campo con bolsas de plástico descartables; el interés de la mismas es múltiple: menor espacio ocupado para el almacenamiento de las bolsas en la granja o en el centro de IA; el semen es estoqueado horizontalmente permitiendo un intercambio mayor con los nutrientes del diluyente; envasado al vacío; tiempo de IA disminuido por dos: IA fisiológica ya que no es necesario forzar el ingreso de semen en el útero; etc. Finalmente, el procesamiento, empaque y transporte de semen, debe considerar estrictamente las siguientes recomendaciones:

- Minimizar el estrés físico del semen.
- Utilizar diluyentes de larga duración.
- Comercializar semen de machos de alta calidad.
- Rellenar la caja con bolitas de unicell.
- Mantener una temperatura estable en el empaque.
- Empacar suficientes refrigerantes.
- Usar doble caja.

También se recomienda establecer una buena relación con la compañía de mensajería que transporte el semen con el fin de poder dar un mejor servicio al cliente y mantener la calidad del semen lo menos alterada posible Flowers (1999).

2.6.2 MANEJO DE LAS CERDAS Y LECHONAS SERVIDAS

Castro (2002) señala que: “la característica económica más importante en la producción porcina es el número de lechones destetados por cerda/año. Es esencial que todas las cerdas de cría conciban pronto, para camadas numerosas y desteten un alto porcentaje de los lechones nacidos” (p.145). Cuando se usa correctamente un verraco fértil, con un manejo óptimo de las hembras, aproximadamente el 95% de los óvulos normales producidos deberían ser fertilizados. El manejo para lograr el máximo rendimiento reproductivo implica servir correctamente, dar buena nutrición y que haya salud en la piara y el ambiente.

2.6.2.1 Ciclo estral de la cerda

A grandes rasgos, el ciclo estral de la cerda se compone de 16 días de fase lútea y 5 días de fase folicular. En la fase lútea, los cuerpos lúteos en el ovario producen progesterona, que limita el desarrollo folicular y evita la presentación del estro. Transcurridos 12 a 14 días de la fase lútea, el útero comienza la producción de Prostaglandinas F2 alfa y ocasiona la regresión de los cuerpos lúteos y la terminación de la producción de progesterona. Una vez terminada la producción de progesterona, comienza la secreción de las gonadotropinas pituitarias, la hormona luteinizante y la hormona folículo estimulante. Técnica PIC (1999).

Esto permite que los folículos del ovario terminen su desarrollo, produzcan estrógenos y finalmente se presente el comportamiento estral. Con el comienzo del estro hay una secreción de hormona luteinizante que desencadena varios cambios en el folículo incluyendo el cambio de producción de estrógenos por la producción de progesterona, la producción de prostaglandinas intrafoliculares y finalmente la ovulación. Visión Técnica PIC (1999).

2.6.2.2 Recomendaciones para la Inseminación Artificial

Se debe realizar la IA en las lechonas cuando se acerquen a un peso de 104 a 108 Kg. la IA debe hacerse cuando llegan a los siete meses de edad. Para estar seguros de que las cerdas están ciclando para ser inseminadas a esa edad. Bazer (1988).

2.6.2.3 Sanidad

Los sistemas de producción que usan hoy los productores de cerdos exigen que los animales de la piara, estén en excelente estado de salud. El confinamiento de grandes cantidades de animales reproductores requiere de buenos programas de manejo para prevenir y controlar enfermedades, por lo que se señalan algunas recomendaciones. (Martín, S. 1989):

- Controle el tráfico de visitantes y otros portadores potenciales de enfermedades.
- Instale baños y use pediluvios con desinfectante y/o botas desechables para visitantes si es necesario que ellos entren en las instalaciones donde permanecen los cerdos.
- Siga un programa de pruebas y vacunas.
- Limpie y desinfecte regularmente sus edificios, instalaciones y equipos.
- Tenga donde eliminar con seguridad los animales enfermos o muertos.
- Disminuya riesgos sanitarios adquiriendo solamente sementales para el rebaño o usando IA para introducir genética nueva.
- Si adquiere hembras, ellas deben proceder de una fuente única, para minimizar potenciales problemas sanitarios.

2.6.2.4 Factor hembra

Un número importante de factores que dependen de la hembra pueden influenciar la fertilidad y la prolificidad como: el estado corporal después del destete, la cobertura de grasa dorsal, el estado sanitario, la temperatura, etc. es importante destacar dos directamente relacionados con la IA: el diagnóstico de celo y el momento de la inseminación. Tschinkel (1999) manifiesta:

a. Diagnóstico de celo

Koning (1998) expone que: “en la práctica, si se dispone de semen de buena calidad, el éxito en materia de IA depende del momento de la misma y por ende de la detección de celo. Una mala detección de celo, constituye aún, una de las primeras causas de fallas en un programa de IA” (p. 27).

Bazer (1988) según “expone que el diagnóstico de celo se basa en la puesta en evidencia del reflejo de inmovilidad por presión lumbar en presencia del macho, acompañado por los síntomas secundarios de anorexia, tumefacción y congestión de la vulva, orejas erectas, agitación” (p.20), etc. La duración del mismo es altamente variable entre cerdas, desde 24 hasta 103 horas con un promedio de 50 horas.

Weitze (2000) dice que: “en la cerda, el celo después de la pubertad, no modificaría la duración del mismo, los trabajos disponibles son contradictorios respecto de la duración del celo y el número de la camada;” (141-145) por el contrario la mayoría de los autores concuerdan en indicar que la duración del celo varía en función del momento de aparición del mismo después del destete y que existe una correlación estrecha entre la duración del celo y el momento de la ovulación. Así las cerdas que entran en celo entre el día cero y el día cuatro después del destete, presentan celos largos y ovulaciones tardías en relación a aquellas que inician su comportamiento estral más tardíamente. Como regla general, las cerdas que entran en celo con un intervalo destete-celo inferior a 4 días presentan celos que duran, en promedio, 20 horas más que aquellas que lo hacen después de 4 días.

Desde un punto de vista práctico, el diagnóstico de celo debe comenzarse entre 2 a 2.5 días después del destete, dos veces/día temprano en la mañana (media hora después de haber distribuido la ración) y en fin de jornada, siempre a la misma hora e intervalo (10-12h); evitando los ruidos, con vestimenta de trabajo que no posea olores ajenos a la granja (gasolina, perfume, etc). La utilización de una buena IA, en el momento de la detección, permite poner en evidencia la mayoría de las cerdas en celo; debe evitarse el diagnóstico de celo en ausencia del reproductor. Weitze (2000)

b. Momento de la Inseminación Artificial

El momento de la IA en relación a la ovulación es especial para la obtención de buenos resultados de fertilidad y prolificidad. Kenedy B. y Wilkins J. (1984). El momento de la IA resulta variable en relación al inicio del celo natural o inducido; así por ejemplo con una cerda de genotipo cruzado el intervalo ente el inicio del celo y la ovulación, varía de 6 a 88 horas según que el celo sea tardío o precoz con respecto al destete.

El método de servicio modificaría también el momento de la ovulación; así la ovulación será 4 horas más precoz y dura menos tiempo en las hembras en monta natural que en aquellas inseminadas. Los componentes del plasma seminal natural del verraco desencadenarían el avance de la ovulación (Kenedy B. y Wilkins J., 1984).

2.6.2.5 El personal

El factor humano es sin duda, uno de los más complejos a manejar. En tal sentido todo programa de IA debe necesariamente contar con una capacitación (y motivación) de todo el personal de la granja, con especial énfasis de aquellos que trabajan en el pie de cría, ya que el mismo influencia en forma importante los resultados reproductivos.

2.6.2.6 Intervención hormonal en el manejo reproductivo de hembras

Visión Técnica PIC, (1999), indica que en los sistemas modernos de producción de cerdos es necesaria la intervención hormonal para:

- Integrar a hembras que llegan como reemplazo a los grupos de servicio o la después de pasar por el aislamiento y adaptación.
- Formar grupos de servicio en poblaciones de granja.

- Reducir el intervalo de días entre el destete y la presentación de calor, y/o cuando buscamos controlar este intervalo, para permitir a la hembra recuperar su condición corporal después del destete.
- Como porcicultores o personas relacionadas con la producción, es necesario saber cuándo se debe intervenir con tratamientos hormonales y cómo es la mejor manera de hacerlo. Debemos estar conscientes de que mal utilizadas, las hormonas exógenas pueden causar problemas de producción.

Cuadro 1
INTERVENCIÓN HORMONAL EN EL MANEJO REPRODUCTIVO DE HEMBRAS

Producto	Descripción	Función	Uso	Efecto
Rehúsate	Progestágeno	Prevenir el desarrollo folicular, después de lúteolisis	Solamente en hembras que están ciclando. Uso limitado en hembras destetadas	Presentación del estro 4 a 8 días después de terminar el tratamiento.
PG600	PMSG y HCG	Desencaden los cambios asociados al crecimiento Folicular.	En hembras prepúberes y en combinación con progestágenos en hembras destetadas.	Presentación del calor 4 a 10 días de terminar el tratamiento.

Fuente: Visión Técnica PIC. 1999.

2.7 USO DE HORMONAS GONADOTROPINAS EXÓGENAS (PG600)

Según Visión Técnica, (1999), para inducir el estro y la ovulación en hembras primerizas, pueden utilizarse hormonas gonadotropinas exógenas que simulen la acción de la hormona luteinizante y la hormona foliculoestimulante. Un producto que contiene una combinación de estas en el PG600 (400 UI PMSG y 200 UI HCG). Estas hormonas gonadotrópicas exógenas sirven para inducir el estro y la ovulación. Este producto se usa exitosamente en hembras jóvenes. El PG600 trabaja como las gonadotropinas endógenas en la fase folicular del ciclo estral, es decir, desencadenando los cambios foliculares que permiten la presentación del calor y la

ovulación. Con el uso de PG600 se han documentado casos en los que un porcentaje de las hembras presentan calor silencioso (aunque sí ovulan) y hembras que sí presentan calor pero con baja tasa de ovulación.

Visión Técnica PIC, (2001), indica que se ha demostrado que la administración de una inyección de PG-600 o PMSG en el momento que se retira la progesterona mejora la tasa de fecundidad y especialmente cuando se realiza la inseminación fuera de la temporada normal de reproducción. PG600 contiene 400 IU de (PMSG) y 200 IU de (HCG) y es un producto inyectable que se usa para inducir pubertad y pre-pubertad en cerdas de reemplazo. En ensayos de investigación, PG-600 ha dado mejores resultados que una sola inyección de PMSG (Gonadotropinas séricas de Yegua Preñada).

2.8 USO DE PROGESTÁGENOS

La utilización de progestágenos en la sincronización del celo en cerdas no es un muy difundido, por lo que el producto comercial más utilizado es el Regumate que se compone de un progestágeno sintético, actuando como programador y sincronizador del ciclo estral en ganado porcino, se halla constituido de Altrenogest 4 mg y Excipiente c.b.p.....1 ml, este progestágeno actúa de la siguiente manera

- Sincronización del estro en cerdas nulíparas que estén ciclando. Se administra 5 ml diariamente durante 18 días consecutivos. El estro se presentará de 3 a 5 días después de que se suspende el tratamiento. Este período puede presentar variaciones mínimas debido a condiciones climáticas y a las prácticas de manejo reproductivo de cada explotación.
- En cerdas multíparas el tratamiento debe iniciarse al momento del destete. Con dosis de 5 ml a cada cerda diariamente durante 5 días. El estro se presentará a los 2 - 3 días después de que se suspende el tratamiento. Este período puede presentar variaciones mínimas debido a condiciones climáticas y a las prácticas de manejo reproductivo de cada explotación. Este tratamiento permite incorporar a las cerdas a la piara después del destete.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la presente investigación se realizó en el Centro de Transferencia Genética SEMENPORK con la siguiente ubicación geográfica:

Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato
Altitud:	2.577 m.s.n.m.
Parroquia:	Santa Rosa
Dirección:	Barrio Las Carmelitas vía a Guaranda
Duración:	5 meses (150 Días)

3.1.1. CONDICIONES AGROMETEOROLOGICAS

En el cuadro 2, se presenta las condiciones ambientes del lugar donde se realizó el experimento.

Cuadro 2

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

PARAMETROS	VALOR
Temperatura, °C	12.5
Humedad relativa,%	60
Vientos, km/h	12
Heliofanía, horas luz	10

Fuente: Consejo Provincial de Tungurahua, (2012).

3.1.2. MATERIALES

Los materiales y equipos de campo, laboratorio e insumos utilizados en la presente investigación se detalla a continuación:

De campo

- Funda de recolección seminal
- Guantes de Vinyl
- Potro de monta
- Termo de Recolección
- Aretes de identificación

De Laboratorio

- Mandil
- Franela
- Baño María
- Espermidensímetro
- Estufa
- Gradilla
- Matraz Erlenmeyer
- Microscopio
- Nevera de conservación graduable
- Papel pH
- Pera de hule
- Pipeta graduada
- Plancha de calentamiento y agitación magnética
- Porta y cubre objetos
- Probeta graduada
- Termómetro
- Tubos de Ensayo
- Vasos de Precipitación

Insumos

- Material de escritorio.
- Agua Bidestilada
- Botellas de Inseminación Artificial de 100 ml
- Solución de Formaldehído
- Colorante Eosina Nigrosina

- Diluyente ANDROSTAR
- Poraobjetos
- Cubreobjetos
- Cateteres de IA
- Regumate

Otros

- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Computadora
- Hojas de registro
- Esferográficos
- Papel bond
- Flash Memori

3.2. METODOS

3.2.1. FACTOR (ES) EN ESTUDIO Y TRATAMIENTOS

La presente investigación consta de un factor en estudio que constituyen los cuatro diferentes tiempos de enfriamiento de semen porcino heterospérmico (De 37 a 17 °C) durante la refrigeración, (T1: 1 Hora, T2: 1,5 Horas, T3: 2 Horas y T4: 2,5 Horas) para su posterior utilización en inseminación artificial intrauterina profunda en cerdas. El experimento consta de dos fases, la primera corresponde a la evaluación del semen conservado y la segunda fase de análisis de la fertilidad y prolificidad en la inseminación artificial intrauterina profunda en cerdas primerizas sincronizadas.

En el Cuadro 3, se presenta el esquema del experimento de la primera fase correspondiente a la evaluación seminal del semen refrigerado a lo largo de 7 días de conservación.

Cuadro 3**ESQUEMA DEL EXPERIMENTO PARA LA FASE DE EVALUACIÓN SEMINAL**

TRATAMIENTOS	CODIGO	TUE	REPETICIONES	No. DÓISIS
1,0 Horas	T1	2	10	20
1,5 Horas	T2	2	10	20
2,0 Horas	T3	2	10	20
2,5 Horas	T4	2	10	20
TOTAL UNIDADES EXPERIMENTALES				80

T.U.E. = Tamaño de la Unidad Experimental.

Elaboración: López, R. (2013)

El siguiente esquema del experimento corresponde a la segunda fase de evaluación del semen refrigerado en la inseminación artificial intrauterina profunda en cerdas.

Cuadro 4**ESQUEMA DEL EXPERIMENTO PARA LA FASE DE INSEMINACIÓN**

TRATAMIENTOS	CODIGO	TUE	REPETICIONES	No. ANIMALES
1,0 Horas	T1	1	10	10
1,5 Horas	T2	1	10	10
2,0 Horas	T3	1	10	10
2,5 Horas	T4	1	10	10
TOTAL UNIDADES EXPERIMENTALES				40

T.U.E. = Tamaño de la Unidad Experimental.

Elaboración: López, R. (2013)

3.2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los Tratamientos en las dos fases de la investigación fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) debido a la homogeneidad que existe tanto en el procesamiento de semen sometido a diferentes periodos de enfriamiento (T1: 1.0 Horas, T2: 1.5 Horas, T3: 2.0 Horas, T4: 2.5 Horas), como en la utilización de cerdas primerizas, con la utilización del semen proveniente de los tratamientos anteriormente descritos, por lo que el experimento se ajusta al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable dependiente

μ = Media General

T_i = Efecto de los Tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del Error Experimental

3.2.3. UNIDAD EXPERIMENTAL

En el desarrollo de la primera fase de la investigación, se consideró la evaluación de semen heterospérmico el mismo que fue sometido a diferentes periodos de enfriamiento para su conservación en refrigeración. El mismo que fue extraído de dos reproductores de la Línea comercial PIC los mismos que presentaban una edad de aproximadamente de 1 año. En esta fase el tamaño de la Unidad Experimental es de 2 tubos de semen procesado de aproximadamente 50 ml de volumen cada uno, con 10 repeticiones por tratamiento. Para la segunda fase de la investigación se utilizarán cerdas primerizas provenientes del cruce York x Landrace con un peso promedio de 90 Kg. y una edad de entre 7 y 8 meses de edad, la unidad experimental es una cerda, con 10 repeticiones para cada tratamiento, consistentes en el uso de semen proveniente de los cuatro periodos de enfriamiento.

3.2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tanto en los resultados de la primera como segunda fase de la investigación se utilizó Estadística Inferencial, de acuerdo a lo siguientes procedimientos:

- Análisis de la varianza (ADEVA)
- Separación de medias utilizando la prueba de Tukey con el nivel de significancia del ($P \leq 0.05$).
- Análisis de Correlación y Regresión

A continuación se presenta el esquema del ADEVA, que responde al modelo matemático del Diseño Completamente al Azar.

Cuadro 5

ESQUEMA DEL ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	39
Tratamientos	3
Error Experimental	36

Elaboración: López, R. (2013)

3.2.5. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se evaluaron en la presente investigación son las siguientes:

1. Para la Evaluación Seminal

a. Características Macroscópicas del semen

- Color
- Olor
- Volumen de la Fracción Rica (cc)
- pH

b. Características Microscópicas del semen

- Concentración (Spz./cc)
- Formas Anormales (%)
- Motilidad Masal (%)
- Motilidad Individual (Pts.)
- Vitalidad (%)

2. Para la Evaluación productiva de cerdas inseminadas

- Peso al inicio de la gestación (Kg.)
- Peso de la hembra al final de la gestación (Kg.)
- Porcentaje de Natimortos (%)
- Peso de Crías al nacimiento (Kg.)

3. Para la Evaluación reproductiva de cerdas inseminadas

- Duración de la preñez (Días)
- Tasa de Concepción (%)
- Tasa de Fertilidad (%)
- Prolificidad = Tamaño de Camada al Nacimiento (No.)

3.3. PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

3.3.1 De Campo

Para iniciar la investigación se confeccionó un potro de monta, para el acostumbramiento y extracción seminal del reproductor, en total se realizó un total de 4 extracciones que fueron suficientes para la elaboración de las dosis seminales.

Para la sincronización de celo en cerdas, se utilizó REGUMATE por 18 días, aplicando una dosis de PG600 el mismo día, un complejo hormonal que favorece el desarrollo folicular, de esta manera se puede esperar hasta un máximo de cuatro días antes de la presentación del reflejo de inmovilidad, que es el signo más importante del estro para efectuar la primera inseminación. Durante el experimento, se utilizó dos inseminaciones con intervalos de 24 horas, la inseminación efectuada fue intrauterina profunda utilizando la sonda Magaplus DD, con un volumen de 50 cc, utilizando semen de 4 días de conservación, de esta manera el semen cumplió 4 y 5 días de refrigeración antes de ser utilizado en la inseminación de cerdas que presentaron el reflejo de inmovilidad. Posteriormente se evaluó la concepción mediante la utilización de ultrasonido.

3.3.2. De Laboratorio

Una vez extraído el semen inmediatamente fue transportado al Laboratorio de Inseminación Artificial, para la evaluación de la calidad seminal donde se analizó las Características Macroscópicas como: Color, Olor, Volumen de la Fracción Rica, pH y Características Microscópicas como: Concentración (Spz./cc), Motilidad Masal (%), Motilidad Individual (Pts.), Formas Anormales (%), Vitalidad (%). Los procedimientos para la preparación de semen que fueron sometido a los diferentes periodos de enfriamiento de semen, se detallan a continuación:

- Dilución 3×10^7 Spz./15 cc diluyente.
- Diluyente: ANDROSTAR
- Temperatura de dilución 37 °C.
- Caída de Temperatura de 37 a 17°C de acuerdo a los diferentes periodos de enfriamiento.
- Envasar en tubos de 50 cc
- Conservar a 17°C por 8 días en el refrigerador.

Una vez procesado el semen fue evaluado cada 24 horas, para determinar parámetros como motilidad y vitalidad espermática mediante la técnica de tinción vital.

3.4. ANALISIS ECONÓMICO

El análisis económico de la presente investigación estuvo basado en los costos de producción de las dosis seminales y la cotización del costo/lechón nacido vivo de cada tratamiento, así como la rentabilidad obtenida al final de la investigación.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MACROSCOPICAS Y MICROSCOPICAS DEL EYACULADO DE VERRACO, ANTES DE SER SOMETIDO A DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO PARA SU POSTERIOR CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN.

A continuación describimos de las características macroscópicas y microscópicas determinadas en 8 extracciones de semen proveniente de dos verracos de la Línea Comercial Pig de aproximadamente 1 año de edad, los mismos que posteriormente fueron procesados, conservados y utilizados en la inseminación artificial de cerdas.

4.1.1. Color y Olor

La coloración que presentaron los eyaculados de verraco, en las diferentes extracciones fue Blanco Lechoso, lo que se debe a la concentración espermática sin ningún tipo de contaminante y el olor fue proteico neutro característico en el semen, con una leve impregnación de Testosterona propia de esta especie, libre de olores desagradables que podrían ser provocado por contaminación bacteriana, como se reporta en el cuadro 6.

Estos resultados están acordes a lo descrito por De Alba (2010) Ma nifiesta que: “el color del eyaculado del verraco debe ser blanco lechoso en animales jóvenes y blanco cremoso en animales adultos, las desviaciones hacia tonalidades amarillas” (p.31-40), verdes, rosas o castañas son indicio de suciedad o contaminación de origen patológico (pus, bacterias, orina). Los eyaculados así coloreados se excluirán de cualquier utilización.

Con respecto al olor, De Alba (2010) manifiesta que: “el olor del esperma permite sacar ciertas conclusiones sobre la subsiguiente capacidad de empleo de eyaculado” (p.31-40). El semen normal del verraco tiene olor proteico neutro la existencia de olores fuertes o específicos, del verraco indicando que el eyaculado se ensució con orina y secreción prepucial. Un eyaculado de este tipo contiene por lo regular una elevada proporción de gérmenes. Ello hace que sea muy corto su plazo de empleo, no debiendo incluso utilizarse. El olor pútrido indica alteraciones patológicas, en este caso suele modificarse también el color del eyaculado. El semen que exhiba estas características debe eliminarse.

Cuadro 6

CONTRASTACIÓN DEL EYACULADO HETEROESPERMICO DE VERRACO, ANTES DE SER SOMETIDO A DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO PARA SU POSTERIOR CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN.

CARACTERÍSTICA	Promedio	DS
Número de Extracciones (n)	8	-
Color	Blanco Lechoso	-
Olor	Proteico Neutro	-
Volumen de Eyaculado (cc)	188,00	6,68
pH	7,15	0,12
Concentración (1×10^6 Spz./ml)	350,00	20,70
Motilidad Masal (%)	99,13	1,13
Motilidad Individual (Pts.)	4,95	0,08
Formas Anormales (%)	2,01	0,78
Vitalidad (%)	98,88	0,83

Elaboración: López, R. (2013).

Por lo anteriormente expuesto, el semen heterospérmico utilizado en el presente experimento mostró buena calidad para estas dos características, por lo que fue viable para ser procesado.

4.1.2. Volumen del Eyaculado

El volumen del eyaculado de la fracción rica, obtenida en las diferentes recolecciones de semen, presentó un promedio de 188.00 ± 6.68 cc, lo cual está dentro de los rangos normales de un reproductor de la Línea Comercial Pig. Cuadro 6.

Estos resultados están acordes a lo descrito por De Alba (2010) Afirma que: “en el verraco el volumen sin tapioca, asciende por término medio a 150 cc y fluctúa entre 100 y 200 cc de acuerdo con la edad del animal” (p.31-40), con la técnica de obtención del esperma y con las características individuales.

4.1.3. Potencial Hidrógeno

El pH del eyaculado de la fracción rica, obtenida en las diferentes recolecciones realizadas a los verracos de la Línea Comercial Pig, presentó un promedio de 7.15 ± 0.12 , lo cual está dentro de los rangos normales. Cuadro 6.

Este promedio está cercano al expuesto por Ochoa (2008) donde afirman que: “el pH normal del semen porcino es de 7.0 con variaciones de 6.8 y 7.5 y la mayor frecuencia de eyaculados con 6.9 - 7.1, un eyaculado con bajo pH tiene más valor que otro con pH elevado.” (p.15)

4.1.4. Concentración Espermática

La concentración espermática es una de las características microscópicas más importantes del semen ya que de ello depende la cantidad de dosis seminales que se puedan obtener de cada eyaculado, es así que el número de espermatozoides por cc de eyaculado, presentó un promedio de $350 \pm 20.70 \times 10^6$ espermatozoides/cc, lo cual

está dentro de los rangos normales de un reproductor de la Línea Comercial Pig de 1 año de edad. Cuadro 6.

Al respecto por De Alba (2010) manifiesta que: “la concentración espermática puede variar de acuerdo a la edad, de esta manera un verraco joven y adulto pueden presentar concentraciones de 150×10^6 spz/cc 300×10^6 spz/cc espermatozoides” (p.31-40).

4.1.5. Motilidad Masal e Individual

La motilidad Masal observada microscópicamente, en las diferentes recolecciones realizadas, presentó un promedio de 99.13 ± 1.13 %, lo cual está dentro de los rangos normales, de un semen de calidad, aunque para la evaluación de este parámetro se necesita mucha experiencia ya que la medición es subjetiva. Cuadro 6.

Los resultados determinados en la presente investigación son superiores a los establecidos por Acosta (2004) Asegura que “quien evaluó 346 eyaculados obtenidos de 12 machos, con edades comprendidas entre 9 y 12 meses, utilizando dos métodos de evaluación seminal, el convencional y otro de acuerdo a las normas cubanas, determinándose promedios de (74.67 y. 77.40 %)” (p.64), para la motilidad masal, lo que podría hallarse relacionado a la temperatura ambiental, ya que los espermatozoides son sensibles a los cambios de temperatura.

La motilidad Individual observada microscópicamente, en las diferentes recolecciones de eyaculados de verracos de la Línea Comercial Pig, presentó un promedio de 4.95 ± 0.08 puntos, lo cual indica que los espermatozoides en general presentaron movimientos progresivos y muy rápidos. Cuadro 6.

Al respecto Acosta (2004) según “en su investigación determinó, que la motilidad individual de acuerdo a la calidad de movimientos difirió entre los genotipos de sementales evaluados ($P < 0.001$)” (p.64), es por esta razón que en la presente investigación se utilizó semen heteróspermico, a fin de obtener un resultado medio.

4.1.6. Formas Anormales

Las formas anormales determinadas microscópicamente en los eyaculados de verracos de la Línea Comercial Pig, analizado en las diferentes recolecciones, presentó un promedio de 2.01 ± 0.78 %, lo que señala que los espermatozoides en general son de estructura normal, sin embargo se determinaron espermatozoides con gota citoplasmática, cola en látigo y cola en ovillo en el porcentaje anteriormente indicado que es bajo. Cuadro 5.

De Alba (2010) expone que: “el estudio de morfoanomalías no debe arrojar más de un 20% de espermatozoides anormales, aceptándose como normal un 10%” (p.31-40).

Por lo anteriormente expuesto podemos decir que se ha contado con un semen de buena calidad antes del procesamiento, lo que puede deberse que al tratarse de un reproductor destinado a monta natural, ha permanecido en reposos por un buen periodo de tiempo, lo cual ha permitido obtener un semen maduro y de excelentes características.

4.1.7. Vitalidad

La Vitalidad espermática determinada por la integridad y calidad de la membrana del espermatozoide, mediante la técnica de tinción con Eosina-Nigrosina, presentó un promedio de 98.88 ± 0.83 %, lo que indica que el semen es clasificado de excelente calidad, ya que el mayor porcentaje de vitalidad presenta buena integridad de la membrana. Cuadro 5.

De acuerdo a estos resultados se puede apreciar los espermatozoides antes de tinción presentaron integridad de su membrana plasmática, en un buen porcentaje, por lo que el semen utilizado tuvo buena capacidad fecundante luego de su procesamiento.

Por su parte Acosta (2004) seun “indica que la vitalidad espermática resultó superior al utilizar la evaluación convencional ($P < 0.01$), obteniéndose un promedio de 80.69 %. (p.64)

4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS ESPERMATICAS, EN SEMEN PORCINO HETEROSPÉRMICO SOMETIDO A DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO, PARA SU CONSERVACION EN REFRIGERACION DURANTE 7 DIAS.

Luego del procesamiento del semen de verraco heterospérmico de la Línea Comercial Pig, se determinó resultados que difirieron en función del tiempo, sin embargo hasta las 168 horas el semen procesado presenta características vitales de acuerdo a los siguientes resultados:

4.2.1. Evaluación espermática a las 24 horas

La motilidad masal observada microscópicamente a las 24 horas, presentó diferencias significativas ($P < 0,01$), así el mayor porcentaje de motilidad presentó el semen que fue sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 97.59 %, seguido por la motilidad reportada en el semen porcino que fue sometido a un período de enfriamiento de 2.0 Horas con 96.91 %, posteriormente se registró la motilidad masal del semen porcino que fue sometido a 1.5 horas de enfriamiento con 95,53 % y finalmente con un menor porcentaje de motilidad masal fue identificado el semen sujeto a un periodo de enfriamiento de 1.0 hora con 93,93% de motilidad.

Cuadro 7. Gráfico 1.

La repercusión del efecto de la temperatura se hace evidente a las 24 horas de evaluación, al respecto Daza (2002) dice que: “uno de los factores de importancia en la preservación del poder fecundante del semen del verraco es la temperatura” (p.80-

95), una vez que el semen fue diluido a 32-34°C debemos reducir la temperatura del mismo en forma gradual (2 o 3 horas) hasta la temperatura de conservación.

Asimismo la temperatura de conservación ideal del semen de verraco varía entre 15-20 °C esta induce una disminución del metabolismo y de la motilidad espermática así como contribuye a frenar el crecimiento bacteriano. Está reconocido que es muy importante controlar la fluctuación de temperatura del semen conservado, y es justamente lo que se tomó en consideración en la presente investigación ya que el semen fue conservado a temperatura constante de 17 °C.

La motilidad individual observada microscópicamente a las 24 horas de evaluación en el semen procesado, presentó diferencias significativas ($P < 0,01$), así el mayor puntaje de motilidad individual presentó el semen que fue sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 4.59 puntos, seguido por el semen porcino que fue sometido a los períodos de enfriamiento de 2.0 y 1.5 horas con un promedio de 4.35 y 4.21 puntos respectivamente y con un menor puntaje de motilidad individual registramos al semen heterospérmico que fue sometido a un período de enfriamiento de 1.0 hora con 3.54 puntos de motilidad. Cuadro 7. Gráfico 2.

Los resultados obtenidos en la presente investigación superan a los encontrados por Salazar (2015) según: su estudio sobre la evaluación del Dipol como diluyente de recolección seminal y su efecto sobre la conservación y fertilidad de semen refrigerado de verraco quien encontró una motilidad individual de 4,31 puntos a las 24 horas de evaluación espermática aduciendo que la fructólisis tiene importantes correlaciones con la motilidad espermática y que puede actuar como inhibidor de la misma, de esta forma la glucosa que contienen los diversos medios de conservación también es oxidada por los espermatozoides a través de la vía glucolítica. A medida

que se incrementa el tiempo de conservación de los espermatozoides, los efectos del pH sobre la motilidad se hacen más evidentes.

La vitalidad espermática determinada por la calidad de la membrana mediante tinción con Eosina-Nigrosina a las 24 horas de evaluación, presentó diferencia significativa ($P < 0.01$), de esta manera el mayor porcentaje de vitalidad presentó el semen que fue sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 92.00 %, seguido por la vitalidad determinada el semen porcino que fue sometido a los períodos de enfriamiento de 2.0 y 1.5 Horas con valores de 90.30 y 90.08 % en su respectivo orden y con un menor porcentaje de vitalidad fue identificado el semen expuesto a un período de enfriamiento de 1.0 hora con 83,57 % de vitalidad. Cuadro 7. Gráfico 3.

Respecto a estos resultados hay que considerar que las temperaturas de conservación de semen diluido con diluyentes clásicos tipo salino, por debajo de los 14 °C son responsables de alteraciones de la membrana del espermatozoide repercutiéndose en el poder fecundante del mismo; temperaturas por encima de los 20 °C no bajan el metabolismo espermático ni frenan el crecimiento bacteriano lo cual disminuye enormemente la vida útil del semen Gil (1996).

Cuadro 7**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SUPERVIVENCIA ESPERMÁTICA, EN SEMEN PORCINO SOMETIDO A DIFERENTES PERÍODOS DE ENFRIAMIENTO, PARA SU CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN DURANTE 7 DÍAS.**

CARACTERÍSTICA	PERIODOS DE ENFRIAMIENTO EVALUADOS (Horas)				\bar{X}	Prob.	% CV
	1,0	1,5	2,0	2,5			
<i><u>Evaluación a las 24 horas</u></i>							
Motilidad Masal (%)	93,93 d	95,53 c	96,91 b	97,59 a	95,99	0,0001 **	0,14
Motilidad Individual (Pts.)	3,54 c	4,21 b	4,35 b	4,59 a	4,17	0,0001 **	3,16
Vitalidad (%)	88,57 c	90,08 b	90,30 b	92,00 a	90,24	0,0001 **	0,62
<i><u>Evaluación a las 72 horas</u></i>							
Motilidad Masal (%)	91,95 d	93,55 c	94,97 b	95,53 a	94,00	0,0001 **	0,17
Motilidad Individual (Pts.)	3,23 c	3,90 b	4,03 b	4,30 a	3,87	0,0001 **	3,35
Vitalidad (%)	82,46 c	84,00 b	84,16 b	86,14 a	84,19	0,0001 **	0,63
<i><u>Evaluación a las 120 horas</u></i>							
Motilidad Masal (%)	81,41 d	83,01 c	84,38 b	85,12 a	83,48	0,0001 **	0,66
Motilidad Individual (Pts.)	2,68 d	3,48 c	3,79 b	4,16 a	3,53	0,0001 **	3,55
Vitalidad (%)	68,06 d	69,56 c	81,64 b	85,21 a	76,12	0,0001 **	0,91
<i><u>Evaluación a las 168 horas</u></i>							
Motilidad Masal (%)	75,92 c	77,53 b	78,95 a	79,40 a	77,95	0,0001 **	0,79
Motilidad Individual (Pts.)	2,38 d	3,18 c	3,67 b	4,10 a	3,33	0,0001 **	3,85
Vitalidad (%)	53,49 d	60,49 c	69,78 b	76,52 a	65,07	0,0001 **	1,23

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo Tukey (P<0.05)

Prob: Probabilidad

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación

Elaboración: López, R. (2013).

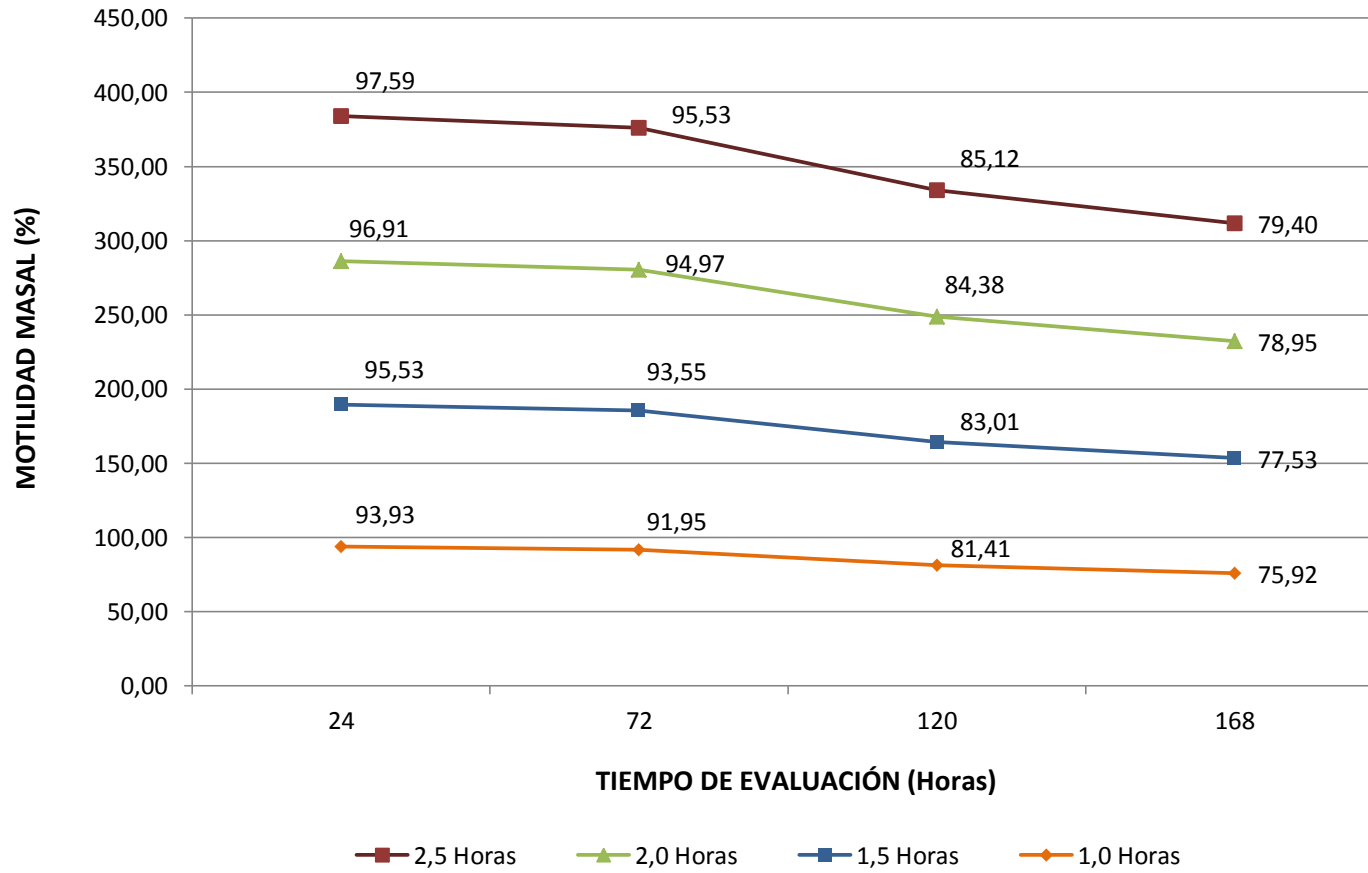


Figura 1.- Motilidad Masal en semen porcino heterospérmico, sometido a diferentes períodos de enfriamiento, durante 168 horas de evaluación.

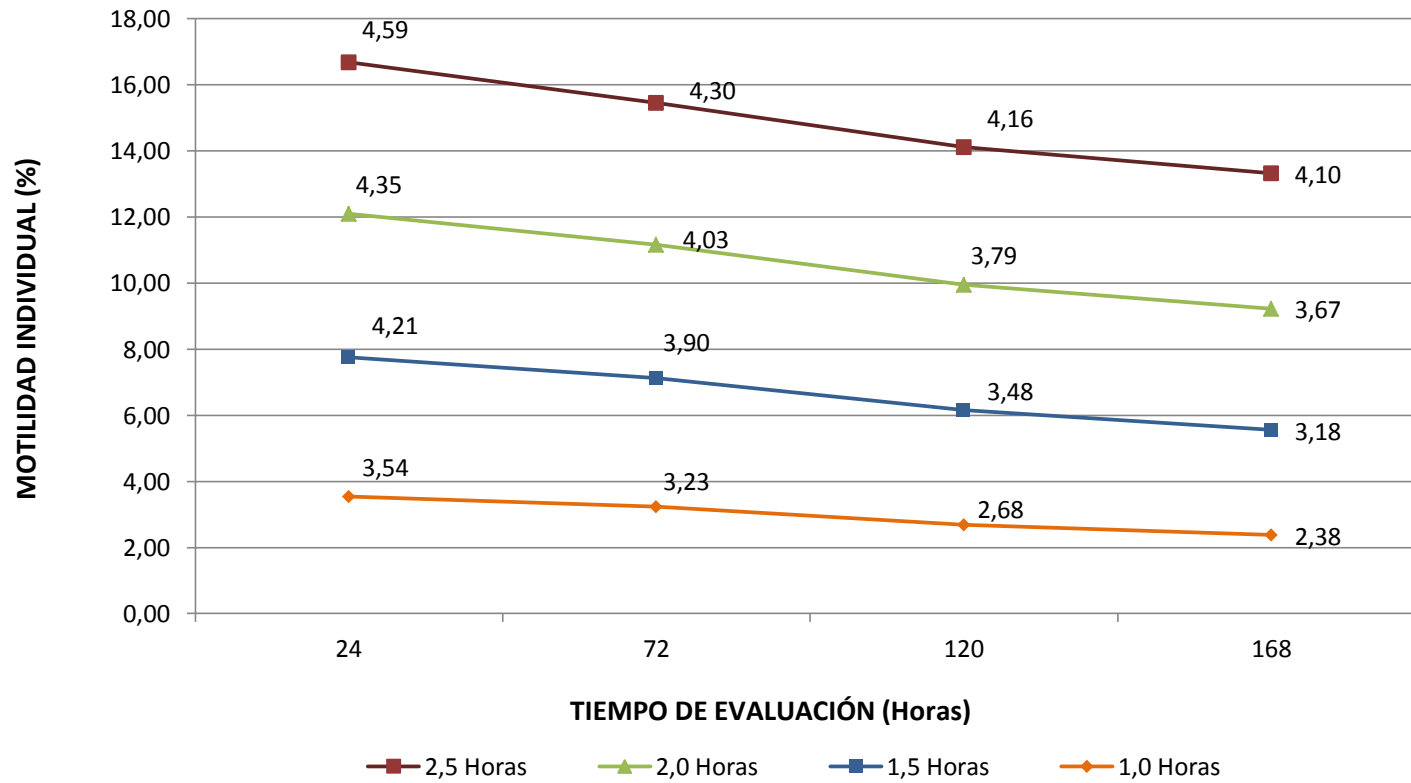


Figura 2.- Motilidad Individual en semen porcino heterospérmico, sometido a diferentes períodos de enfriamiento, durante 7 días de evaluación.

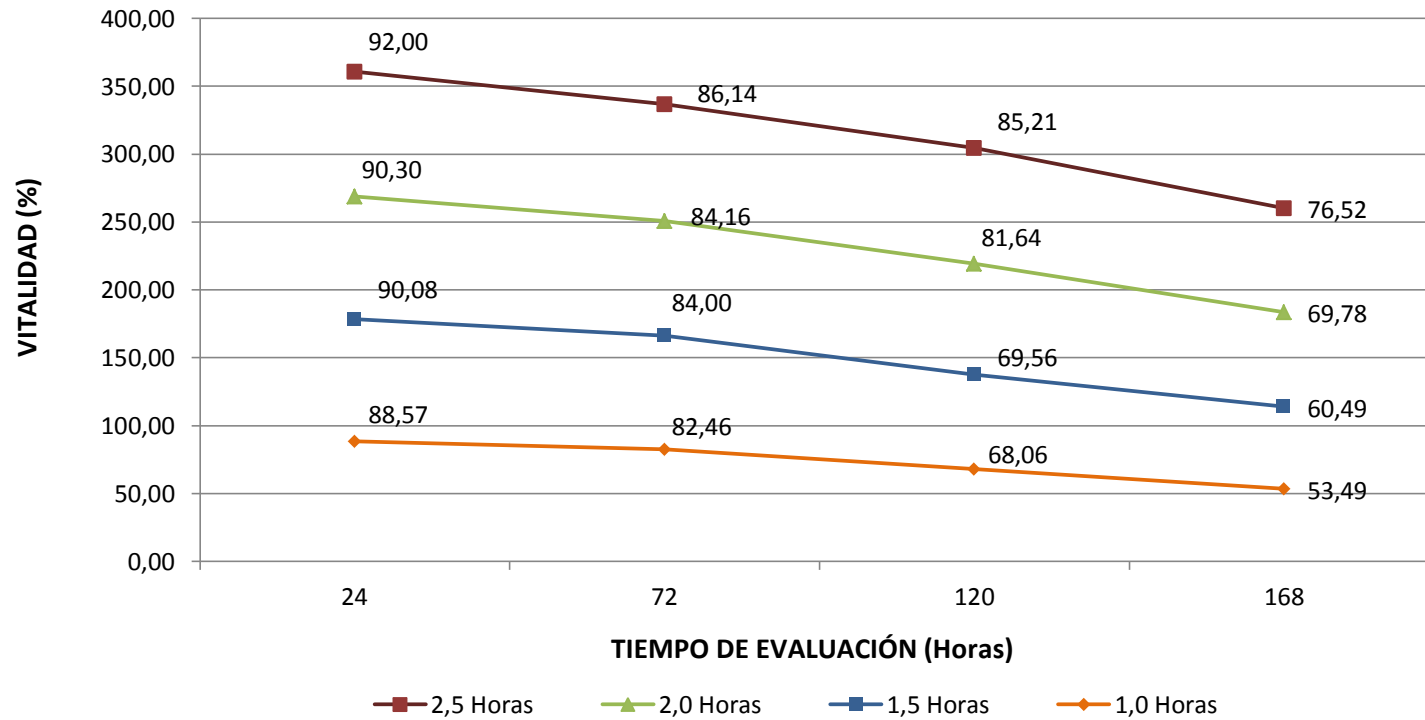


Figura 3 .- Vitalidad espermática en semen porcino heterospérmico, sometido a diferentes períodos de enfriamiento, durante 7 días de evaluación.

4.2.2. Evaluación espermática a las 72 horas

La motilidad masal observada microscópicamente a las 72 horas, presentó diferencias significativas ($P < 0.01$), así el mayor porcentaje de motilidad presentó el semen que fue sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 95.53 %, seguido por el semen porcino que fue sometido a período de enfriamiento de 2.0 horas con un promedio de 94.97 %, posteriormente identificamos el promedio obtenido en el semen porcino que fue expuesto a 1.5 horas de enfriamiento con 93.55 % y finalmente con un menor porcentaje de motilidad masal encontramos al semen heterospérmico que fue sujeto a un periodo de enfriamiento de 1.0 hora con 91.95%. Cuadro 7. Gráfico 1.

Estos resultados son superiores a los determinados por Ochoa (2008) quien: “en su estudio sobre la evaluación de semen porcino conservado en diluyentes de larga duración, a las 72 horas de conservación, determinó una motilidad 66,9% existiendo una tendencia a disminuir los porcentajes de motilidad conforme el período de conservación, en general al avanzar el período de conservación el pH tiende a cambiar hacia los estados de alcalinidad, observándose en ésta menores promedios de motilidad” (p.15).

La motilidad individual observada microscópicamente a las 72 horas de evaluación en los espermatozoides de semen procesado, presentó diferencia significativa ($P < 0.01$), determinándose que el mayor puntaje de motilidad lo presentó el semen que fue sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 4.30 puntos, seguido por la motilidad determinada en el semen porcino que fue expuesto a

los períodos de enfriamiento de 2.0 y 1.5 horas con promedios de 4.03 y 3.90 puntos respectivamente y con un menor puntaje de motilidad individual se registró al tratamiento consistente al período de enfriamiento de semen porcino de 1.0 hora con 3.23 puntos. Cuadro 7. Gráfico 2.

La vitalidad espermática determinada por la calidad de la membrana mediante tinción con Eosina-Nigrosina a las 72 horas de evaluación presentó diferencia significativa ($P < 0.01$), así el mayor porcentaje de vitalidad se presentó en el cual se aplicó un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 86.14 %, seguido por la vitalidad determinada en las dosis seminales en las cuales se empleó un período de enfriamiento de 2.0 y 1.5 horas con un promedio de 84.16 y 84.00 % correspondientemente, mientras que con un menor porcentaje de vitalidad encontramos al tratamiento concerniente al período de enfriamiento de semen de 1.0 hora con 82.46 % de vitalidad. Cuadro 7. Gráfico3.

4.2.3. Evaluación espermática a las 120 horas

La motilidad masal observada microscópicamente a las 120 horas, en el semen porcino heterospérmico de la Línea Pig, presentó diferencias significativas, ($P < 0.01$), así el mayor porcentaje de motilidad fue registrado en el semen al cual se aplicó un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 85.12 %, seguido por la motilidad determinada en el semen porcino sujeto a un enfriamiento de 2.0 horas con 84.38 %, posteriormente tenemos la motilidad reportada en el semen porcino al cual se aplicó un periodo de enfriamiento de 1.5 horas con 83.01% y finalmente con un menor

porcentaje de motilidad masal encontramos al semen en cual se empleó un período de enfriamiento de 1.0 hora con 81.41% de motilidad. Cuadro 7. Gráfico 1.

La motilidad individual observada microscópicamente a las 120 horas de evaluación seminal, presentó diferencias significativas ($P < 0.01$), así el mayor puntaje de motilidad fue identificado en el semen procesado con un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 4.16 puntos, seguido por la motilidad determinada en el semen porcino que fue sometido a período de enfriamiento de 2.0 horas con 3.79 puntos, posteriormente se registró la motilidad del semen sometido a un periodo de enfriamiento de 1.5 horas con un promedio de 3.48 puntos y finalmente con un menor puntaje de motilidad individual registramos al semen procesado mediante un período de enfriamiento de 1.0 hora con 2.68 puntos. Cuadro 7. Gráfico 2.

La vitalidad espermática determinada por la calidad de la membrana mediante tinción con Eosina-Nigrosina a las 120 horas de evaluación, presentó diferencia significativa ($P < 0.01$), de esta manera el mayor porcentaje de vitalidad registró el semen que fue sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 85.21 %, seguido por el semen porcino en el cual se empleó un período de enfriamiento de 2.0 horas con 81.64 %, posteriormente se determinó la vitalidad del semen que fue sometido a un periodo de enfriamiento de 1.5 horas con un promedio de 69.56 % y con un menor porcentaje de vitalidad fue identificado el tratamiento consistente en un período de enfriamiento de 1.0 hora para el procesamiento de semen con 68.06 % de vitalidad espermática. Cuadro 7. Gráfico 3.

4.2.4. Evaluación espermática a las 168 horas

La motilidad masal observada microscópicamente a las 168 horas, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), es así que los mayores porcentajes de motilidad, fueron determinados en las dosis seminales sujetas a un periodo de enfriamiento de 2.5 y 2.0 horas con promedios de 79.40 y 78.95 %, seguido por la motilidad registrada en el semen porcino al cual se aplicó un período de enfriamiento de 1.5 horas con 77.53 %, mientras que el menor porcentaje de motilidad masal fue establecido en el semen sujeto a un período de enfriamiento de 1.0 hora con 75.92 % de motilidad. Cuadro 7.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se hallan por encima del valor recomendado por Bernardi (2008) según “manifiesta que la evaluación subjetiva de la movilidad espermática es el parámetro más usado para seleccionar los eyaculados” (p.36). Para que la fertilidad se halle comprometida, la movilidad del eyaculado deberá estar por debajo de 60%, este valor normalmente se usa como la referencia para la selección de dosis seminales a ser utilizadas en inseminación artificial.

Cuando el porcentaje de espermatozoides móviles es superior al 60 % se usan dosis seminales con dos mil millones o más de espermatozoides, sin embargo hay que considerar que a partir de este valor la movilidad espermática parece no ser un buen predictor de la fertilidad. De hecho, una correlación baja se observó entre la movilidad espermática y tamaño del camada, en inseminaciones hechas con tres mil millones espermatozoides, aun cuando la movilidad ha sido diferente, sin embargo

entre algunos autores consideran a la movilidad como el componente más significativo de todos, al momento de evaluar los eyaculados.

Mediante análisis de regresión para la motilidad masal de los espermatozoides a las 168 horas de evaluación, en función a los diferentes periodos de enfriamiento a los cuales fue sometido el semen heterospérmico, se determinó un modelo de regresión de segundo grado, el mismo que alcanzó un coeficiente de determinación de 84.1 % que indica la cantidad de varianza total explicada por el modelo, apreciándose que a medida que se incrementa el tiempo de enfriamiento empleado en el semen heterospérmico la motilidad masal tiende a ser más eficiente. Gráfico 4.

La motilidad individual observada microscópicamente a las 168 horas de evaluación en el semen heterospérmico, presentó diferencia significativas ($P < 0.01$), así el mayor puntaje de motilidad presentó el semen al cual se aplicó un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 4.10 puntos, seguido por el semen porcino sujeto a un período de enfriamiento de 2.0 horas con un promedio de 3.67 puntos, luego la motilidad del semen procesado con 1.5 horas de enfriamiento con 3.18 puntos y con un menor puntaje de motilidad individual fue identificado el semen al cual se aplicó un período de enfriamiento de 1.0 hora con 2.38 puntos. Cuadro 7.

Por otro lado para la motilidad individual de los espermatozoides a las 168 horas de evaluación, se determinó un modelo de regresión de segundo grado, el mismo que alcanzó un coeficiente de determinación de 96.3 % que indica la cantidad de varianza total explicada por el modelo, y de la misma manera que en el caso de la

motilidad masal a medida que se incrementa el tiempo de enfriamiento empleado en el semen heterospérmico la motilidad individual alcanza un puntaje mayor. Gráfico 5.

La vitalidad espermática determinada por la calidad de la membrana mediante tinción con Eosina-Nigrosina a las 168 horas de evaluación en el semen heterospérmico, presentó diferencias significativas ($P < 0.01$), de esta manera el mayor porcentaje de vitalidad fue identificada en el semen al cual se aplicó un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 76.52 %, seguido por el semen porcino que fue sometido a período de enfriamiento de 2.0 horas con un promedio de 69.78 %, posteriormente con menor vitalidad el semen enfriado a 1.5 horas con 60.49 % y finalmente con la más baja vitalidad fue registrado el semen procesado con un periodo de enfriamiento de 1.0 hora con 53.49 %. Cuadro 7.

La práctica ampliamente utilizada, de enfriar el semen lo más rápidamente posible hasta la temperatura final de almacenamiento de $+17^{\circ}\text{C}$, es detrimento para la calidad del semen.

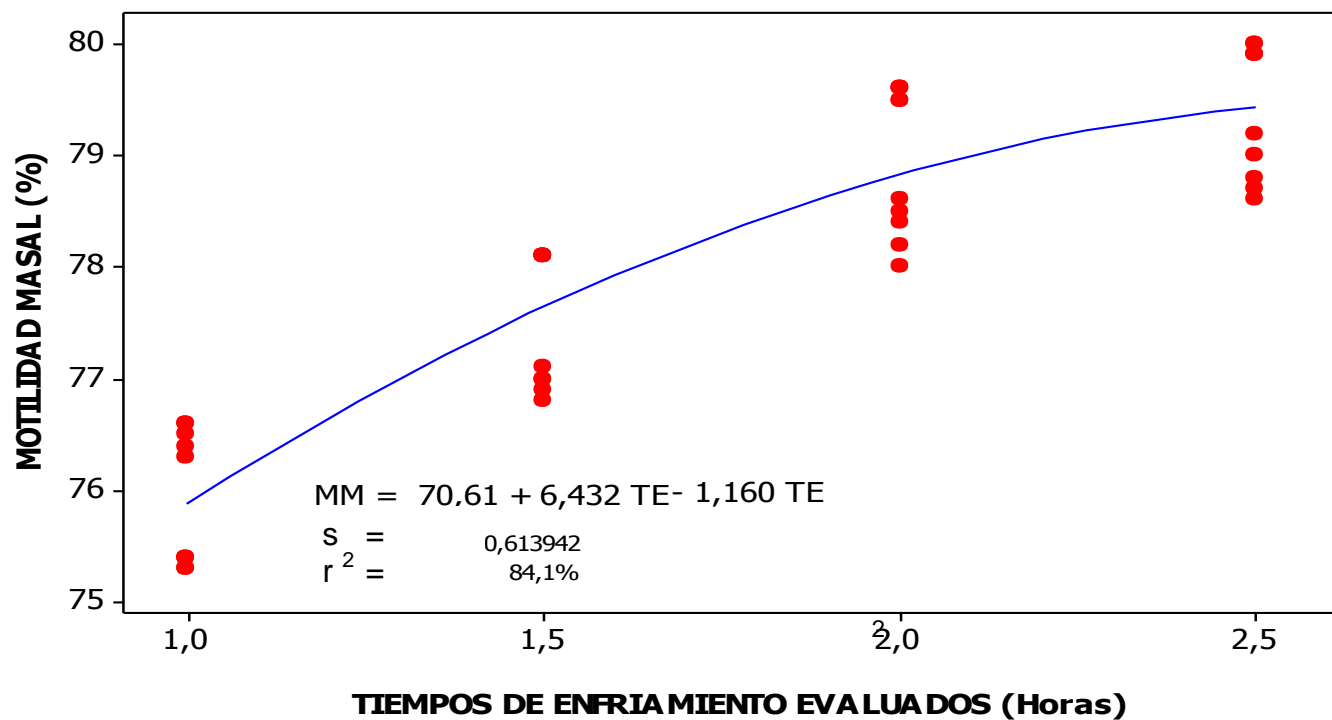


Figura 4.- Tendencia de la regresión para la Motilidad Masal en semen porcino heterospérmico, en función a los diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración, a las 168 horas de evaluación.

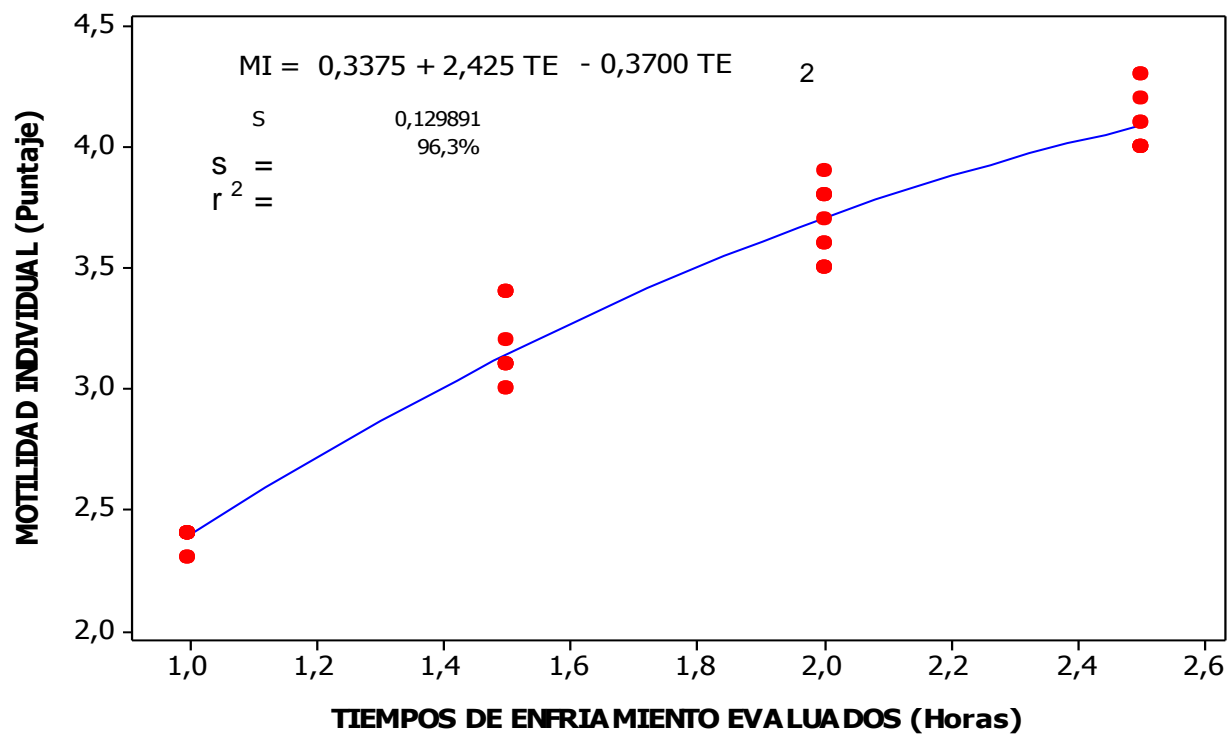


Figura 5.- Tendencia de la regresión para la Motilidad Individual en semen porcino heterospérmico, en función a los diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración, a las 168 horas de evaluación.

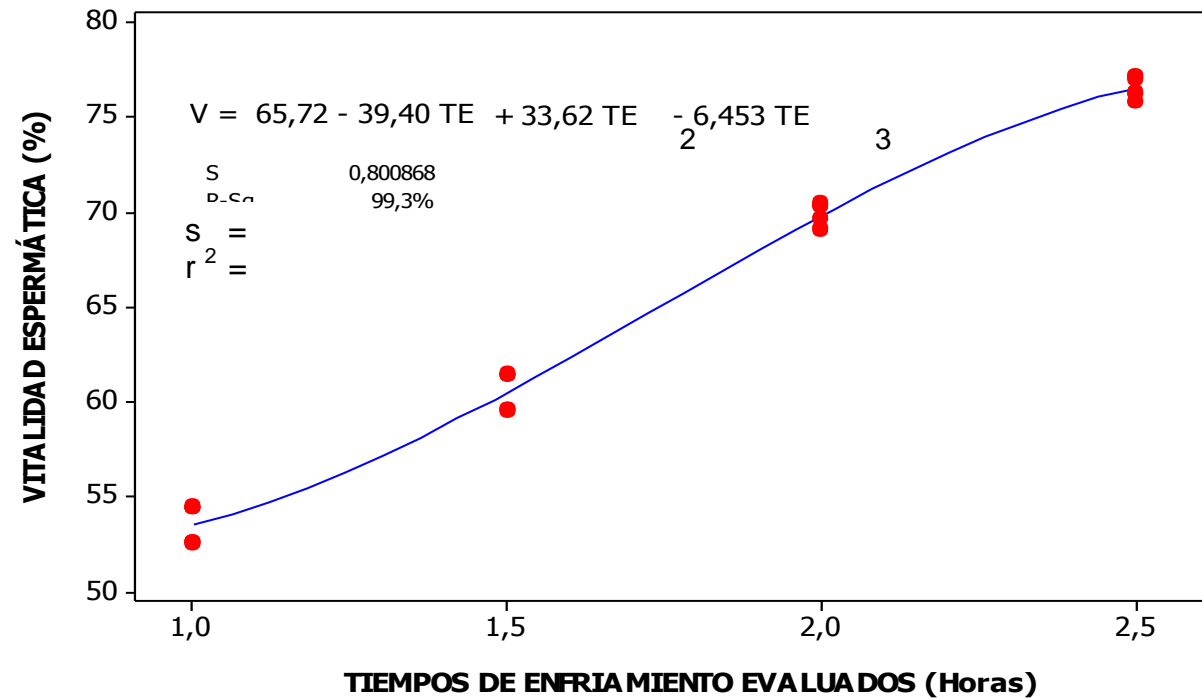


Figura 6.- Tendencia de la regresión para la Vitalidad Espermática en semen porcino heterospérmico, en función a los diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración, a las 168 horas de evaluación.

Se determinó un modelo de regresión de tercer grado para la vitalidad espermática en función de los diferentes periodos de enfriamiento a los cuales fue sometido el semen heterospérmico, alcanzando un coeficiente de determinación de 99.3 % que indica la cantidad de varianza total explicada por el modelo, apreciándose que a medida que se incrementa el tiempo de enfriamiento empleado en el semen heterospérmico la vitalidad espermática es más eficiente. Gráfico 6.

Respecto a estos resultados Levis (2002) manifiesta que: “la temperatura del eyaculado debe reducirse de forma gradual una vez que el semen fue diluido. La reducción de la temperatura debe hacerse en 2 ó 3 horas hasta que el semen alcance la temperatura ideal para su conservación, la cual es de 17-20°C” (p.121-128). Variaciones de 1 ó 2°C pueden afectar la calidad del semen, ya que el semen porcino es particularmente sensible a los cambios térmicos, por lo que es vital conservarlo a 17°C, y evitar fluctuaciones en la temperatura. La disminución de la temperatura induce una disminución del metabolismo y de la motilidad espermática, también contribuye a frenar el crecimiento bacteriano. Temperaturas inferiores a los 14°C causan alteraciones en la membrana espermática disminuyendo la calidad del semen, y temperaturas por arriba de los 20 °C aumenta el metabolismo espermático, incrementa el crecimiento bacteriano, lo cual disminuye la vida útil del semen.

Lo anterior se halla relacionado a los resultados determinados en la presente investigación, ya que con 2.5 horas de enfriamiento se obtuvo una mejor conservación de los espermatozoides hasta las 168 horas, en cuanto a motilidad masal, individual y vitalidad espermática.

4.3. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA DE CERDAS, SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA CON EL USO DE SEMEN PORCINO HETEROSPERMICO REFRIGERADO PROCESADO EN DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO.

4.3.1. Tasa de Concepción y Fertilidad

La tasa de concepción determinada mediante ultrasonografía al día 30 post inseminación y que indica la frecuencia relativa de hembras gestantes, reportó que el 100 % de las hembras en cada uno de los tratamientos concibieron a excepción de las hembras tratadas con semen sometido a una hora como periodo de enfriamiento durante su procesamiento para conservación en refrigeración, lo cual indica que las cerdas utilizadas en el experimento fueron funcionales, respondiendo perfectamente al programa de sincronización empleado, y al efecto de la utilización de gonadotropinas para estimular el desarrollo folicular con la consecuente ovulación, lo que asegura la salida de los ovocitos a partir de los folículos y su posterior implantación. Cuadro 8. Grafico 7.

Cuadro 8

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y PRODUCTIVAS DE CERDAS SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA, CON EL USO DE SEMEN PORCINO, SUJETO A DIFERENTES PERÍODOS DE ENFRIAMIENTO, PARA SU CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN.

CARACTERÍSTICA	PERIODOS DE ENFRIAMIENTO EVALUADOS (Horas)				-	%	CV
	1,0	1,5	2,0	2,5			
<u>Evaluación reproductiva</u>							
Tasa de Concepción (%)	90	100	100	100	100,00	-	-
Tasa de Fertilidad (%)	90	90	100	100	100,00	-	-
Prolificidad (No.)	7,67 c	8,22 c	10,80 b	11,80 a	9,71	1 **	7,65
Duración de la preñez (Días)	115,40 a	115,10 a	114,90 a	114,50 a	114,98	0 ns	0,78
<u>Evaluación productiva</u>							
Peso al inicio de la gestación (Kg.)	136,10	135,80	135,70	136,00	135,90	-	0,82
Peso al final de la gestación (Kg.)	169,62 b	169,72 b	170,64 b	173,39 a	170,84	0,000 1 **	0,66
Ganancia de peso (Kg.)	33,52 c	33,92 c	34,94 b	37,39 a	34,94	0,000 1 **	2,17
Peso de Crías al nacimiento (Kg.)	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,32 a	1,33	0,994 6 ns	1,98
Peso de Camada al nacimiento (Kg.)	10,20 c	10,93 c	14,36 b	15,68 a	12,90	0,000 1 **	7,83
Porcentaje de Natimortos (%)	1,45	1,35	0,93	0,85	1,14	-	-

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo Tukey (P<0.05)

Prob: Probabilidad

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación

Elaboración: López, R. (2013).

Por su parte la Tasa de Fertilidad determinada por el número de cerdas que llegaron a parir, fue del 100% en las hembras inseminadas con semen heterospérmico sometido a 2.5 y 2.0 horas como periodo de enfriamiento para conservación en refrigeración, mientras que una cerda del grupo inseminado con el semen sometido a 1.5 horas de enfriamiento no llegó a culminar la gestación, sin embargo el efecto no es atribuible al tiempo de enfriamiento empleado en el semen porcino, ya que la cerda eliminó los fetos al día 45 de gestación, finalmente en el grupo de cerdas inseminadas con semen heterospérmico enfriado en un periodo de una hora se determinó una fertilidad del 90 %, ya que no concibió, lo cual puede ser atribuible al efecto del periodo de enfriamiento al cual fue sometido el semen porcino. Cuadro 8. Grafico 7.

Al respecto Daza (2002) manifiesta que: “a medida que pasan los días la capacidad fecundante en el semen de verraco refrigerado disminuye, registrando una tasa de fertilidad del 84.2 y 79.1 % para el 6to y 7mo día de conservación seminal” (p. 80-95), evaluando la IA en un total de 650 cerdas. Además con semen congelado se pueden obtener índices de fertilidad que oscilan entre 50-75% cuando se parte con una excelente capacidad de congelación.

4.3.2. Prolificidad

La tasa de prolificidad presentó diferencias estadísticas ($P < 0.01$), de esta manera las cerdas que fueron inseminadas con semen sometidos a 2.5 horas presentaron los mayores valores para esta característica con 11.80 crías, luego el promedio de prolificidad determinado en las cerdas inseminadas con el semen porcino sujeto a 2.0 horas de enfriamiento con 10.80 crías/camada, seguidos por los promedios determinados en las cerdas inseminadas con semen heterospérmico sometido a periodos de enfriamiento de 1.0 y 1.5 horas con prolificidades de 7.67 y 8.22 crías/camada en su orden. Estas diferencias pueden deberse principalmente a la viabilidad de los espermatozoides, la misma que responde al tiempo empleado en el enfriamiento del eyaculado. Cuadro 8.

Al respecto Daza (2002) manifiesta que: “a medida que pasan los días la capacidad fecundante en el semen de verraco refrigerado disminuye, registrando una prolificidad de 9.9 y 9.5 lechones, para el 6to y 7mo día de conservación seminal” (p.80-95), evaluando los efectos de la IA en un total de 650 cerdas.

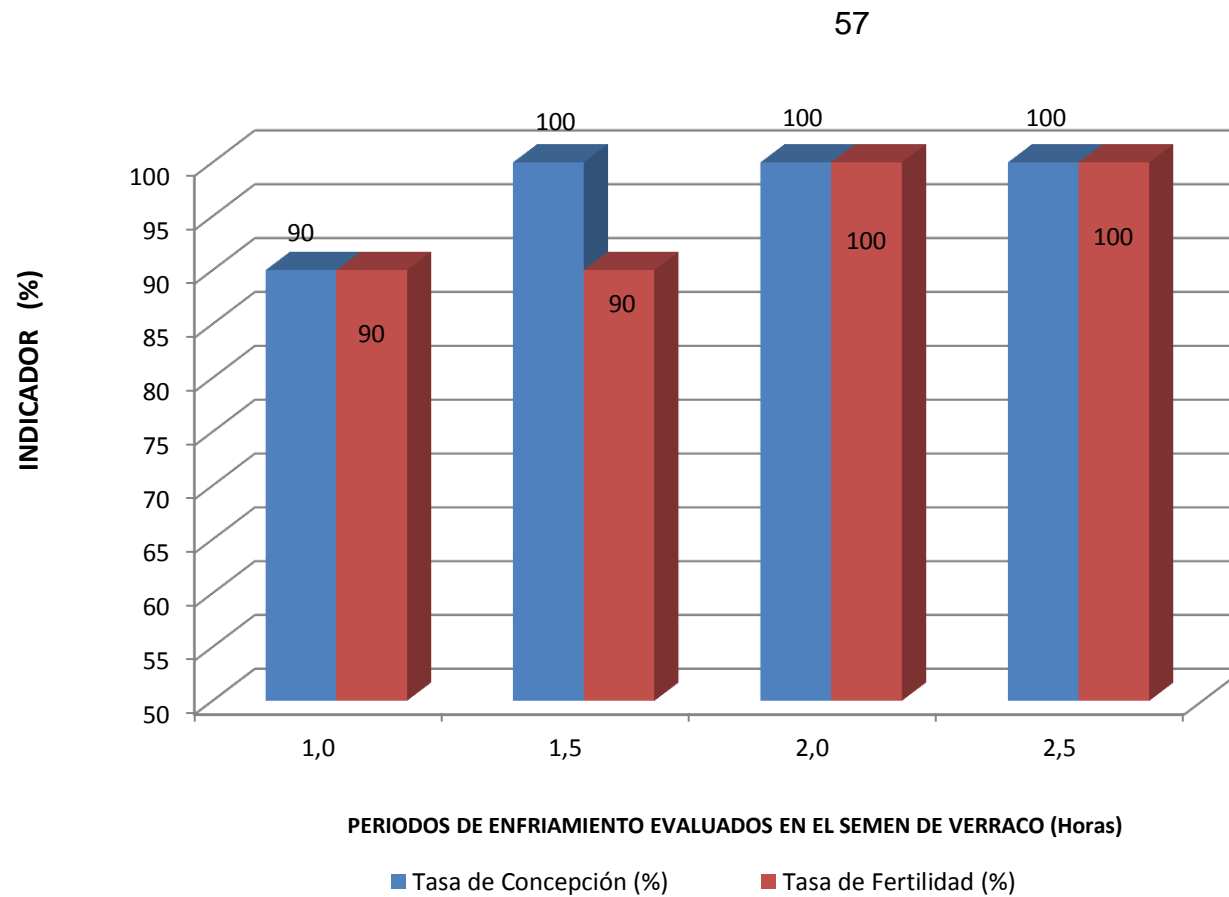


Figura 7 .- Tasa de Concepción y Fertilidad determinada mediante el uso de la inseminación intrauterina profunda en cerdas, con semen heterospérmico sometido a diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración.

Por su parte se determinó un modelo de regresión de tercer grado para la prolificidad de las cerdas, en función de los diferentes periodos de enfriamiento a los cuales fue sometido el semen heterospérmico empleado para la inseminación artificial intrauterina profunda, alcanzando un coeficiente de determinación de 85.6 % que indica la cantidad de varianza total explicada por el modelo, apreciándose que a medida que se incrementa el tiempo de enfriamiento empleado en el semen heterospérmico la prolificidad alcanzada en las cerdas es mayor. Gráfico 8.

4.3.3. Duración de la Gestación

La duración de la gestación no presentó diferencias estadísticas ($P > 0.05$), en los diferentes grupos experimentales, registrando promedios de 115.40, 115.10, 114.90 y 114.50 días, para los grupos de cerdas inseminadas con semen sometido a 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 horas de enfriamiento correspondientemente. Sin embargo se aprecia una ligera diferencia numérica, lo que podría estar relacionado con la cantidad de lechones que gestaban las cerdas en los diferentes tratamientos, ya que a mayor número de fetos, menor es el periodo de gestación que según Arévalo, F. (2004), normalmente oscila entre 114 ± 3 días en esta especie. Cuadro 8.

Los resultados obtenidos en la presente investigación están acorde a lo expuesto por Daza (2002), quien expone que: “la gestación es un periodo fisiológico generalmente de una duración de 114-115 días aunque la amplitud de variación puede ser entre 108 y 122 días” (p.80-95). Un estudio realizado con 1542 reproductoras encontró un promedio de duración de 115.3 días, el 74% de los partos se produjeron con una diferencia de 1 día más o menos respecto a la media y el 92% con 2 días de diferencia observándose que el tamaño de la camada tiene influencia sobre la duración de la gestación, en el sentido de alargarse en el caso de camadas pequeñas y acortarse en camadas numerosas. Otros factores como el tipo genético de los reproductores, la alimentación, el manejo, etc, parece no tener efecto significativo sobre la duración de la gestación.

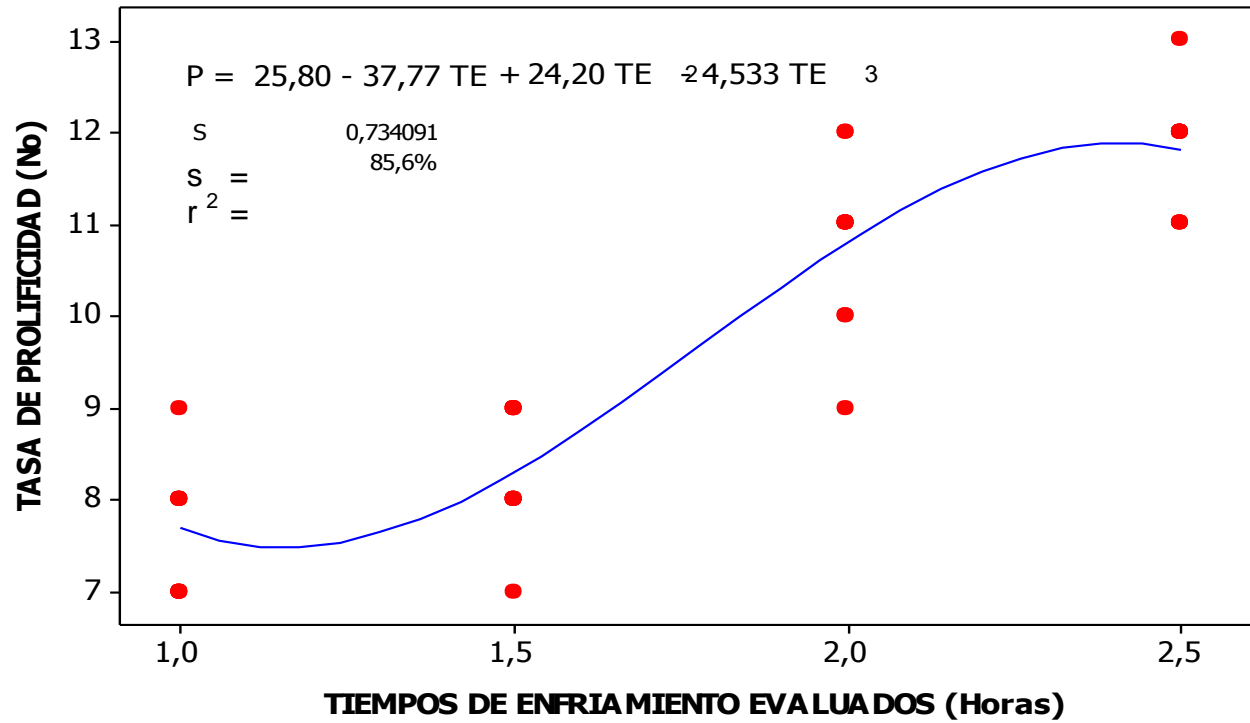


Figura 8 .- Tendencia de la Regresión para la Tasa de Prolificidad determinada mediante el uso de la inseminación intrauterina profunda en cerdas, con semen heterospérmico sometido a diferentes períodos de enfriamiento para refrigeración.

4.4. EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CERDAS, SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA CON EL USO DE SEMEN PORCINO HETEROSPERMICO REFRIGERADO PROCESADO EN DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO.

4.4.1. Peso Inicial y Final

El peso inicial en las cerdas nultíparas, que fueron sometidas a los diferentes tratamientos fue homogéneo es así que se registró un promedio de 135.90 Kg. por su parte el peso final luego de la etapa de gestación presentó diferencias estadísticas ($P<0.01$), de esta manera las cerdas que fueron inseminadas con semen sometido a 2.5 horas de enfriamiento, presentaron el mayor peso final con 173.39 Kg. seguido por el peso final de las cerdas inseminadas con semen sometido a 2.0, 1.5 y 1.0 horas de enfriamiento, registrándose pesos finales de 170.64, 169.72 y 169.62 Kg de peso vivo respectivamente. Estas diferencias pueden deberse a la cantidad de lechones que gestaban las cerdas en los diferentes tratamientos. Cuadro 8.

4.4.2. Ganancia de Peso

La ganancia de peso al final de la etapa de gestación presentó diferencias estadísticas ($P<0.01$), es así que las cerdas que fueron inseminadas con semen sometido a 2.5 horas de enfriamiento, presentaron la mayor ganancia de peso con 37.39 Kg, seguido por la ganancia de peso determinada en las cerdas inseminadas con semen sometido a 2.0 horas de enfriamiento con un promedio de 34.94 Kg. y finalmente el promedio de ganancia de peso de las cerdas inseminadas con semen refrigerado sujeto a 1.5 y 1.0 horas de enfriamiento durante su procesamiento alcanzando valores de 33.92 y 33.52 Kg. de ganancia de peso vivo correspondientemente. Estas diferencias pueden deberse a la cantidad de lechones que gestaban las cerdas en los diferentes tratamientos, de acuerdo a la calidad seminal de acuerdo por efecto del tiempo de enfriamiento empleado para su posterior conservación. Cuadro 8.

4.4.3. Peso de Crías al Nacimiento

El peso de las crías al nacimiento no presentó diferencias estadísticas ($P>0.05$), de esta manera las crías nacidas presentaron promedios de 1.33 Kg, en los diferentes grupos de cerdas inseminadas con semen sometido a 1.0, 1.5 y 2.0 horas de enfriamiento respectivamente y mientras que para las crías correspondientes al tratamiento 2.5 horas de enfriamiento en el semen se determinó un peso de 1.32 Kg para las crías, sin embargo las ligeras diferencias numéricas que fueron determinadas en cada una de las unidades experimentales pueden estar relacionadas con el tamaño de camada al nacimiento, ya que a mayor tamaño de camada al nacimiento, el peso de las crías puede ser menor. Cuadro 8.

Los resultados obtenidos, están acordes a los expuestos por Castro (2002) Afirma que: manifiesta que el peso ideal de lechones al nacer deberá ser superior a 1000 gr. Los lechones muy débiles o con pesos inferiores a los 600 gr deben eliminarse” (p.145). Además indica que a mayor tamaño de camada al nacimiento el peso de cada lechón disminuye y viceversa.

4.4.4. Peso de camada al nacimiento

El peso de la camada al nacimiento presentó diferencias estadísticas ($P<0.01$), es así que las camadas provenientes de las cerdas que fueron inseminadas con semen refrigerado sometido a 2.5 horas de enfriamiento durante su procesamiento, presentaron el mayor promedio para esta característica con 15.68 Kg, seguido por el peso de la camada al nacimiento, proveniente de las cerdas inseminadas con semen al cual se aplicó un periodo de enfriamiento de 2.5 horas durante su procesamiento con un peso promedio de 14.36 Kg, mientras que con menores promedios se identificó a las camadas de cerdas inseminadas con semen heterospérmico sometido a periodos de enfriamiento de 1.5 y 1.0 hora con 10.93 y 10.20 Kg respectivamente. Estas diferencias están en íntima relación con el tamaño de camada al nacimiento. Cuadro 8.

4.4.5. Porcentaje de Natimortos

La frecuencia relativa de natimortos, en los diferentes tratamientos fue de 1.14 %, sin embargo estos resultados son afectados por factores ambientales y de manejo durante el parto en las camadas obtenidas con los diferentes tratamientos y de ninguna manera a la calidad seminal, o al efecto del tiempo de enfriamiento del semen utilizado.

4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA EN CERDAS SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA CON EL USO DE SEMEN PORCINO HETEROSPERMICO PROCESADO CON DIFERENTES PERIODOS DE ENFRIAMIENTO.

Para el análisis económico se consideraron, los egresos determinados por los costos en los diferentes grupos experimentales y los ingresos obtenidos mediante la cotización de las reproductoras y los lechones destetados, obteniéndose el mejor Beneficio - Costo en las Cerdas Inseminadas con semen sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas con 1.28 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido con la utilización de semen refrigerado en este periodo se obtiene un beneficio neto de 0.28 USD, posteriormente el indicador de Beneficio - Costo de las cerdas inseminadas con semen refrigerado expuesto a un periodo de enfriamiento de 2.0 horas que alcanzó un índice de 1.23 USD durante el periodo de gestación y lactancia en cerdas.

Finalmente se ha determinado que mediante la utilización de semen congelado en la Inseminación Artificial de cerdas se obtiene un índice de beneficio costo de 1.00 y 1.03 USD, para las cerdas inseminadas con semen sometido a los periodos de enfriamiento de 1.0 y 1.5 horas respectivamente, lo cual se halla directamente relacionado a la fertilidad y tamaño de camada obtenido en las cerdas en cada uno de los tratamientos. Cuadro 9.

Estos resultados nos permiten determinar que la utilización de un periodo adecuado de enfriamiento del semen de verraco cuando es procesado para ser mantenido en refrigeración y posteriormente utilizado en inseminación artificial, repercute sobre los ingresos de la explotación al incrementar los índices reproductivos de esta especie.

Cuadro 9

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCTIVIDAD EN CERDAS SOMETIDAS A INSEMINACIÓN INTRAUTERINA PROFUNDA, CON EL USO DE SEMEN PORCINO, SUJETO A DIFERENTES PERÍODOS DE ENFRIAMIENTO, PARA SU CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN.

CONCEPTO	PERIODOS DE ENFRIAMIENTO EVALUADOS (Horas)			
	1,0	1,5	2,0	2,5
<i><u>EGRESOS</u></i>				
Cotización de Reproductoras 1	2500,0	2500,0	2500,0	2500,0
Alimento Gestación 2	1346,4	1346,4	1386,0	1386,0
Alimento Lactancia 3	642,0	688,0	1004,4	1097,4
Sincronización 4	298,0	298,0	298,0	298,0
Inseminación Artificial 5	200,0	200,0	200,0	200,0
Sanidad 6	200,0	200,0	200,0	200,0
Servicios Básicos 7	5,0	5,0	5,0	5,0
Mano de Obra 8	375,0	375,0	375,0	375,0
Depreciación de Inst. y Equipos 9	20,0	20,0	20,0	20,0
TOTAL EGRESOS	5586,38	5632,41	5988,40	6081,40
<i><u>INGRESOS</u></i>				
Cotización de Reproductoras 10	2500,0	2500,0	2500,0	2500,0
Cotización de Lechones 11	3106,4	3329,1	4860,0	5310,0
TOTAL INGRESOS	5606,4	5829,1	7360,0	7810,0
BENEFICIO/COSTO (USD)	1,00	1,03	1,23	1,28
1. Cotización por Reproductora \$ 250,0			6. Costo de Desinfectantes, Hierro, Micoplasma, Septicemia y Cólera \$ 20/Camada	

2. Costo del Kg Balanceado Gestación \$ 0,375
3. Costo del Kg Balanceado Lactancia \$ 0,376
4. Costo Tratamiento Regumate y PG600 \$ 29,8
5. Costo de Dosis Seminal, sonda y catéter \$ 10,0

Elaboración: López, R. (2013).

7. Costo de mano de obra \$ 300/Mes
8. Costo de depreciación de instalación y equipos \$ 20,0/ Tratamiento
9. Cotización por Reproductora \$ 250,0
10. Cotización por Lechón Destetados \$ 45,0

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Se ha determinado los mejores promedios en las características espermáticas a las 168 horas de evaluación, para el semen de verraco heterospérmico sometido a un período de enfriamiento de 2.5 horas, alcanzando promedios de 79,40 %, 4,10 puntos y 76.52 % para la motilidad masal, motilidad individual y vitalidad espermática respectivamente.
2. La mayor fertilidad en cerdas sometidas a inseminación intrauterina profunda, fue determinada en aquellas inseminadas con semen heterospérmico expuesto a los periodos de enfriamiento de 2.0 y 2.5 horas, alcanzando el 100.0 % de fertilidad.
3. Mediante el uso del semen de verraco heterospérmico sometido a un período de enfriamiento de 2.5 horas e inseminación intrauterina profunda, se ha obtenido mayor tasa de prolificidad alcanzando 11.80 lechones/camada, lo que repercute sobre el peso de camada al nacimiento alcanzando un promedio de 15.68 Kg.
4. El mejor Beneficio - Costo fue determinado en las Cerdas Inseminadas con semen sometido a un periodo de enfriamiento de 2.5 horas e inseminación intrauterina profunda con 1.28 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido con la utilización de semen refrigerado en este periodo se obtiene un beneficio neto de 0.28 USD.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Utilizar 2.5 horas como tiempo de enfriamiento para el semen porcino diluido para su posterior conservación en refrigeración, ya que presentó resultados satisfactorios desde el punto de vista reproductivo, productivo y económico.
2. Socializar la información obtenida en la presente investigación a nivel de Centros de procesamiento de semen porcino y Granjas semi-intensivas e intensivas recomendando la utilización de un tiempo prudente de enfriamiento en el semen porcino, como el determinado en la presente investigación, cuando el mismo va a ser conservado en refrigeración.

REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. J. (2004). Evaluación de dos técnicas de contrastación en el semen porcino (Vol. 12). La Habana.
- Alba, R. (2010). Protocolo práctico para la valoración de verracos destinados a la producción de dosis seminales. . Brasil.
- Arantxa, E. (2003). Análisis de las nuevas técnicas y avances en la inseminación artificial porcina. Brasil.
- Arguello, P. (12 de 1999). Biblioteca Digital Zamorano. Recuperado el 12 de 2002, de <http://www.acontece.com.ar/0125.htm>
- Bazer, F. W. (1988). Sexual maturation and technical semens. USA: Johans.
- Becerril, J. M. (2000). Manejo del semen y desarrollo de la inseminación artificial. México, C.P. 59350.
- Bermudez, V. (2005). Etología aplicada y bienestar animal. Recuperado el 2005, de www.pcca.com.ve/vp/articulos/vp44p7.html
- Bernardi, M. L. (2008). Tecnologías aplicadas no exame do ejaculado suíno para la producción de dosis de semen de alta qualidade. Europa.
- Castro, M. (2002). Manual Agropecuario. Colombia: Limerin.
- Daza, A. (2002). Manejo de la reproducción en el Ganado Porcino. Barcelona: Aedos.
- Flowers, W. (1999). In Management of the boar used for AI v Int. . León Mexico: Swine.
- Gil, P. (1996). Diagnostique de chaleurs et moment d'insemination, Porc. Valencia España.
- Henaó, F. (2005). Inseminación intrauterina profunda en la cerda. Colombia.
- Huang, Y., & Johnson, R. (1996). Effet of selection for size of testis in boar semen and testis tracts,. China.
- Johnson, L. (1998). Curen' deveiooments ir swine semen: preservation. artificial insemination and soer-r sexmg In The 15th IPVS Congress Birmingham England. Birmingham.

- Koning, I. (1998). Boar breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in AI. Zaragoza España.
- Laforest, J. (1995). Comparison of four extenders for long-term storage of fresh boar semen. Germany.
- Levis, D. (2002). New Reproductive Technologies for the AI Industry. The Ohio State University. Columbus.
- Maqueda, L. (2001). Conservación de la calidad del semen: diluyentes, empaque, temperatura y transporte. España.
- Martínez, A., & Garcia, L. (2002). La cerda y su camada. Barcelona: Aedos.
- Ochoa, G., Acosta, M., & Rueda, M. (2008). Evaluación de semen porcino conservado en diluyentes de larga duración. Pruebas in vitro. Pruebas in vitro , 15(3).
- Pic, N. (2013). PIC International Group. Recuperado el 2013, de www.pic.com/mexico/datos.html
- Salazar, H. (2015). Evaluación del Dipol como diluyente de recolección seminal y su efecto sobre la conservación y fertilidad de semen refrigerado de verraco. Riobamba.
- sanchez, M. d. (2003). Oficina Cubana de la Propiedad Industrial. Recuperado el 2003, de <http://www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?lar/172.htm>
- Stepheni, M. (1989). Reproducción e inseminación artificial Porcina. Biblioteca Agrícola. Brasil: Aedos.
- Tschinkel, I. (1999). Inseminación de la cerda. Zaragoza España: Acribia.
- Vásquez, J., Martinez, E., & Lucas, X. (1999). Development of a non-surgical deep intrauterine insemination technique. Parrilla I and Roca , P.35.
- Watson, P., & Behan, J. (2002). Intrauterine insemination of sows reduced sperm number: results of a commercially based field 113-117. Intrauterine insemination of sows reduced , 57.
- Weitze, K. (2000). Update on the worldwide application of swine AI Boar semen preservation . Lawrence Usa.
- Zabala, G. (1999). Intervención hormonal en el manejo reproductivo de hembras. . Riobamba.