



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIAS**

Proyecto de Investigación previo a  
la obtención del título de Ingeniero  
Agropecuario.

**Título del Proyecto de Investigación:**

Concentración espermática de semen porcino (*sus scrofa var. domesticus*)  
mediante metodologías aplicadas comercialmente en la parroquia Conocoto  
del cantón Rumiñahui.

**Autor:**

Henry Rodrigo Tana Arcos

**Director de Proyecto de Investigación:**

Dr. Délsito Zambrano Gracia

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador.**

**2017**



**TÍTULO:**

“CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DE SEMEN PORCINO (*Sus scrofa var. domesticus*) MEDIANTE METODOLOGÍAS APLICADAS COMERCIALMENTE EN LA PARROQUIA CONOCOTO DEL CANTÓN RUMIÑAHUI”.

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Tana Arcos Henry Rodrigo**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. \_\_\_\_\_

**Tana Arcos Henry Rodrigo**

**C.I. # 1718571795**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, Delsito Dífilo Zambrano Gracia docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Henry Rodrigo Tana Arcos, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DE SEMEN PORCINO (*Sus scrofa var. domesticus*) MEDIANTE METODOLOGÍAS APLICADAS COMERCIALMENTE EN LA PARROQUIA CONOCOTO DEL CANTÓN RUMIÑAHUI”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



**Dr. Delsito Dífilo Zambrano Gracia**

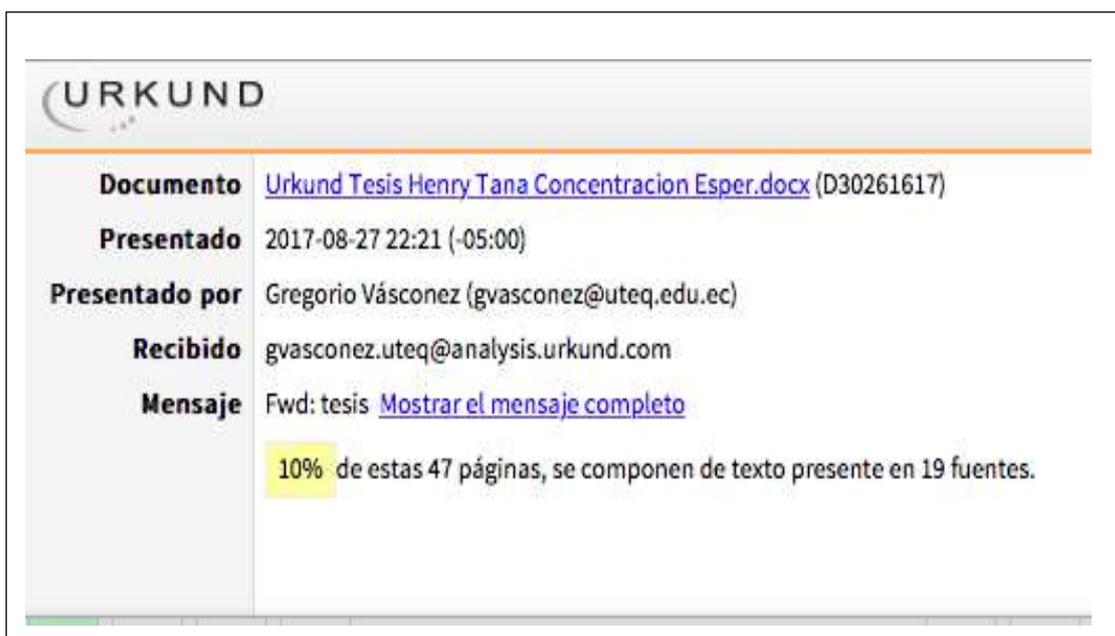
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# CERTIFICACIÓN

El suscrito Dr. Delsito Dífilo Zambrano Gracia., certifico que:

El Proyecto de Investigación titulado “CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DE SEMEN PORCINO (*Sus scrofa var. domesticus*) MEDIANTE METODOLOGÍAS APLICADAS COMERCIALMENTE” EN LA PARROQUIA CONOCOTO DEL CANTÓN RUMIÑAHUI”, realizada por el estudiante de la Carrera Agropecuaria TANA ARCOS HENRY RODRIGO, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, ha sido analizada mediante la herramienta URKUND desde la Introducción hasta el capítulo de Bibliografía y presentó un nivel de originalidad del 90% y de copia un 10% del trabajo de investigación como indica en la Figura 1.

**Figura 1.** Porcentaje de similitud (10 %) registrado por el análisis URKUND.



URKUND	
<b>Documento</b>	<a href="#">Urkund Tesis Henry Tana Concentracion Esper.docx</a> (D30261617)
<b>Presentado</b>	2017-08-27 22:21 (-05:00)
<b>Presentado por</b>	Gregorio Vásconez (gvasconez@uteq.edu.ec)
<b>Recibido</b>	gvasconez.uteq@analysis.orkund.com
<b>Mensaje</b>	Fwd: tesis <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	10% de estas 47 páginas, se componen de texto presente en 19 fuentes.

Atte.,



Dr. Delsito Dífilo Zambrano Gracia

**TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

## FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

### CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

#### Proyecto de Investigación

**Título:**

“CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DE SEMEN PORCINO (*Sus scrofa var. domesticus*) MEDIANTE METODOLOGÍAS APLICADAS COMERCIALMENTE EN LA PARROQUIA CONOCOTO DEL CANTÓN RUMIÑAHUI”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

**Dra. Ph.D. Diana Vasco**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Msc. Adolfo Sánchez**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Dra. Aimé Batista**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2017

## AGRADECIMIENTOS

Agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL ESTATAL DE QUEVEDO por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Dr. Delsito Zambrano Gracia por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores porque han aportado con un granito de arena a mi formación académica.

De igual manera agradecer a mi codirector de Investigación y de Tesis de Grado, Ing. Cartuche Macas Luis, por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, rectitud en su profesión como investigador, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

Y por último a mis grandes amigos de ecuavoley y de la vida diaria, los cuales me han motivado durante mi formación profesional, aportando con sus consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunos están aquí conmigo y otros en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy, en especial a mi tío Lucas quien con sus consejos me encamino en mis estudios.

Para mis padres Rosa Arcos y Luis Tana por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermanito (Pive) por estar siempre presente, acompañándome, gracias por el apoyo moral “uno dos a pum”.

A mi novia Kelito, quien ha sido mi motivación, inspiración y felicidad.

“No vivas para que tu presencia se note, si no para que tu ausencia se sienta”. Bob Marley.

## RESUMEN

El estudio se llevó a efecto en el Centro de Inseminación Artificial “*Suis Genetic*” localizado en la parroquia Conocoto, cantón Rumiñahui, durante los meses de diciembre del 2016 a abril del 2017. El objetivo del estudio fue determinar la calidad seminal y la concentración espermática de semen porcino (*Sus scrofa var. domesticus*) mediante tres metodologías utilizadas comercialmente (cámara de Neubauer, Densímetro de Karras y Colorímetro). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (Neubauer, Karras y Colorímetro) y seis repeticiones (semanas), dispuesto en arreglo factorial 2 x 3. Las variables evaluadas fueron, color, pH, volumen, motilidad en masa en individual, concentración espermática. Los resultados mostraron que los eyaculados presentaron un color blanco lechoso (concentrado) en línea paterna (LP) y línea materna (LM) con un olor característico (sui generis) para las dos líneas, considerado como parámetros normales. El volumen que se obtuvo estuvo entre 180 a 200 mL para LP y LM y el pH de 7,5 en LP y LM que se considera como un valor neutro y normal. En cuanto a la motilidad en masa para la LP y LM se encontró entre 80-85% (remolinos rápidos), considerada como muy buena. Mientras que la motilidad individual para LP y LM entre 4 a 5 (movimientos progresivos rápidos), respectivamente. Al analizar la concentración por línea genética, la LM presentó mayor concentración con  $511,53 \times 10^6$  esper/mL y LP con  $512,47 \times 10^6$  esper/mL, siendo estos resultados estadísticamente no significativos. En cambio al analizar el método del Colorímetro mostro el mayor valor ( $532,5 \times 10^6$  esper/mL) y Nuebauer el menor valor ( $499,75 \times 10^6$  esper/mL), obteniendo que los valores no fueron estadísticamente diferentes. Dentro del análisis económico se obtuvo que el método más económico fue el sistema Karras seguido de Colorímetro y Burker, pero el Colorímetro fue el método con mayor beneficio neto.

**Palabras claves:** porcinos, línea materna, línea paterna, inseminación artificial, concentración espermática, Karras, colorímetro, Neubauer.

## ABSTRACT

The study was carried out at the Artificial Insemination Center "Suis Genetic" located in the Conocoto parish, Rumiñahui, during the months of December 2016 to April 2017. The objective of the study was to determine the seminal quality and sperm concentration of porcine semen (*Sus scrofa var. Domesticus*) using three commercially used methodologies (Neubauer chamber, Karras Densimeter and Colorimeter). A completely randomized design (DCA) was used with three treatments (Neubauer, Karras and Colorimeter) and six replicates (weeks), arranged in factorial arrangement 2 x 3. The variables evaluated were color, pH, volume, mass motility, individual motility and sperm concentration. The results showed that the ejaculates presented a milky white (concentrated) color in paternal line (LP) and maternal line (LM) with a characteristic smell (*sui generis*) for the two lines, considered as normal parameters. The volume that was obtained was between 180 to 200 mL for LP and LM with a pH of 7.5 in LP and LM, which is a neutral value and considered normal. As for the mass motility for LP and LM, it was found to be between 80-85% (rapid eddies), considered to be very good. While the individual motility for LP and LM was between 4 to 5 (fast progressive movements), respectively. When analyzing the concentration by genetic line, the LM presented a higher concentration with 511.53 x 10<sup>6</sup> esper / ml and LP with 512.47 x 10<sup>6</sup> esper / ml, these results being statistically not significant. In contrast, when analyzing the Colorimeter method, the highest value (532.5 x 10<sup>6</sup> esper / ml) and Nuebauer the lowest value (499.75 x 10<sup>6</sup> esper / ml) were obtained, determining that the values were not statistically different. Within the economic analysis it was concluded that the most economical method was the Karras system followed by Colorimeter and Burker, but the Colorimeter was the method with the highest net benefit.

**Keywords:** porcine, maternal line, paternal line, artificial insemination, sperm concentration, Karras, colorimeter, Neubauer.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>CÓDIGO DUBLÍN</b> .....	xviii
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
<b>CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	3
1.1. Problema de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema. ....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general .....	5
1.2.2. Objetivos específicos .....	5
1.3. Justificación.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	6
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	6
2.1. Marco conceptual. ....	7
2.2. Marco referencial.....	8
2.2.1. Verraco. ....	8
2.2.1.1. Selección del verraco.....	8
2.2.1.1.1. Líneas genéticas de un verraco.....	10
Línea Materna.....	10
Línea Paterna. ....	11
2.2.1.2. Anatomía y fisiología del verraco. ....	12
2.2.1.2.1. Anatomía del aparato reproductor del verraco. ....	12
a) Testículos y escroto.....	12
b) Conductos genitales.....	13
c) Conducto del epidídimo. ....	13
d) Conducto deferente. ....	13
e) Pene y prepucio. ....	13
2.2.1.3. Características morfológicas de un verraco de línea paterna como línea materna. ....	14
a) Aplomos y conformación.....	14
b) Número y conformación de las tetas.....	14

c) Tamaño testicular .....	15
2.2.1.4. Característica reproductiva de un verraco de línea paterna y línea materna. ....	15
a) Edad a la pubertad. ....	15
b) Tamaño de la camada. ....	15
c) Peso al nacer. ....	15
d) Producción láctea. ....	16
2.2.1.5. Manejo del verraco. ....	16
2.2.1.5.1. Manejo en la etapa de crecimiento y desarrollo. ....	16
a) Genética. ....	16
b) Ambiente social. ....	16
c) Temperatura. ....	17
e) Nutrición. ....	17
2.2.1.5.2. Manejo en el área de servicios y entrenamiento. ....	18
a) Periodo de cuarentena. ....	19
b) Periodo adaptación. ....	19
c) Periodo de entrenamiento. ....	19
d) Periodo de trabajo. ....	21
2.2.1.6. Alojamiento. ....	21
a) Condiciones ambientales. ....	22
b) Frecuencia de uso del verraco. ....	22
2.2.1.7. Factores que afectan la reproducción en los verracos. ....	23
a) Problemas de conducta. ....	23
b) Problemas físicos. ....	24
2.2.1.8. Colecta y procesamiento de semen de verraco. ....	24
2.2.2. Laboratorio. ....	24
2.2.2.1. Colecta del eyaculado (semen). ....	27
2.2.2.1.1. Preparación en el área de colecta. ....	28
a) Área de colecta. ....	28
b) Colecta manual. ....	28
c) Colecta automática. ....	29
d) Material para la colecta. ....	29
2.2.2.1.2. Eyaculado. ....	30
a) Gel o Tapioca. ....	30
b) Fracción pre-espermática. ....	30
c) Fracción espermática. ....	30
d) Fracción Post-espermática. ....	31
2.2.2.1.3. Evaluación del semen. ....	31

a) Características macroscópicas.....	31
b) Características microscópicas. ....	32
2.2.2.2. Procesamiento de semen.....	38
2.2.2.2.1. Dilución. ....	38
Diluyente. ....	40
Agua. ....	40
Almacenamiento de dosis seminales. ....	40
CAPÍTULO III .....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1. Localización.....	43
3.2. Tipo de investigación. ....	43
3.3. Método de la investigación.....	44
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	44
3.5. Diseño de la investigación.....	44
3.5.1. Descripción de los tratamientos.....	45
3.5.2. Variables bajo estudio. ....	47
3.6. Instrumentos de investigación. ....	47
3.7. Tratamiento de los datos.....	47
3.8. Recursos humanos y materiales.....	48
3.8.1. Recursos humanos. ....	48
3.8.2. Materiales. ....	48
CAPÍTULO IV .....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
4.1. Resultados.....	51
CAPÍTULO V .....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	60
5.1. Conclusiones.....	61
5.2. Recomendaciones. ....	61
CAPÍTULO VI.....	62
BIBLIOGRAFÍA .....	62
6.1. Literatura citada.....	63
CAPÍTULO VII.....	73
ANEXOS .....	73
7.1. Imágenes de resultado. ....	74
7.2. Imágenes de anexo.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutricionales para verracos.....	18
<b>Tabla 2.</b> Equipos de laboratorio y colecta de semen. ....	25
<b>Tabla 3.</b> Materiales de colecta del eyaculado. ....	25
<b>Tabla 4.</b> Material para evaluación de la calidad seminal.....	26
<b>Tabla 5.</b> Material para la preparación de dosis seminales. ....	26
<b>Tabla 6.</b> Material para limpieza de material de laboratorio.....	27
<b>Tabla 7.</b> Material para la inseminación (IA).....	27
<b>Tabla 8.</b> Funciones de material de colecta.....	30
<b>Tabla 9.</b> Escala de motilidad en masa.....	33
<b>Tabla 10.</b> Escala de vigor espermático de acuerdo a su movilidad. ....	33
<b>Tabla 11.</b> Tabla de valores de la concentración del eyaculado del verraco.....	37
<b>Tabla 12.</b> Composición del diluyente Androstar plus. ....	40
<b>Tabla 13.</b> Parámetros agroclimáticos de la zona bajo estudio. ....	43
<b>Tabla 14.</b> Esquema del análisis de Varianza (ANDEVA).....	45
<b>Tabla 15.</b> Resultados de la evaluación macroscópica seminal del verraco línea paterna, durante el periodo de evaluación, 2017.....	52
<b>Tabla 16.</b> Resultados de la evaluación macroscópica seminal del verraco línea materna, durante el periodo de evaluación, 2017. ....	53
<b>Tabla 17.</b> Resultados de la evaluación microscópica seminal del verraco línea paterna durante el periodo de evaluación, 2017.....	55
<b>Tabla 18.</b> Resultados de la evaluación microscópica seminal del verraco línea materna durante el periodo de evaluación, 2017. ....	55
<b>Tabla 19.</b> Media, desviación estándar (D.E.), varianza (Var), coeficiente de variación (CV), valor mínimo (Min.), valor máximo (Max) y mediana por método de determinación de concentración y línea genética .....	56
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Tukey (alfa=0.05) para las medias halladas en la evaluación de la variable línea genética.....	57
<b>Tabla 21.</b> Prueba de Tukey (alfa=0.05) para las medias halladas en la evaluación de la variable método de concentración.....	58
<b>Tabla 22.</b> Prueba de Tukey (alfa=0.05) para las medias halladas en la evaluación de la variable Línea genética por método de concentración.....	58
<b>Tabla 23.</b> Descripción del análisis económico. ....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Monta de verraco en el potro. ....	8
<b>Figura 2.</b> Proceso de selección de verracos en función de las características y objetivos del producto y del mercado. ....	9
<b>Figura 3.</b> Verraco de línea materna. ....	11
<b>Figura 4.</b> Verraco de línea paterna. ....	11
<b>Figura 5.</b> Aparato reproductor del verraco. ....	12
<b>Figura 6.</b> Temperatura de testículos entre 3 y 4 grados centígrados. ....	12
<b>Figura 7.</b> Pene de verraco: A) sin erección B) con erección. ....	14
<b>Figura 8.</b> Fotos del comportamiento sexual de los verracos durante las sesiones de entrenamiento: galanteo o cortejo (1-2), intentos de monta (3-4) y montas definitivas (5-6). ....	20
<b>Figura 9.</b> Potro fijo y móvil de verraco. ....	21
<b>Figura 10.</b> Alojamiento de verracos y sus instalaciones. ....	22
<b>Figura 11.</b> Plano de área de colecta. ....	28
<b>Figura 12.</b> Colecta de eyaculado manual técnicas de mano. ....	29
<b>Figura 13.</b> Colecta de eyaculado automático. ....	29
<b>Figura 14.</b> Evaluación de semen. ....	31
<b>Figura 15.</b> Motilidad de espermatozoides vista en microscopio. ....	34
<b>Figura 16.</b> Detalle de cámara de Neubauer. ....	36
<b>Figura 17.</b> Conteo de células espermáticas en cámara de Neubauer y Burker. ....	36
<b>Figura 18.</b> Emisión de la luz a través de la solución de conteo, llega hasta el lector de concentración. ....	38
<b>Figura 19.</b> Zona de conteo de cámara de Neubauer. ....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de varianza de la línea genética, método de determinación de la concentración y la interacción entre línea por método.....	74
<b>Anexo 2.</b> Análisis de interacciones entre líneas genéticas y métodos de determinación de concentración. ....	74

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	Concentración espermática de semen porcino ( <i>Sus scrofa var. domesticus</i> ) mediante metodologías aplicadas comercialmente” en la parroquia Conocoto del cantón Rumiñahui.			
<b>Autor:</b>	Tana Arcos Henry Rodrigo			
<b>Palabras clave:</b>	Inseminación artificial	Concentración espermática	Porcino	Colorímetro
<b>Fecha de Publicación:</b>				
<b>Editorial:</b>				
<b>Resumen</b>	<p style="text-align: center;"><b>Resumen.</b></p> <p>El estudio se llevó a efecto en el Centro de Inseminación Artificial “<i>Suis Genetic</i>” localizado en la parroquia Conocoto, cantón Rumiñahui, durante los meses de diciembre del 2016 a abril del 2017. El objetivo del estudio fue determinar la calidad seminal y la concentración espermática de semen porcino (<i>Sus scrofa var. domesticus</i>) mediante tres metodologías utilizadas comercialmente (cámara de Neubauer, Densímetro de Karras y Colorímetro). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (Neubauer, Karras y Colorímetro) y seis repeticiones (semanas), dispuesto en arreglo factorial 2 x 3. Las variables evaluadas fueron, color, pH, volumen, motilidad en masa en individual, concentración espermática. Los resultados mostraron que los eyaculados presentaron un color blanco lechoso (concentrado) en línea paterna (LP) y línea materna (LM) con un olor característico (<i>sui generis</i>) para las dos líneas, considerado como parámetros normales. El volumen que se obtuvo estuvo entre 180 a 200 mL para LP y LM y el pH de 7,5 en LP y LM que se considera como un valor neutro y normal. En cuanto a la motilidad en masa para la LP y LM se encontró entre 80-85% (remolinos rápidos), considerada como muy buena. Mientras que la motilidad individual para LP y LM entre 4 a 5 (movimientos progresivos rápidos), respectivamente. Al analizar la concentración por línea genética, la LM presentó mayor concentración con <math>511,53 \times 10^6</math> esper/mL y LP con <math>512,47 \times 10^6</math> esper/mL, siendo estos resultados estadísticamente no significativos. En cambio al analizar el método del Colorímetro mostro el mayor valor (<math>532,5 \times 10^6</math> esper/mL) y Nuebauer el menor valor (<math>499,75 \times 10^6</math> esper/mL), obteniendo que los valores no fueron estadísticamente diferentes.</p>			

Dentro del análisis económico se obtuvo que el método más económico fue el sistema Karras seguido de Colorímetro y Burker, pero el Colorímetro fue el método con mayor beneficio neto.

**Abstract.** The study was carried out at the Artificial Insemination Center "Suis Genetic" located in the Conocoto parish, Rumiñahui, during the months of December 2016 to April 2017. The objective of the study was to determine the seminal quality and sperm concentration of porcine semen (*Sus scrofa var. Domesticus*) using three commercially used methodologies (Neubauer chamber, Karras Densimeter and Colorimeter). A completely randomized design (DCA) was used with three treatments (Neubauer, Karras and Colorimeter) and six replicates (weeks), arranged in factorial arrangement 2 x 3. The variables evaluated were color, pH, volume, mass motility, individual motility and sperm concentration. The results showed that the ejaculates presented a milky white (concentrated) color in paternal line (LP) and maternal line (LM) with a characteristic smell (sui generis) for the two lines, considered as normal parameters. The volume that was obtained was between 180 to 200 mL for LP and LM with a pH of 7.5 in LP and LM, which is a neutral value and considered normal. As for the mass motility for LP and LM, it was found to be between 80-85% (rapid eddies), considered to be very good. While the individual motility for LP and LM was between 4 to 5 (fast progressive movements), respectively. When analyzing the concentration by genetic line, the LM presented a higher concentration with 511.53 x 10<sup>6</sup> esper / ml and LP with 512.47 x 10<sup>6</sup> esper / ml, these results being statistically not significant. In contrast, when analyzing the Colorimeter method, the highest value (532.5 x 10<sup>6</sup> esper / ml) and Nuebauer the lowest value (499.75 x 10<sup>6</sup> esper / ml) were obtained, determining that the values were not statistically different. Within the economic analysis it was concluded that the most economical method was the Karras system followed by Colorimeter and Burker, but the Colorimeter was the method with the highest net benefit.

	81 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

## **Introducción**

La explotación porcina se extiende en todo el Ecuador, esta actividad ha tenido poco desarrollo debido a factores como son los siguientes: poca atención a productores, capacitaciones, razas con poca productividad, altos costos en materias primas para la producción, carencia de reproductores de razas altamente productivas, transferencia de tecnología (inseminación artificial), principalmente a medianos y pequeños productores. En el Ecuador existen 1 737 establecimientos porcinos registrados con 20 o más animales y con 5 madres, en su totalidad 310 607 cerdos. Los altos porcentajes de granjas y de animales se localizan en las regiones Sierra y Costa con el 79% registrada y de la población total que representan el 95%. En las regiones Amazónica y Galápagos constan del 21% en registros y en minoría el 5% de población total (1).

La inseminación artificial es un eje fundamental en la producción ya que permite reducir los costos de reproductivos y ayudando al mejoramiento genético de las piaras. Entre los principales beneficios de la inseminación artificial se encuentran la disminución de enfermedades de transmisión sexual y número de verracos requeridos; sin embargo, el incremento del usos de esta tecnología obedece en alguna forma a la calidad del semen colectado y procesado (2).

El mejoramiento genético y la inseminación artificial, son herramientas fundamentales para mejorar la productividad del sistema de producción que permite disponer de animales con mejores características genéticas. El mejorar la base genética de las granjas porcinas, por medio de la utilización de semen refrigerado o fresco permite disponer de material genético de los mejores animales para que sea utilizado en las distintas granjas (3).

La producción porcina económicamente representa importantes ingresos a la economía de los pequeños productores de porcinos, siendo una prioridad la trasferencia de tecnología en el Ecuador. Los estudios en cuanto a la técnica de inseminación artificial, en porcinos se ha limitado a empresas privadas y con gran cantidad de reproductoras ya que en la mayoría de casos los centros de inseminación artificial están manejados por estas empresas. Así mismo el acceso a este tipo de material genético desde el punto de

vista económico es poco probable que ocurra. Las ventajas del uso de la inseminación artificial porcina principalmente se relacionan con el desempeño reproductivo (fertilidad y tamaño de camada) de las cerdas que puede ser igual o mayor que una monta natural. Otra ventaja en cuanto a la concentración espermática radica en la producción 10-20 dosis seminales por eyaculado reduciendo el costo de producción drásticamente al compáralo con la monta natural (4).

Los estudios actuales del semen porcino tienen como objetivo conocer los parámetros cinético, morfológico o bioquímico del espermatozoide después del eyaculado para predecir su fertilidad en campo. Esto ha permitido que los análisis de calidad seminal vayan mejorando en el tiempo. Así mismo otros campos de investigación como la biología molecular y la informática permiten de manera rápida determinar concentración espermática, motilidad espermática, anomalías morfológicas y calidad de ADN y relacionarlo con calidad post aplicación (5).

La calidad seminal de los eyaculados está relacionada con algunos factores, uno de estos es la frecuencia de colecta que para esta investigación se la realizó dos veces por semana. (6). La calidad se evalúa en base a las características macroscópicas y microscópicas. Dentro de las características macroscópicas tenemos el color, olor, pH y volumen mientras que en las microscópicas tenemos la concentración, motilidad en masa e individual entre otras. La concentración espermática se determina mediante algunas metodologías como Karras, Colorímetro y Neubauer que fueron utilizados en este trabajo. Posterior a la evaluación de la calidad seminal y en base a sus resultados se determina el número de dosis a procesar y dependiendo de las necesidades de conservación se utiliza el diluyente respectivo. Los envases para la conservación pueden ser blíster o botellas de un volumen de 90-100 ml que deben ser conservados a una temperatura de 17 grados centígrados.

## **CAPÍTULO I**

# **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de la investigación.**

La calidad seminal pre y post procesamiento es de gran interés productivo y económico ya que determina la fertilidad de los reproductores y el rendimiento reproductivo de las cerdas. Uno de los factores que más afecta la fertilidad es la concentración espermática. La determinación de la concentración espermática se realiza mediante distintas metodologías y esta determina el número de dosis a producir para posteriormente relacionarla con la prolificidad, variable que permite determinar el mayor valor comercial, abaratar costos de los lechones y obtener mayores beneficios en una explotación porcina (7).

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

La investigación tuvo la finalidad evaluar las metodologías (neubauer, karras, colorímetro) para determinar la concentración espermática en el centro de inseminación artificial “Suis Genetics”, para que el pequeño productor tenga acceso a dosis seminales de alta calidad. El producir y ofrecer un servicio de calidad al alcance del pequeño productor a un precio razonable y de esta manera contribuir al desarrollo socio económico de la región, y evitar la influencia de excesivos costos que permitan la completa labor del pequeño productor.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

¿Cómo podrían las metodologías de determinación espermática (Neubauer, Karras, colorímetro) de la inseminación artificial beneficiar a los pequeños productores con el manejo de sus hatos desarrollando rentabilidad y mejoramiento genético y prolificidad?

### **1.1.3. Sistematización del problema.**

Esta investigación lleva a plantear las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la diferencia entre las metodologías de determinación de concentración espermática?
- ¿Cuál es el método, fiable y económico para determinar la concentración espermática?
- ¿Cómo influye las líneas genéticas en la concentración espermática utilizando las diferentes metodologías comerciales?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Evaluar la concentración espermática de semen porcino mediante metodologías utilizadas comercialmente como cámara de Neubauer, karras y colorímetro.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Evaluar la concentración espermática a partir de semen porcino de línea paterna y línea materna mediante metodologías comerciales (cámara de Neubauer, karras y colorímetro).
- Determinar el efecto estadístico entre las líneas genéticas y la concentración espermática, de las metodologías comerciales (cámara de Neubauer, karras y colorímetro).
- Evaluar económicamente las diferentes metodologías (cámara de Neubauer, karras y colorímetro) de la concentración espermática.

## **1.3. Justificación.**

El cambio de la producción porcina tendrá gran desarrollo con la implementación de tecnologías como la inseminación artificial. El correcto manejo de esta tecnología en base a tecnificación a pequeños productores, mejora genética y buenas prácticas porcinas ha hecho que la inseminación artificial no sea complicada y la utilización del material y de dosis seminales de verracos de buenas características genéticas, pueda tener gran comercialización en el mercado.

En una granja porcina lo más importante es abaratar costos y generar ganancias, la monta natural en el Ecuador tiene un valor entre los 30 a 35 dólares, mientras que la dosis seminal de un buen reproductor con sus registros (edad, raza, fecha de colecta .etc.) tiene un costo entre 10-20 dólares y lo más importante libre de cualquier enfermedad (8).

La evaluación de las metodologías (cámara de Neubauer, karras y colorímetro) tienen la finalidad que el pequeño productor pueda tener acceso a estas tecnologías, evitando costos excesivos en mano de obra y pajuelas.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual.**

**Línea materna.-** Grupo de cerdos mejorados para características reproductivas, en general se encuentran las razas Landrace y Yorkshire (9).

**Línea paterna.-** Grupo de cerdos mejorados para características productivas, en general se encuentran las razas Pietrain, Duroc, Hampshire (9).

**Motilidad.-** La motilidad espermática determina la capacidad de movimiento de los espermatozoides, a nivel masal e individual. Se trata de una evaluación cualitativa y cuantitativa del eyaculado (10).

**Concentración espermática.-** Es el número de espermatozoides por centímetro cúbico. La técnica empleada consiste en hacer una dilución 1/10 en una solución de cloruro de sodio al 0.99% (11).

**Diluyente.-** Solución acuosa que permite acrecentar el volumen del eyaculado, para obtener las dosis requeridas y preservar las características funcionales de las células espermáticas y resguardar el nivel de fertilidad beneficioso (12).

**Cámara de Neubauer.-** Instrumento de conteo espermático, trabaja con una cuadrícula perceptible al microscopio que permite contar y evaluar el movimiento así como la morfología de los espermatozoides y parámetros necesarios en el semen (13).

**Colorímetro.-** Aparato de medición para la absorción de una longitud de onda específica de la luz a partir de una solución (Citrato de sodio), que se maneja para determinar la concentración de un soluto en una solución (14).

**Densímetro de semen (karras).-** Herramienta que se utiliza para obtener la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen (15).

## **2.2. Marco referencial.**

### **2.2.1. Verraco.**

Los verracos consignados al centro de inseminación artificial se seleccionan basándose en las características particulares de cada línea genética requerida por los productores. Desde aquí el centro de inseminación artificial arranca un proceso de gestión apropiada para que la productividad de los verracos sea máxima. Fundamentalmente en el centro de inseminación artificial consideran capaz para la producción cualquier verraco que monte sobre el maniquí (Figura 1) y se le puede extraer semen (16).



**Figura 1.** Montaje de verraco en el potro.

**FUENTE:**(16).

La habilidad del verraco para reproducirse (libido, capacidad de salto, calidad del semen) determinan si se elige o no para su uso en un centro de inseminación artificial. El mejoramiento para optimizar la productividad y asegurar el éxito del centro de inseminación artificial es tener un protocolo de manejo en donde se cuente con aspectos indispensables como medio ambiente, nutrición, sanidad, comportamiento y fisiología animal (17).

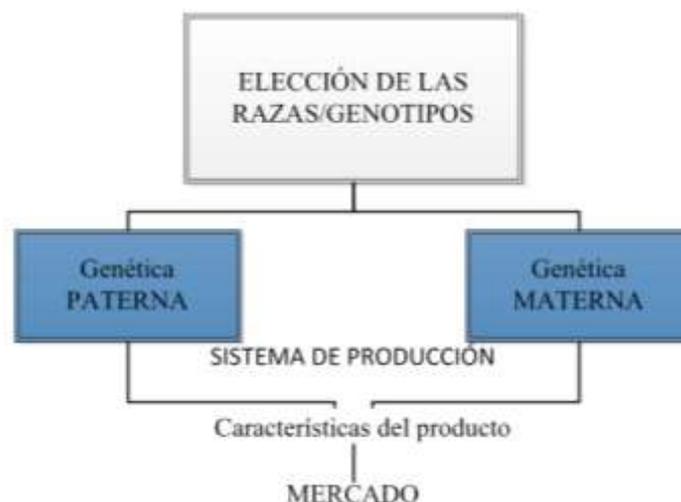
#### **2.2.1.1. Selección del verraco.**

La selección de los verracos para reproducción es uno de los factores importante en la producción porcina. Infiuye en la eficiencia con que los animales se reproducen y, definitivamente, afecta la economía y la calidad de los productos finales a través de los genes que fueron transmitidos durante el proceso reproductivo. En términos generales y de una manera sencilla, podemos decir que los resultados económicos de la producción en su conjunto - la eficiencia, eficacia y calidad - dependen de alrededor del 50% de la

calidad genética de los verracos utilizados en la explotación, y la otra mitad en función del tipo de sistema de producción y calidad del manejo practicado. Por lo tanto, los cerdos de cría se pueden considerar a lo largo del proceso de producción como una materia prima viva, lo que representa la base zotécnica de la ganadería y del resultado económico obtenido en las granjas porcinas (18). El proceso de selección de los reproductores porcinos (líneas paterna y materna) debe ser llevado a cabo por etapas:

- Inicialmente, haciendo la elección de las características (las razas y las cruas) genéticas que afectan la economía de los procesos de producción y la calidad de los productos finales - la carne y los productos transformados (19).
- En una segunda fase, los animales son elegidos a la edad de inicio de la función reproductiva, en función del nivel de eficiencia y capacidad de los animales en reproducirse en vida - la optimización del comportamiento reproductivo que conduce a la cópula, la fertilidad y la prolificidad (19).

El potencial genético de un verraco (Figura 2), está controlado por diferentes genes y el progreso que se realiza en las granjas porcinas se basa en dos perspectivas: por una parte la introducción de nuevos genes, con la agregación de animales optimizados a la granja; por otra parte se busca un aumento en la frecuencia de genes deseables, ya sea por selección o por cruzamiento, que son los primordiales técnicas de mejoramiento genético en el espacio de producción comercial (19).



**Figura 2.** Proceso de selección de verracos en función de las características y objetivos del producto y del mercado.

**FUENTE:** (17).

Entre las principales características que se investigan en un verraco son aquellas que tienen una importancia económica para el productor. Las mismas que logran congregarse en cuatro grupos como: características reproductivas, de producción, de canal y morfológicas. La definición de selección al proceso de elegir a los mejores animales entre una población para que estos sean los reproductores y padres de las futuras generaciones (20).

#### **2.2.1.1.1. Líneas genéticas de un verraco.**

El desarrollo de la mejora genética en la producción porcina se basa en la utilización de la variabilidad existente entre y dentro de los tipos genéticos tanto materno como paterno, mediante la aplicación de diferentes métodos de selección en cuanto a las variables productivas y reproductivas. Es así que la selección de las hembras por sus caracteres maternales, con el objetivo de maximizar la producción, proporcionando al macho la responsabilidad de aportar al beneficio final las características cárnicas deseadas (21). En general se han desarrollado dos tipos de líneas genéticas una paterna y materna, en algunos casos se produce un cruzamiento entre o dentro de estas líneas.

#### **Línea Materna.**

Sus razas se destacan especialmente por buenas actitudes maternales, prolificidad y producción de leche (Figura 3). Al no ser sensibles al estrés, poseen buenos rendimientos reproductivos a diferencia de la línea paterna. Su crecimiento es óptimo hasta alcanzar pesos llevados, por su consumo de pienso elevado y un buen índice de conversión alimenticia. El cruce de razas en la actualidad ha originado híbridos con características reproductivas mejores (vigor híbrido), que de las razas puras. Estas razas obtenidas también pueden ser utilizadas en sistemas mixtos, tanto para engorde y reproducción (21). Dentro de esta línea participan las razas Landrace y Large white (Yorkshire).



**Figura 3.** Verraco de línea materna.

**FUENTE:** Autor 2017.

### **Línea Paterna.**

Sus razas se destacan especialmente por buenas actitudes de conformación y calidad de la canal; en características como prolificidad y longevidad son inferiores (Figura 4). Su sensibilidad al estrés hace dificultoso su manejo, poseen buenos rendimientos al sacrificio, el crecimiento y eficiencia alimentaria hasta 95 kg. Por su calidad de carne hace que se utilicen como machos finalizadores para la producción de canales con mayor porcentaje magro (21). Dentro de estas líneas participan razas como Pietrain Alemán, Pietrain Belga, Duroc y Hampshire.



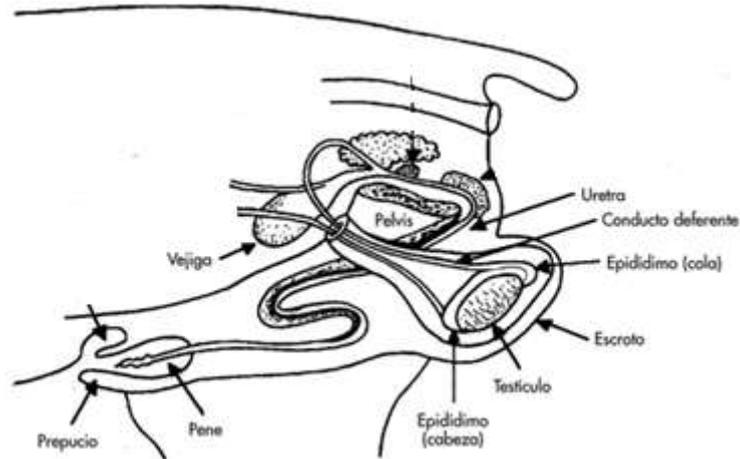
**Figura 4.** Verraco de línea paterna.

**FUENTE:** Autor 2017.

## 2.2.1.2. Anatomía y fisiología del verraco.

### 2.2.1.2.1. Anatomía del aparato reproductor del verraco.

El aparato reproductor del verraco es complejo y abarca desde los testículos hasta el prepucio como indica en la (Figura 5).

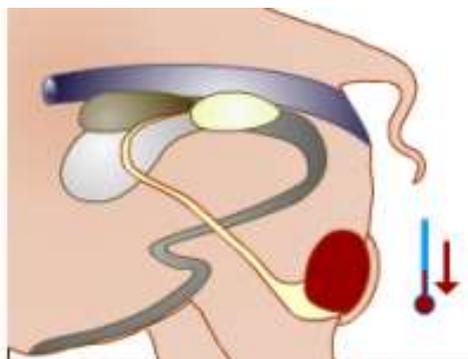


**Figura 5.** Aparato reproductor del verraco.

**FUENTE:**(22).

#### a) Testículos y escroto.

Los testículos se encuentran dentro del escroto (Figura 5), el cual es una estructura derivada de la piel. Los testículos son órganos exocrinos y endocrinos. La función exocrina es la elaboración celular (espermatozoides) y la función endocrina es la elaboración tanto de células de Leyding como de Sertoli. En un verraco adulto pesan entre 300 a 350 gramos; su forma es ovalada. (20). Están a una temperatura entre 3 y 4 °C por debajo de la temperatura corporal (Figura 6) (23).



**Figura 6.** Temperatura de testículos entre 3 y 4 grados centígrados.

**FUENTE:** (23).

- **La espermatogénesis.**

Es el proceso de desarrollo de una célula germinativa en espermatozoide maduro y desarrollado completamente, en el verraco dura aproximadamente 3 a 4 días. Al continuar su proceso, los espermatozoides atraviesan a través de la red testicular y conductos eferentes al epidídimo donde, experimentan una maduración final durante un periodo de 14 días (24).

**b) Conductos genitales.**

Se origina en los conductos eferentes, los cuales conectan la red testicular con el conducto del epidídimo. La variación de conductos va de 6 a 20 de forma espiral, poseen un epitelio cilíndrico simple que facilita el tránsito del eyaculado hacia los otros conductos siguientes (25).

**c) Conducto del epidídimo.**

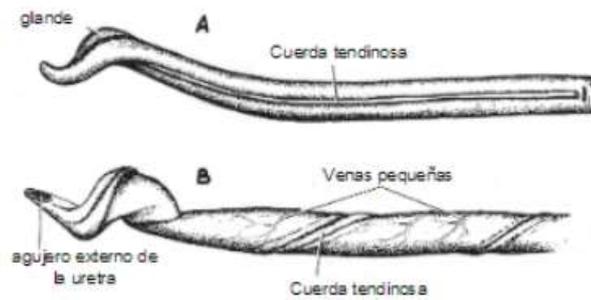
Es un tubo espiral junto al tejido conjuntivo y músculo liso, forman la cabeza, cuerpo y cola del epidídimo. Este continúa con el conducto deferente. La trayectoria tortuosa y su estructura varía en los diferentes niveles del epidídimo; el epitelio que lo reviste es cilíndrico, alcanza su mayor altura a nivel de cabeza y para disminuir a nivel de cola. La función más importante es almacenar los espermatozoides en el epidídimo durante su maduración (20).

**d) Conducto deferente.**

Une el conducto del epidídimo que desembocan en la uretra pélvica, ruta común con los accesos urinarios y termina en el pene para el transporte de los espermatozoides (23).

**e) Pene y prepucio.**

El pene del verraco cumple la función de la emisión del líquido espermático a lo largo del conducto deferente hacia la uretra pélvica, la eyaculación es el paso del semen resultante. Su formación es en tres cuerpos cavernosos que se agrupan alrededor de la uretra, el cuerpo esponjoso se expande alrededor de la uretra. Este bulbo está cubierto por el músculo bulbo-esponjoso estriado, los músculos retractores del pene controlan la longitud, efectiva por acción que ejercen sobre la curvatura sigmoidea. En el verraco cerca de 5 cm terminales del pene tienen forma de espiral (Figura 7) y durante la erección se enrosca (25).



**Figura 7.** Pene de verraco: A) sin erección B) con erección.

**FUENTE:** (25).

### **2.2.1.3. Características morfológicas de un verraco de línea paterna como línea materna.**

En los verracos solo se seleccionan características morfológicas de importancia, aquellas que al ser mejoradas significan una mayor ganancia para el productor, otro tipo de características como el color de la capa, la forma de las orejas, etc. no son tomadas en cuenta dentro de un programa de mejoramiento (21). Las siguientes características morfológicas deben estar presentes en un verraco de línea paterna o línea materna:

#### **a) Aplomos y conformación.**

La conformación y capacidad de locomoción está relacionada con la productividad, la presencia de defectos provoca que se limite la vida del verraco y desencadena problemas de rendimiento en ganancia de peso y calidad de la carne; esto puede ser heredable (20).

#### **b) Número y conformación de las tetas.**

Una característica heredable y fundamental para la sobrevivencia de los lechones. Lo mínimo debe ser 12 tetas normales, la posibilidad de los lechones para tener acceso libre a la leche materna. La selección de animales para reproductores es que sus tetas no sean ciegas, anilladas, pequeñas, impares y asimétricas esta técnica se la realiza en machos y hembras (20).

**c) Tamaño testicular.**

El tamaño testicular se ha relacionado con el número de espermatozoides y su concentración en el epidídimo, así como número total de espermatozoides. Las investigaciones muestran que el tamaño testicular es un indicador significativo de virtud reproductiva en los verracos y puede ser ventajoso como una razón de selección en los machos (20).

**2.2.1.4. Característica reproductiva de un verraco de línea paterna y línea materna.**

**a) Edad a la pubertad.**

Esta característica de gran importancia para el productor porcino, una mayor edad a la pubertad está relacionada con una mayor edad al primer parto y a un mayor riesgo de desecho temprano, por lo que la selección para una pubertad temprana resulta en una vida productiva mayor para la hembra. La edad de la pubertad se correlaciona con la velocidad de crecimiento y negativamente con el espesor de la grasa dorsal siendo esta una característica de heredabilidad alta (20).

**b) Tamaño de la camada.**

El número de lechones destetados debería ser la meta de selección, el tamaño de la camada se seleccionan con base en los lechones nacidos que es una característica de heredabilidad baja. El seleccionar el tamaño de la camada al nacimiento es la mejor manera de mejorar la tasa de ovulación de las cerdas, esta característica es fácil a la hora de selección para mejorar el tamaño de la camada (20).

**c) Peso al nacer.**

Lo más principal en un lechón al nacer es su peso ya que esto garantiza la sobrevivencia y el desarrollo del cerdo y de carácter de heredabilidad media, su selección con base en el peso al nacer del animal que este será evaluado en el promedio de las camadas de su madre ya que existe una correlación genética materna directa (20).

#### **d) Producción láctea.**

Esta variable está condicionada por el tamaño de la camada y con base en su peso de lechones al destete o a los 21 días y con la metodología “pesaje-lactancia-pesaje”. El promedio de producción de leche se ha incrementado en un 70 % resultado heredado a través de varios años (20).

#### **2.2.1.5. Manejo del verraco.**

El verraco aportan el 50% de material genético, el aportar un eyaculado con un adecuado número de espermatozoides capaces de fertilizar los óvulos liberados por las cerdas, recalca la importancia de estos animales en una granja porcina. La inseminación artificial es de gran importancia para el productor ya que de un verraco se puede fertilizar los óvulos de una mayor cantidad de cerdas. El manejo apropiado para los verracos, marcara un importante desarrollo en su vida (20).

El manejo de un verraco está relacionado con el número de cerdas a aparear por semana, la cantidad de dosis por cerda y el número de dosis de semen obtenidas en promedio de cada eyaculado, que nos permite saber el número de colecciones semanales; frecuentemente se utiliza la relación un verraco por cada 150 cerdas (20).

##### **2.2.1.5.1. Manejo en la etapa de crecimiento y desarrollo.**

El primordial objetivo en esta etapa es obtener el mejor desarrollo posible, que se le permita al verraco joven un inicio en la producción de semen y un correcto comportamiento sexual, aspectos que están relacionados en diversas funciones como: genética, ambiente social, temperatura , fotoperiodo y nutrición (26).

#### **a) Genética**

Las condiciones normales de crecimiento y desarrollo de los verracos alcanzan en la pubertad entre cinco y ocho meses de edad; los animales híbridos alcanzan la pubertad 40 días antes que los animales de raza pura (20).

#### **b) Ambiente social.**

El ambiente social en que se desarrolla un cerdo recién destetado influye en su comportamiento y como consecuencia, sobre los rendimientos productivos de los futuros verracos. Los ajustes no correctos en el comportamiento de un cerdo en la etapa de pubertad son la base para que los animales queden rezagados de su grupo, otros

factores que pueden afectar son: a) el orden de dominación y la mezcla de camadas; b) tamaño de grupo y rango de peso y c) el espacio por corral y comederos (27).

**c) Temperatura.**

La temperatura debe ser acogedora y confortable para el verraco como para el técnico ya que el entrenamiento del animal puede llevar su tiempo, donde lo más óptimo sería 20 grados. El aumento de temperatura provoca efectos negativos en la motilidad espermática y cantidad de espermatozoides (16).

**d) Fotoperiodo.**

En cerdos que no han llegado a la pubertad, más de 15 horas diarias de luz originan una disminución en la edad a la pubertad, pero no tiene efecto en el tamaño testicular y la producción de espermatozoide, sin embargo, un verraco sometido a un fotoperiodo largo tienen una conducta sexual más marcada y monta más veces que un verraco sometido a un periodo corto. Por lo consecuente es recomendable las horas luz en casetas donde se tengan alojados futuros verracos (20).

**e) Nutrición.**

La nutrición en verraco le permite tener un comportamiento reproductor normal. El tamaño corporal son clave de una buena nutrición, por lo tanto el objetivo en estos animales es que tengan un crecimiento normal, una alimentación que les permita llenar sus requerimientos nutricionales y lograr un comportamiento reproductor óptimo (20). La siguiente (Tabla 1) muestra los requerimientos nutricionales para un verraco de línea paterna y línea materna.

**Tabla 1. Requerimientos nutricionales para verracos.**

<b>Requerimientos de nutricionales para verracos</b>	
Consumo alimento	4,4 lbs./día
EM Consumo	6,530 Kcal/día
Proteína cruda cantidad requerida/día	260 g (13 % de dieta)
Lisina	12 g (0,60 % de la dieta )
Vitamina A	9500 IU
Vitamina D3	475 IU
Vitamina E	104.5 IU
Vitamina K	1,19 mg/kg
Biotina	0,48mg/kg
Colina	2,98mg/kg
Ácido fólico	3,09 mg/kg
Niacina	23,75 mg/kg
Ácido pantoténico	28,5 mg/kg
Riboflavina	8,91 mg/kg
Tiamina	2,38 mg/kg
Vitamina B6	2 mg/kg
Vitamina B12	0,035 mg/kg
Ácido linoleico	2 g (0.1 % de la dieta)
Zinc	118,75 mg/kg
Cobre	11,88mg/kg
Manganeso	47,5 mg/kg
Hierro	190 mg/kg
Yodo	0,33mg/kg
Selenio	0,71 mg/kg

**FUENTE:(28)**

#### **2.2.1.5.2. Manejo en el área de servicios y entrenamiento.**

El manejo en el área de servicios y entrenamiento se divide en etapas importantes para el verraco que son: periodo de cuarentena, periodo de adaptación, periodo de entrenamiento y periodo de trabajo.

#### **a) Periodo de cuarentena.**

Los verracos destinados a un centro de inseminación artificial, debe cumplir una serie requisitos previos a su manejo en el área de servicios los cuales son:

1. Cumplir con la debida certificación sanitaria, guía de origen e historial sanitario para garantizar un buen animal.
2. Tener su identificación (arete) con todos sus registros.
3. Mantener en cuarentena aislado, durante 30 a 40 días.
4. En cada verraco se realiza un análisis de sanguíneo para conocer detalladamente el estado sanitario y evitar complicaciones a futuro.
5. La correcta desparasitación de los verracos, tanto de ectoparásitos como de endoparásitos.

Manejar un correcto plan de vacunación para obtener resultados óptimos en el centro de inseminación artificial (29). Todos los verracos pasan por esta etapa para comprobar el estado sanitario donde se realizan las siguientes prácticas como: muestras de sangre, desparasitación, feed back (heces de hembras) (29).

#### **b) Periodo adaptación.**

Al terminar la cuarentena y se procede trasladar al verraco a la granja, se inicia el periodo de adaptación. Esta etapa tiene una duración de tres semanas, donde el verraco se adapta a operadores, alimentación, al medio ambiente, ruido de la granja, y al contacto con otros verracos o hembras reproductoras. La socialización con otros animal es fundamental y propicio para lograr obtener una conducta sexual normal (20).

#### **c) Periodo de entrenamiento.**

Finalizado la adaptación empieza el entrenamiento del verraco donde tengas fines de monta directa o para inseminación artificial. Este periodo al verraco se le transmitirá serie de experiencias favorables en su vida sexual.

##### **• Entrenamiento del verraco.**

La conocida frase “la paciencia es la madre de la ciencia”. La clave está en el tiempo y la paciencia que se emplee en el entrenamiento del verraco, el manejo del técnico influye sobre el comportamiento del animal y puede ser causa para que rechace saltar o montar hacia el potro. Para obtener óptimos resultados en el salto o monta se debes llegar a que el verraco centre toda su atención en el potro y que su experiencia en el será placentera y buena (16) .

Esta actividad de gran importancia, se la realiza en la misma granja donde deberá contar con un potro móvil de dimensiones similares a los de una hembra, con el objetivo de simular la monta. Los verracos de 6 a 8 meses de edad ya en su pubertad son ideales para su entrenamiento, normalmente a esta edad ya presentan conducta sexual (30).

El proceso que se riga el verraco al realizar la monta se divide en cuatro fases:

- 1) Olfateo y juego con el potro.
- 2) Aumento de salivación y masticación.
- 3) Orina por el estímulo que se le da en los testículos.
- 4) Reacción, monta y erección (golpes de riñón).



**Figura 8:** Fotos del comportamiento sexual de los verracos durante las sesiones de entrenamiento: galanteo o cortejo (1-2), intentos de monta (3-4) y montas definitivas (5-6).

**FUENTE:** Autor

**Potro fijo o móvil.** De características sólidas y sujeto al suelo (potro fijo) y con libre movimiento (potro móvil), deberá soportar el peso del verraco y sus forcejeos en la fase de excitación. A la vez deberá proporcionar un fácil manejo para el técnico al momento de manipular el prepucio y el pene del verraco como se aprecia en la (Figura 9) (31).



**Figura 9.** Potro fijo y móvil de verraco.

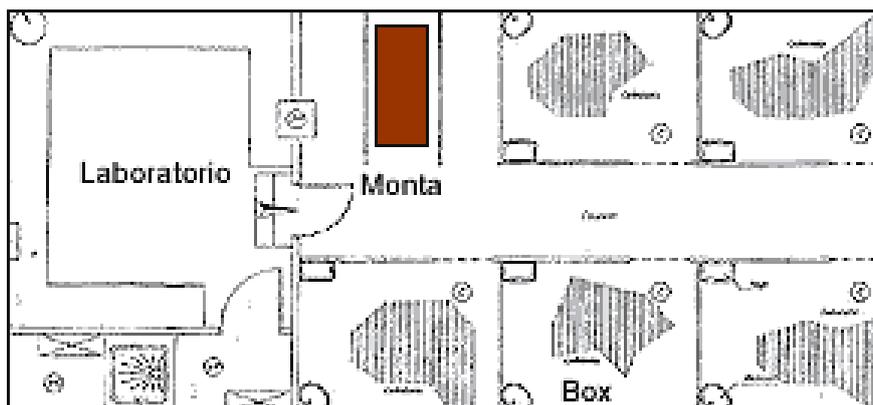
**Fuente:**(16)

#### **d) Periodo de trabajo.**

La maduración fisiológica del verraco después del nacimiento es un proceso progresivo. En sus primeras etapas de vida, se debe observar el comportamiento de monta en los verracos jóvenes, a partir de los tres meses de edad da lugar al segundo período de la división de las células germinales (futuros espermatozoides) y el aumento del peso testicular. Esto claro el desarrollo de las células germinales van creciendo y definiendo la capacidad futura del macho para producir espermatozoides. Los principales factores para un verraco en producción y que se toman en cuenta en su manejo son: edad reproductiva, desarrollo testicular, alojamiento, condiciones medio ambientales, frecuencia de uso (16).

#### **2.2.1.6. Alojamiento.**

El alojamiento se divide en zona sucia que comprende los corrales de machos, la sala de extracción y la zona limpia que comprende al laboratorio (Figura 10).



**Figura 10.** Alojamiento de verracos y sus instalaciones.

**FUENTE:**(32)

- **Corrales:** Su ubicación en áreas cerradas que comprendan las siguientes dimensiones, en compartimentos de 3 x 2,5 metros, con divisorios de rejas verticales de 1.7 m. El piso firme, debe permitir la colocación de cualquier tipo cama de paja en invierno, esto mejora el confort térmico de los machos y mejora la higiene (33).
- **Sala de extracción:** Espacio independiente del resto del área su objetivo en los verracos es la colecta del eyaculado debe tener las características de paredes sólidas para evitar que el macho se distraiga durante la monta, dentro de la sala de estar el potro fijo o móvil (**Figura 10**). La sala debe contar con las siguientes dimensiones de 4 x 2.5 metros (33).

**a) Condiciones ambientales.**

Uno de los factores que más influye en la reproducción de verraco es el clima, tomando gran importancia los efectos de las altas temperaturas, la humedad y la radiación. En el verraco su ciclo reproductivo continuo se puede observar, en las diferentes estaciones del año, variaciones en los que respecta a su fertilidad. Las altas temperaturas ambientales tienen un efecto perjudicial sobre la respuesta reproductiva de los verracos, induciendo en el macho una disminución de la calidad espermática (34).

**b) Frecuencia de uso del verraco.**

La frecuencia de utilización del verraco puede reducir el libido, esto ocurrirá normalmente de forma temporal. Los machos de hasta 10 meses de edad deben montar una vez cada 7 días. Los verracos de más de más 10 meses pueden realizar montas cada

3 días sin ningún problema, lo más importante es saber la concentración de espermatozoides que se desea, entre más colecta existe menos será la concentración ya que no hay recuperación del animal (35).

#### **2.2.1.7. Factores que afectan la reproducción en los verracos.**

La salud de un verraco es importante y puede existes factores que puedan desencadenar desarrollo del animal como: problemas de conducta, problemas físicos y problemas infecciosos. A continuación se dará una breve descripción de cada factor.

##### **a) Problemas de conducta.**

- **Falta de libido.**

La libido del verraco es un factor importante de conducta directamente de carácter hormonal como son de los andrógenos, hormonas sexuales masculinas que se producen en los testículos. Se ha visto que los niveles de andrógenos son bajos para conservar una libido correcta del verraco. Esto quiere decir, inusualmente, los problemas de libido no están afectados con los niveles de estas hormonas (35).

- **Monta anormal**

Los verracos jóvenes, tienden a presentar conductas anormales de monta, tales como: montar por la cabeza o tratar de penetrar por el ano. Esto puede ser fácil de corregir con manejo adecuado y con paciencia por parte del personal técnico o personal del manejo de los verracos: a su vez este factor puede ser una causa de retiro del verraco con fines reproductivos, si no es corregida antes que el macho llegue a mayor la edad (36).

- **Agresión**

La conducta de agresividad, se presenta en algunos verracos, donde su origen puede estar relacionado en el alojamiento o manejo reproductivo, es más característico en los primeros meses de vida o durante el entrenamiento del verraco. Esta conducta de agresividad, puede representar un peligro, tanto para el personal a cargo de su manejo y en especial para las hembras reproductoras; este factor, es de carácter para desechar el verraco del centro de inseminación artificial (20).

## **b) Problemas físicos.**

### **• Problemas locomotores.**

Los problemas de desplazamiento de los verracos más comunes que pueden ser el descarte del verraco del centro de inseminación artificial, este factor está relacionado con problemas en las articulaciones de los miembros posteriores principalmente (36).

### **• Exceso de peso.**

El exceso de peso, se presenta principalmente en verracos de avanzada edad como de cuatro años, esto es un factor importante de descarte del verraco, ya que su desempeño reproductivo puede ser escaso o nulo, presentando dificultades para realizar la monta directa o al potro de colección seminal (37).

### **2.2.1.8. Colecta y procesamiento de semen de verraco.**

En un centro de inseminación artificial porcino se debe considerar el confort tanto para el verraco como para el técnico que hará la colecta de semen, considerando varios aspectos que involucran esta instalación. El personal que trabaje en estas áreas debe tener una capacitación optima, tanto en el manejo de los animales como la colecta del semen y su debido procesamiento de dosis seminales en el laboratorio (38).

### **2.2.2. Laboratorio.**

Lugar donde se realizara una etapa importante para el centro de inseminación artificial ya que es donde llega el semen colectado del verraco para sus respectivos análisis (24). Dependiendo el área, las funciones que se realicen y el uso del material tanto desechable como de vidrio a continuación se detallaran los distintos equipamientos y opciones existentes en las Tablas 2,3, 4, 5, 6 y 7:

**Tabla 2.** *Equipos de laboratorio y colecta de semen.*

---

<b>Equipos de laboratorio y colecta de semen.</b>
✓ Potro de recogida
✓ Baño María de agua y seco
✓ Platina térmica a 37 °C
✓ Microscopio con plaqueta térmica
✓ Balanza electrónica
✓ Nevera de conservación a 16 °C para almacenamiento de dosis
✓ Selladora de tubos o blíster.

---

**FUENTE:** (24)

**Tabla 3.** *Materiales de colecta del eyaculado.*

---

<b>Materiales de colecta del eyaculado</b>
✓ Termo de recogida
✓ Filtros
✓ Gomas elásticas
✓ Vasos de precipitación desechables
✓ Bolsas de plástico con o sin filtro incorporado
✓ Guantes de látex o vinilo sin talco.

---

**FUENTE:** (24).

**Tabla 4.** *Material para evaluación de la calidad seminal.*

---

<b>Material para evaluación de la calidad seminal.</b>
✓ Porta objetos
✓ Cubre objetos
✓ Probetas graduadas
✓ Cinta de pH
✓ Colorímetro
✓ Cámara de Neubauer
✓ Densímetro Karras
✓ Micropipeta de 1 ml
✓ Pipetas de vidrio de 10 ml
✓ Matraces aforados de 100 ml
✓ Termómetro laser
✓ Cubículos de colorímetro
✓ Suero fisiológico formolado
✓ Reactivos comunes: formaldehído al 40%, citrato sódico, cloruro sódico

---

**FUENTE:** (24)

**Tabla 5.** *Material para la preparación de dosis seminales.*

---

<b>Material para la preparación de dosis seminales</b>
✓ Diluyente de larga duración
✓ Agua bidestilada
✓ Bolsas de dilución
✓ Envases de dosis seminales de 100 ml (botellas, tubos, blíster.)

---

**FUENTE:** (24)

**Tabla 6.** *Material para limpieza de material de laboratorio.*

---

<b>Material para limpieza de material de laboratorio.</b>
✓ Cepillos para limpieza.
✓ Papel filtro o secante.
✓ Jabón neutro líquido.
✓ Desinfectante.

---

**FUENTE:** (24)

**Tabla 7.** *Material para la inseminación (IA).*

---

<b>Material para la inseminación (IA)</b>
✓ Nevera portátil
✓ Catéteres de inseminación: de caucho o desechables (espiral o espuma)
✓ Toallas desechables
✓ Guantes de látex o plástico

---

**FUENTE:** (24)

El laboratorio al ser un área de diversos procesos, que se encuentra cerca del área de colecta y más aun con el material de inseminación y preparación de dosis seminales es imprescindible mantener una adecuada condición higiénica de todo el material y la conservación de dosis. Este ambiente debe ser lo más aséptico posible y sus materiales no presentar suciedad, una vez a la semana se dará mantenimiento por lo que se podría ayudar con estufa de esterilización y desinfectantes líquidos (jabón, alcohol etílico al 70%) (24).

#### **2.2.2.1. Colecta del eyaculado (semen).**

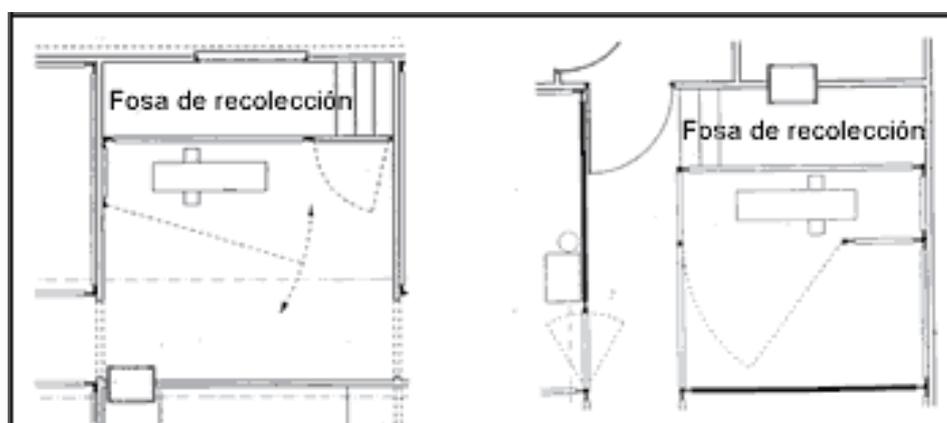
La colecta de semen en verracos es una de las tareas más principales para la reproducción porcina. Consiste en seleccionar a los verracos de alta calidad genética que, a partir del octavo mes de vida, ya están competentes para proveer el material seminal. La cantidad de eyaculado puede variar una muestra en promedio pura de 146 g,

es posible obtener más de 20 dosis para inseminación, que se utilizarán para dar servicio a las hembras por medio de la inseminación artificial (39).

#### 2.2.2.1.1. Preparación en el área de colecta.

##### a) Área de colecta.

El área de colecta (Figura 11) debe presentar la higiene adecuada, tanto para el animal como para el técnico. Esta área debe ser amplia, donde brinde seguridad y confort, a la vez su piso debe lavarse diariamente (eliminando heces, semen y otros contaminantes) (31).



**Figura 11.** Plano de área de colecta.

**Fuente:**(32)

##### b) Colecta manual.

La técnica de recolección manual o a mano enguantada, puede ser con el dedo pulgar o menique (Figura 12), sigue un proceso de gran importancia y sus pasos a seguir: limpiar el área del pene con toallas o papel; excitar los testículos y el prepucio del verraco; la utilización de doble guante para reducir contaminación con el verraco y el pene, esperar que el pene sobresalga del prepucio mientras el verraco se excita sobre el potro; retirar el primer guante y captar el pene con la mano sin ejercer mucha presión para que el verraco se adapte al contacto; mantener el pene en sentido horizontal para evitar derrames; excitar la punta del pene con el dedo pulgar o menique hasta que el verraco se relaje. Al empezar la eyaculación se mantiene la presión discontinua leve sobre la extremidad del pene sin soltar el mismo hasta obtener la fracción espermática esta técnica dura entre 5 a 10 minutos (31).



**Figura 12.** Colecta de eyaculado manual técnicas de mano.

**Fuente:**(32).

**c) Colecta automática.**

Técnica de colecta automática que incluye un cérvix artificial, una extremidad (brazo) deslizante, una cérvix artificial sujeta y un potro (Figura 13). La cérvix artificial simula la cérvix de la cerda y ejerce presión que estimula al verraco. El brazo deslizante otorga movimientos hacia delante y atrás sobre el pene durante la colecta, este proceso es automatizado ya que tiene tiempos de todos las fracciones espermáticas y está preparada para recolectar la porción de semen correcta (40).



**Figura 13.** Colecta de eyaculado automático.

**Fuente:** (41)

**d) Material para la colecta.**

Los materiales a utilizar en esta etapa que están descritos en la (Tabla 8), estos cumplen una función importante y a su vez cada uno debe estar limpio para la colecta.

**Tabla 8.** *Funciones de material de colecta.*

<b>Material</b>	<b>Función</b>
<b>Termo</b>	Evita el choque térmico del semen. Debe estar precalentado a una temperatura de 36,5 °C, Debe estar limpio y debe limpiarse tras cada recogida.
<b>Vaso o bolsa de recogida</b>	En la actualidad se utilizan vasos de cartón o bolsitas desechables, en ambos casos deben colocarse dentro del termo a 30°C antes de la recogida y su ventaja que mantiene la temperatura del eyaculado.
<b>Gasa o filtro de papel</b>	Evitar el contacto entre la tapioca y el semen que causaría la aglutinación de los espermatozoides
<b>Guantes</b>	Los únicos guantes de vinilo no empolvados.
<b>Ligas de caucho</b>	Sujetar el filtro con el termo

**FUENTE:** (32)

#### **2.2.2.1.2. Eyaculado.**

##### **a) Gel o Tapioca.**

Es la sustancia proveniente de las glándulas bulbouretrales, consta de grumos gelatinosos que es expulsado durante todo el eyaculado, en principio su cantidad es mínima y en mayores etapas aumenta en gran cantidad. De poco interés ya que provoca aglutinamiento espermático. Una vez colectado el semen se procede a llevar al laboratorio para su contrastación y procesamiento (20).

##### **b) Fracción pre-espermática.**

Es la primer fracción del eyaculado del verraco, no tiene importancia alguna recogerla ya que contiene contaminantes (orina, restos de eyaculado anterior) y es escasa en espermatozoides. Su escaso volumen entre 10 a 15 mL aproximadamente de coloración trasparente y muy liquida (20).

##### **c) Fracción espermática.**

Es la fracción más importante para la inseminación artificial ya que contiene espermatozoides en abundancia, llega a continuación de la primera fracción (pre-espermática) y sale en abundancia por causa de la primera contracción que sufre la cola

del epidídimo. De características blanquecina y muy espesa dando un aspecto “lechoso”. Su volumen promedio varía entre 100 a 150 mL (20).

#### **d) Fracción Post-espermática.**

Es la fracción que está formada por una cantidad mínima de espermatozoides, se presenta en una coloración blanquecina transparente, con unos grumos gelatinosos a lo largo de su salida, con un volumen aproximado de 200 mL puede mezclarse con la fracción más abundante en espermatozoides. Esta fracción en un centro de inseminación artificial no es muy recomendable recogerla si se desea conservar el semen por más de 24 horas (20).

#### **2.2.2.1.3. Evaluación del semen.**

Los métodos para evaluar y valorar la calidad del semen (espermatozoides) tanto para la inseminación artificial con semen fresco, para preservar (congelación), el resultado final de su desarrollo en proceso es complejo y no pueden experimentar posteriores cambios o diferenciación. La metodología para evaluar la fertilidad de verracos, con su evaluación directa de su capacidad para causar una preñez en cerdas es el examen de semen macroscópico y microscópico (Figura 14). La fracción espermática es quien será sometida a evaluación (25).



**Figura 14.** Evaluación de semen.

#### **a) Características macroscópicas.**

La muestra de semen tomada después de realizar la colecta se analiza las características macroscópicas en sus diferentes etapas físicas: volumen, color, olor, pH.

- **Volumen.**

La variación del volumen del eyaculado de un verraco, está estimada dentro de un rango (100 a 300 mL) que es bueno para un centro de inseminación, caso que en el proceso de colecta el volumen sea menor a 50 mL y su concentración espermática muy pobre, se puede concluir que el eyaculado no ha completado todo su proceso y deberá repetirse para obtener mejores resultados (42).

- **Color y olor.**

Su olor característico de su especie normal (sui generis) constante (43). El color normal se presenta en forma blanco lechoso que es la característica principal del eyaculado del verraco, si presenta otra coloración es perjudicial para el centro de inseminación, indicando problemas patológicas con el aparato reproductor del verraco o agentes contaminación de la orina en el eyaculado (31).

- **pH.**

El pH o indicador metabólico de la espermia del verraco (Figura 14), teniendo unas medidas para la fracción rica del semen de 6,8 a 7,4 y la de post-espermática de 7 a 7,6. De características variables siendo que si llega a ser ácido se interpreta como de alta calidad ya que se encuentra en óptimas condiciones de conservación. Al realizar la colecta o eyaculado se da un aumento de ácido láctico y esto causa que disminuya el pH (44).

## **b) Características microscópicas.**

- **Motilidad.**

El examen de la motilidad (movimiento espermático) es una característica que constituye el examen microscópico en dos etapas como son: en masa e individual.

- **Motilidad en masa.**

Se realiza en un microscopio en aumento 10 X, previamente con una gota de semen con un porta y cubre objetos la metodología es rápida y de importancia en la determinación de la concentración y viabilidad de los espermatozoides del eyaculado. Se observa movimientos de flujo y reflujo con la apariencia de oleadas (ondas y remolinos espermáticos) que se forman y desaparecen en instantes, su intensidad puede ser pobre o alta, si es alta quiere decir mayor motilidad y el número de espermatozoides presentes y móviles (45).

La clasificación de las motilidades en masa se utiliza la siguiente escala de la (Tabla 9):

**Tabla 9.** Escala de motilidad en masa.

<b>Calidad</b>	<b>Descripción</b>
Pobre	No hay ondas. Los espermatozoides están sin movimiento o este es muy débil.
Regular	Ondas en movimiento apenas perceptibles.
Bueno	Movimientos masivos aparentes, pero moderados.
Muy bueno	Movimiento masivo muy marcado y rápido.

**FUENTE:** (46).

- **Motilidad individual.**

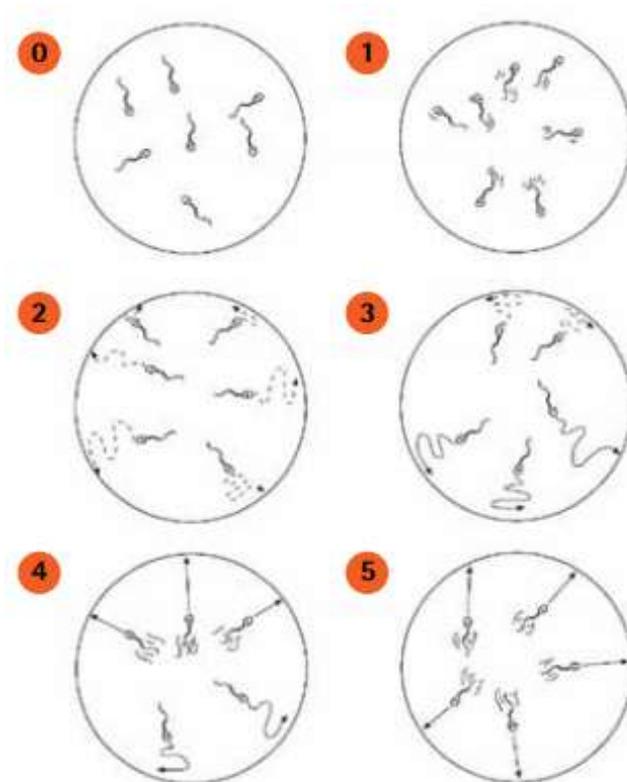
La evaluación de la motilidad individual se la realiza en microscopio, se debe contar con experiencia para distinguir los diferentes tipos de movimientos de los espermatozoides y fundamentalmente poder establecer el porcentaje neto de movimiento progresivo de la célula espermática (47). Los movimientos se pueden clasificar en base a la siguiente (Tabla 10):

**Tabla 10.** Escala de vigor espermático de acuerdo a su movilidad.

<b>Escala de vigor espermático</b>	
<b>0</b>	Espermatozoides inmóviles o muertos.
<b>1</b>	Espermatozoides sin movimiento progresivo, girando sobre sí mismo.
<b>2</b>	Espermatozoides con movimiento anormal o eventualmente progresivo.
<b>3</b>	Espermatozoides sin movimiento progresivo lento y sinuoso.
<b>4</b>	Espermatozoides sin movimiento progresivo muy rápido.
<b>5</b>	Espermatozoides sin movimiento progresivo enérgico.

**FUENTE:** (46).

La característica típica de los espermatozoides es el movimiento rectilíneo que representala relación con la fertilidad. Sin embargo la motilidad progresiva no significa lo mismo que fertilidad. El resto de movimientos representan la calidad del semen que puede ser buena o mala y demostrada en la (Figura 15) (47).



**Figura 15.** Motilidad de espermatozoides vista en microscopio.

**FUENTE:** (24).

- **Formas anormales.**

El semen contiene algunas células espermáticas anormales. Las anomalías morfológicas de los espermatozoides tienen la mayor relación con la fertilidad.

El porcentaje de espermatozoides con membrana acrosómica intacta se considera una cuantificación importante de la calidad del semen. Se manejan varios procedimientos de tinción para valorar la morfología espermática en el verraco. La integridad de la membrana se evalúa con microscopio de contraste de fases con espermatozoides fijados con glutaraldehído. La cresta apical del acrosoma se observa con facilidad y se clasifica con respecto a su integridad (48).

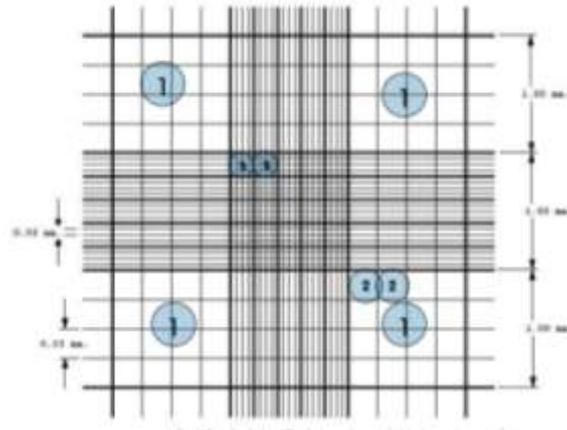
- **Concentración del eyaculado.**

La concentración espermática expresa el número de espermatozoides por centímetro cúbico, esta es comprobada con la ayuda de diferentes métodos, a su vez presenta un alto margen de error y por ello se debe ejecutar de manera repetida. La manera adecuada es empezar con un recuento manual de concentración espermática a través de microscopio, utilizando varias muestras al azar y con apoyo de cámaras de conteo de glóbulos ( Neubauer) (49).

El recuento espermático de una colecta de semen es una medida significativa para la inseminación ya que a partir de su conteo se conocerá el número de dosis viables para inseminación artificial. La concentración exacta del número de espermatozoides y el volumen del eyaculado da la capacidad del número de hembras que serán inseminadas. Este proceso se mide usando instrumentos precisos y previamente calibrados como densímetro, colorímetro (fotómetro), cámaras de recuento entre otros. Estos instrumentos cuentan con la ventaja de ser precisos y rápidos (25).

#### **Cámara de Neubauer.**

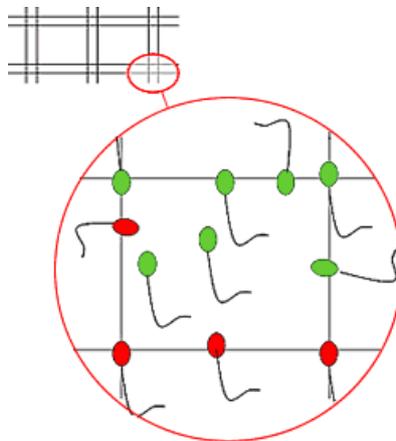
La cámara de Neubauer es una gruesa placa de cristal con forma de portaobjetos que está adaptada al microscopio, con unas medidas de 30 x 70 milímetros y unos 4 milímetros de grosor. En una cámara simple, la porción central, lugar donde se realiza el conteo, está dividida en tres partes; en la parte central se encuentra grabada una retícula cuadrangular (Figura 16), La retícula completa mide 3 milímetros x 3 milímetros de lado. Subdividida a su vez en 9 cuadrados de 1 milímetros de lado cada uno (50). Este método determina la concentración por medio de una dilución a 1:100 que será 1 mL de semen puro y 99 mL de dicha dilución de suero fisiológico formolado. Posteriormente de esta dilución se coloca una gota en la cámara y se realiza el conteo (20).



**Figura 16.** Detalle de cámara de Neubauer.

**FUENTE:** (50)

El conteo de los espermatozoides se realiza en 40 cuadrados pequeños según la técnica demostrada en la (Figura 17), para los espermatozoides limítrofes. Contar comenzando del margen superior izquierdo y trasladar hacia la derecha, al final de hilera pasar a la inferior desplazándose hacia la izquierda. Contar a continuación 40 cuadrados desde la parte inferior derecha de la cámara (51).



**Figura 17.** Conteo de células espermáticas en cámara de Neubauer y Burker.

**FUENTE:** (51)

Esta técnica directa y utilizada en laboratorios para realizar conteo espermático más preciso, utilizada en centros de inseminación artificial por su confiabilidad ya que se realiza conteo más preciso (52).

### **Densímetro de karras.**

Es el método por el cual se determina la concentración espermática a través de la densidad (densitometría), método indirecto que se basa en el grado de turbidez del eyaculado. La metodología consiste en llenar el densímetro con 9 mL de solución de contaje al 0,9% de NaCl y 1 mL de semen, se mezcla levemente y se observa la densidad. Las ventajas de esta técnica es abaratar costos y su fácil manejo de precisión la hace accesible a centros pequeños centros de inseminación artificial. Específicamente se valora las medidas por el grado de absorción de luz en la (Tabla 17) (52).

**Tabla 11.** Tabla de valores de la concentración del eyaculado del verraco

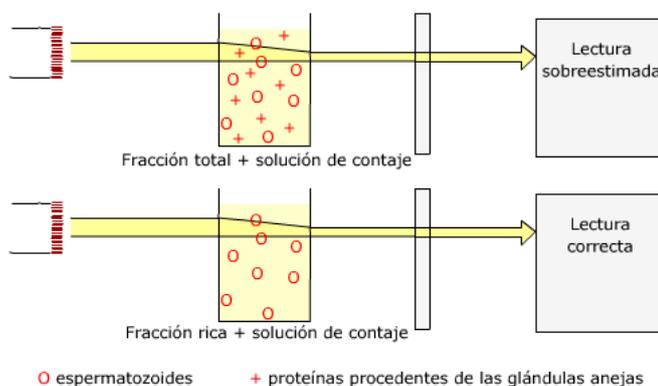
<b>Tabla de valores de la concentración del eyaculado del verraco.</b>	
<b>Densímetro (9+1)</b>	<b>Densidad (<math>10^6</math> /ml)</b>
95	135
90	150
85	165
80	180
75	195
70	210
65	225
60	245
55	265
50	295
45	335
40	375
35	425
30	485
25	555
20	635

**FUENTE:** (46)

### **Colorímetro.**

Es un espectrofotómetro de medición y determinación de la concentración espermática, utilizado en los centro de inseminación artificial. Donde se toma muestras de recuento de una cantidad de eyaculado. Su metodología está en registrar la cantidad de luz que absorbe de una muestra de eyaculado en sus respectiva cubeta (Figura 18), midiendo la distinta densidad óptica y arrojando resultados de absorbancia que esta nos proporciona

la concentración, basada en la correlación entre número de espermatozoides por unidad de volumen con la opacidad del semen. Su manejo requiere una calibración cada cierto tiempo para la determinación de la concentración de espermatozoides, ya que es incierto la opalescencia del plasma seminal y las proteínas en dicho plasma es variable (24).



**Figura 18.** Emisión de la luz a través de la solución de conteo, llega hasta el lector de concentración.

**FUENTE:** (51).

### 2.2.2.2. Procesamiento de semen.

En la actualidad la inseminación artificial tiene un gran reconocimiento, ya que desempeña tecnología para preservar y procesar el semen y aumentar la reproducción de animales con grandes características genéticas y mejorar la producción mundial. Dado que el plasma seminal no permite la correcta conservación en mayor tiempo del semen y que este dure, se implementó la adición de diluyentes, métodos de conservación y preservación para que así lleguen en su mejor calidad al momento de dar el servicio a las cerdas a inseminar (53).

#### 2.2.2.2.1. Dilución.

El eyaculado una vez recogido, filtrado y llevado a un recipiente (bolsa de plástico) a una temperatura de 37 °C para evitar el choque térmico; pasará por los respectivos análisis tanto microscópicos como macroscópicos, parte importante para preparar la dilución con el diluyente más el semen. El problema que puede presentar una dilución es la reducción de fertilidad en las dosis de semen por la baja concentración espermática (54).

El objetivo es aumentar el volumen de la eyaculación y producir cierta cantidad de dosis, esta solución deberá proteger las fertilidades espermáticas durante el almacenamiento, nutrientes y sustancias protectoras (55).

La formulación para los diluyentes se toma en cuenta respetando la tasa de dilución mínima por el efecto tampón y la protección de la membrana que puede ejercer dentro de una categoría de dilución, habitualmente entre 1/10 y 1/25. Esta categoría obedece al tipo de diluyente que se utiliza y el respeto de la dilución que será lo mejor importancia cuando más alto sea el tiempo de conservación que se desee (56).

Una vez el eyaculado en el laboratorio y realizado su evaluación se coloca en un baño María a una temperatura de 37° C mientras se estima su potencial de dosis a producir y se calcula el número de espermatozoides, espermatozoides por dosis, volumen total, volumen diluyente y cantidad de diluyente con las siguientes formulas:

**Numero de espermatozoides total.**

$$\text{N}^\circ \text{ de ezp total} = \text{Concentración (mL)} \times \text{Volumen eyaculado}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de ezp total} = [ ] / \text{ml} \times \text{Volumen eyaculado}$$

**Numero de espermatozoides en dosis.**

$$\text{N}^\circ \text{ de ezp dosis} = \text{N}^\circ \text{ ezp total} \times \text{Motilidad} / ([ ] / \text{dosis})$$

$$\text{N}^\circ \text{ de ezp dosis} = \text{N}^\circ \text{ ezp total} \times 0.85 / 3000 \times 10^6 \text{ (ezp)}$$

**Volumen total.**

$$\text{Volumen total} = \text{N}^\circ \text{ ezp dosis} \times \text{Volumen dosis}$$

$$\text{Volumen total} = \text{N}^\circ \text{ ezp dosis} \times 100 \text{ mL}$$

**Volumen diluyente.**

$$\text{Volumen diluyente} = \text{Volumen total} - \text{Volumen eyaculado}$$

**Cantidad diluyente.**

Diluyente comercial Androstar plus: 47 g/L

$$\text{Cantidad de diluyente} = \text{Volumen Diluyente} \times \text{Peso por litro} / (1 \text{ Litro})$$

$$\text{Cantidad de diluyente} = (\text{Volumen Diluyente} \times 47 \text{ g/L}) / (1 \text{ L})$$

### **Diluyente.**

El diluyente es una sustancia que consta de energía (glucosa, fructosa, lactosa), crio protector (glicerol), proteína (leche, yema de huevo) y diversos aditivos, esto permite una conservación del semen y le da una larga duración, algunos ingredientes se muestran más detallados en la (Tabla 12) para el diluyente Androstar plus (57).

**Tabla 12.** *Composición del diluyente Androstar plus.*

<b>Ingredientes</b>	<b>Androstar plus</b>
Glucosa (monohidrato), g/L	26
Citrato sódico (2), g/L	8
Bicarbonato sódico, g/L	1,2
EDTA (disodio), g/L	2,4
BSA (fracción V)	2,5
Neomicina sulfato, g/L	-
Penicilina G (Na), g/L	0,6
Dihidrostreptomicina, g/L	1

**FUENTE:**(58)

La preparación del diluyente está en mejorar la capacidad de conservación de las dosis seminales, y mantenerlas refrigeradas por un lapso mayor a 4 días y que tenga la misma concentración espermática y semen viable. Esta tecnología en la inseminación artificial se la trabaja con semen fresco diluido siendo este preparado en el mismo día de colecta y con su respectivo almacenamiento (59).

### **Agua.**

El agua es un elemento fundamental y elegir qué tipo de agua vamos a manejar es esencial para un centro de inseminación artificial. El agua es el complemento de dilución del diluyente y no debe trastornar los equilibrios físico-químicos ni aportar ninguna toxicidad (60) .

### **Almacenamiento de dosis seminales.**

Las bolsas (blíster) o botellas de plástico esterilizadas son utilizadas para el almacenamiento de semen se fabrican con el objetivo de proteger de cualquier agente externo al líquido seminal, donde deberá llegar en óptimas condiciones a dar servicio a

la cerda al momento de inseminar (61). La esperma del cerdo es altamente sensible al choque en frío por lo que cada diluyente lleva su dosificación exacta para almacenar el semen y proteger hasta por 7 días sin comprometer la calidad seminal (55) .

La refrigeración o crio-preservación cumple la funcionalidad de mantener a los espermatozoides congelados, parte importante de la inseminación artificial y dar un óptimo resultado en fertilidad y prolificidad del semen (62). El mantener refrigerado a una temperatura entre 16 a 18 °C en el blíster o botella de plástico que se utilice (59) .

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización.

Esta investigación se la realizó en el CIA “SUIS GENETICS”, que se ubica a 11 km de Quito, a 25 km al sur de la línea equinoccial, en el costado occidental del Valle de los Chillos, sobre la ladera oriental de la Loma de Puengasí. Cuya ubicación geográfica es 0°17'35.92" de latitud sur, 78°28'43.99" de longitud oeste y a una altura de 2 600 m.s.n.m. con una humedad relativa de 72,9% y una precipitación anual de 1 325 mm (63).

**Tabla 13.** *Parámetros agroclimáticos de la zona bajo estudio.*

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Temperatura promedio °C	15,7
Humedad relativa %	72,9
Heliofanía Horas luz/año	1 041,1
Precipitación mm/año	1 325
pH	6,3
Zona ecológica	Valle Interandino (VI)
Suelo	Arcilloso arenoso
Topografía	Regular

**FUENTE:**(64) 2017.

### 3.2. Tipo de investigación.

La presente investigación que se desarrollo es de tipo experimental y según la fuente de información de campo, que contribuye a la línea de investigación: “Concentración espermática de semen porcino (*Sus scrofa var. domesticus*) mediante metodologías aplicadas comercialmente en la parroquia Conocoto del cantón Rumiñahui”.

### **3.3. Método de la investigación.**

#### **Análisis de la calidad seminal en laboratorio.**

Las muestras de semen se analizaron en el laboratorio del centro de inseminación artificial “SUIS GENETICS”, las características evaluadas fueron la concentración espermática y motilidad para determinar su procesamiento. Una vez analizada la calidad seminal se utilizaron alícuotas para realizar técnicas experimentales.

- **Técnicas experimentales.**

Las técnicas son los procedimientos e instrumentos que se utilizaron para acceder al conocimiento. En este caso se utilizaron para el análisis de laboratorio, para la evaluación macroscópica y microscópica a través de la observación de los espermatozoides y sus concentraciones.

### **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

La información recopilada en su mayoría de fuentes secundarias como: (libros, revistas científicas, artículos científicos, etc.). Adicionalmente se revisaron fuentes, primarias como el semen a evaluar.

### **3.5. Diseño de la investigación.**

Para el presente estudio se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos (neubauer, karras y colorímetro) y 6 repeticiones (semanas). Dispuesto en arreglo factorial 2 x 3, donde los dos verracos donadores se consideran el factor 1 y los 3 tratamientos el factor 2. Este diseño fue utilizado debido a la homogeneidad para determinar las diferentes medidas donde se utilizó el proceso de rango múltiple de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), y el modelo matemático del diseño que se manejó, es el siguiente:

### Modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta al tratamiento  $i$

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del factor 1  $i$ ,  $i=1, \dots, I$

$\beta_j$  = Efecto del factor 1  $j$ ,  $j=1, \dots, J$

$\alpha\beta_{ij}$  = Interacción de niveles  $ij$

$E_{ij}$  = Error aleatorio o error experimental

Fuente:(65)

**Tabla 14.** Esquema del análisis de Varianza (ANDEVA).

Fuente de variación	Grados de libertad	CM	
Modelo	(A x B) -1	(2 x 3)- 1	5
Línea (A)	a -1	(2-1)	1
Método (B)	b-1	(3-1)	2
Interacción A x B	(a-1) (b-1)	(2-1)(3-1)	2
Error experimental	ab (r-1)	2 x 3 (36-1)	210
Total	abr-01	(2 x 3 x 36) -1	215

#### 3.5.1. Descripción de los tratamientos.

Se manejaron 3 tratamientos para determinar la concentración espermática.

##### a) Tratamiento 1. Cámara de Neubauer (tipo control):

En este tratamiento se utilizaron los siguientes materiales:

- Probeta graduada de 100 mL.
- Solución de citrato de sodio al 3,4% con formol para conteo.
- Micropipeta automática de 1 mL.
- Microscopio.
- Cámara de Neubauer.

Para la preparación se utilizó una solución de 10 mL, donde utilizamos 1 mL de semen puro y 9 mL de solución de conteo. Posteriormente se agita el frasco y deposita una gota sobre la cámara de recuento de Neubauer. Finalmente se realizó el recuento utilizando un microscopio con objetivo 40x.

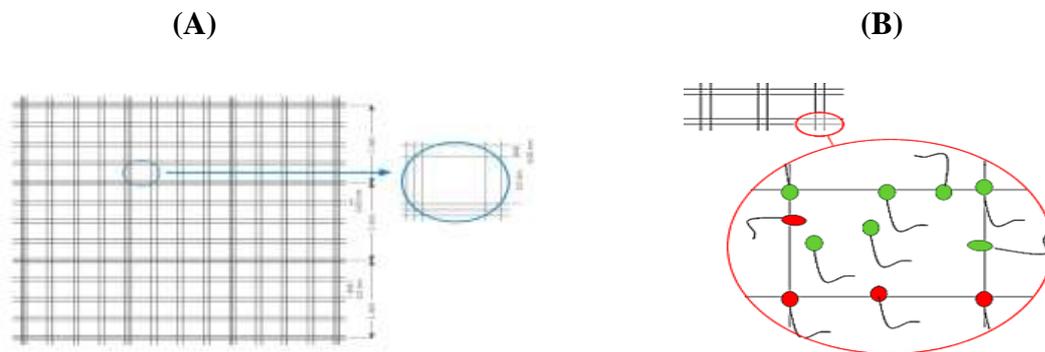
### Recuento.

Contar los espermatozoides que hay en 40 cuadrados pequeños según se presenta en la Figura 20, para los espermatozoides limítrofes considerar la forma L para el conteo de espermatozoides válidos (rojo y verde).

Luego contar a partir del margen superior izquierdo y desplazarse hacia la derecha, al final de hilera pasar a la inferior desplazándose hacia la izquierda.

Se deberá contar dos series de 40, y luego en una nueva muestra se realiza otro conteo obteniendo dos series más.

Finalmente el valor que se considera es la media de las 4 series de 40 cuadrados.



**Figura 19:** Zona de conteo de cámara de Neubauer.

### Determinación de la concentración.

Para determinar la concentración se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración/mL} = \text{Total espermatozoides en 40 cuadrados} \times 10\,000\,000$$

Para obtener el número de total de espermatozoides, la concentración se multiplica por el volumen del eyaculado.

### b) Tratamiento 2. Densímetro de karras.

Se preparó la solución de conteo con 9 mL de una solución al 0,9% de NaCl y 1 mL de semen que se colocó en el densímetro.

Cerrar el densímetro con papel cera y mezclar dos o tres veces con mucho cuidado estos movimientos debe suspender los espermatozoides dentro de la solución.

Para el conteo se utilizaron un papel blanco que se coloca detrás de la cámara y se procede a la lectura. Con el valor de la lectura se determina la concentración en la tabla anexa del densímetro.

### **c) Tratamiento 3. Colorímetro.**

Preparar una solución de conteo que consta de 9 mL de solución de citrato de sodio (3,4%) y colocar 1 mL de semen con la micropipeta automática.

Calibrar el fotómetro usando una solución de citrato de sodio en una cubeta.

Mezclar suavemente la solución y luego colocar la solución de recuento en una cubeta para efectuar la lectura.

Finalmente depositar la cubeta en el colorímetro y anotar el valor indicado de la densidad óptica. En función del valor obtenido se determina la concentración considerando las tablas publicadas o tablas de calibración.

Para determinar el número de dosis de semen se utilizara la siguiente formula:

$$\text{Numero de dosis} = \text{Num esper contados} \times \text{mL eyacula} \times \text{mot masal} \times \text{mot ind} \times (3 \times 10^9)$$

### **3.5.2. Variables bajo estudio.**

- La calidad seminal se medirá antes del procesamiento.
- Motilidad masal
- Motilidad individual
- Concentración espermática

### **3.6. Instrumentos de investigación.**

Un verraco de línea paterna.

Un verraco de línea materna

Diluyente de semen porcino de larga duración

Cámara de Neubauer

Densímetro de semen karras

Colorímetro de semen

### **3.7. Tratamiento de los datos.**

Para la toma de datos se utilizó formulas establecidas en cada método, registros de datos en Excel y la utilización de programa estadístico de software libre, donde se manejó un análisis de varianza del diseño establecido.

La prueba de Tukey al 5% para ver los mejores tratamientos que se obtendrán y un análisis económico de las mejores metodologías para la determinación de la concentración espermática.

### **3.8. Recursos humanos y materiales.**

#### **3.8.1. Recursos humanos.**

- **Director de la investigación:**

Dr. Delsito Zambrano Gracia.

- **Responsable de la investigación:**

Henry Rodrigo Tana Arcos.

#### **3.8.2. Materiales.**

- 1) Microscopio
- 2) Plaqueta térmica
- 3) Cubre y porta objetos
- 4) Colorímetro
- 5) Cámara de Neubauer
- 6) Solución de citrato de sodio formolado
- 7) Densímetro Karras
- 8) Solución de cloruro de sodio
- 9) Micropipeta de 1 mL
- 10) Cintas de pH
- 11) Alimento balanceado
- 12) Termo de colecta
- 13) Funda de colecta de semen porcino
- 14) Filtro de semen porcino
- 15) Guantes de látex sin polvo
- 16) Botas
- 17) Overol
- 18) Agua bidestilada
- 19) Computadora

- 20) Libreta de campo
- 21) Cámara fotográfica
- 22) Lapiceros
- 23) Hojas
- 24) Impresora

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Resultados.**

### **4.1.1. Características macroscópicas.**

El color de los eyaculados del verraco de línea paterna fueron blanco lechoso, de olor característico, la temperatura se mantuvo en un rango de 32-34,5 ° C, el volumen se estableció en un rango de 180-200 mL sin incluir las fases pre y pos-espermática del eyaculado, estas valores son estándar y estables para la línea genética, el pH se determinó en 7,5 tendiendo a la neutralidad. Los resultados se muestran en el (Tabla 15).

El color de los eyaculados fue determinado como blanco-lechoso considerado como concentrado normal (66). Se observó también que no existió ningún tipo coloración adicional descartando de esta manera cualquier tipo de infección. El pH se determinó en 7,5 según el estándar de las cintas medidoras este valor se considera como medianamente alcalino (67). El volumen determinado se encuentra dentro del rango normal (20).

En el caso del verraco de línea materna los resultados fueron similares a los presentados por el verraco de línea paterna, manteniendo un olor característico (*sui generis*), un color blanco lechoso (concentrado), un pH de 8,0, la temperatura se mantiene en un rango de 32,5 - 34 ° C. El volumen fue variable de 100 a 180 ml. Las colectas se realizaron en un potro fijo colocado en un área destinada para la colecta (zona de colecta), evitando de esta forma todo tipo de contaminación del semen. Los resultados se muestran en la (Tabla 16).

La toma de correctivos y la práctica en el momento de la colecta, permitió que las características macroscópicas del semen se estandaricen (66).

**Tabla 15.** Resultados de la evaluación macroscópica seminal del verraco línea paterna, durante el periodo de evaluación, 2017.

Características	Semanas												Media	DS	CV (%)
	1		2		3		4		5		6				
Colecta	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
Color	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL			
Olor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
Temperatura (°C)	32,5	34	34	32	34	33	33	34	33	33	35	33	<b>33,33</b>	<b>0,72</b>	<b>2,15</b>
pH	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	<b>7,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Volumen (mL)	180	190	180	180	180	200	180	180	200	180	200	180	<b>185,83</b>	<b>8,62</b>	<b>4,64</b>

**(BL):** Blanco lechoso

**(I):** Inoloro

**Tabla 16.** Resultados de la evaluación macroscópica seminal del verraco línea materna, durante el periodo de evaluación, 2017.

Características	Semanas												Media	DS	CV (%)	
	1		2		3		4		5		6					
	Colecta	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1				2
<b>Color</b>		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL			
<b>Olor</b>		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
<b>Temperatura (°C)</b>		32,5	34	34	33,5	34	33	33	33	33	33	33	33	<b>33,25</b>	<b>0,48</b>	<b>1,44</b>
<b>pH</b>		7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	<b>7,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Volumen (ml)</b>		100	160	160	180	160	180	180	180	180	180	180	180	<b>168,33</b>	<b>22,30</b>	<b>13,25</b>

**(BL):** Blanco lechoso

**(I):** Inoloro

#### **4.1.2. Características microscópicas: Motilidad masal e individual.**

Las características microscópicas se evaluaron durante 6 semanas y dos colectas por semana como muestran las Tablas 17, 18 para los dos verracos. Los parámetros evaluados fueron: motilidad en masa e individual. La motilidad en masa para los dos verracos se determinó entre 80-85% (remolinos rápidos), esto quiere decir que la motilidad es considerada como muy buena. En cuanto a la motilidad individual se obtuvo un valor entre 4 -5 (movimientos progresivos rápidos). Los coeficientes de variación fueron sumamente bajos y dentro de los parámetros esperados.

#### **4.1.3. Concentración espermática por Neubauer, karras y colorímetro.**

La media, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, mínimo, máximo y mediana de los métodos utilizados para determinar la concentración espermática por línea genética están resumidos en la (Tabla 19). La media de concentración espermática obtenida por el método de cámara de Neubauer fue de  $510,53 \times 10^6$  espermatozoides por mL con un rango de  $260 \times 10^6$  a  $747 \times 10^6$  espermatozoides por mL para la línea materna de  $488,97 \times 10^6$  espermatozoides por mL con un rango de  $274 \times 10^6$  a  $723 \times 10^6$  espermatozoides por mL para la línea paterna.

El método de Karras presentó el coeficiente de variación más bajo para las dos líneas genéticas (17,74%, materna y 18,99% paterna) en comparación a los métodos de Neubauer y Colorímetro, estos resultados contrastan con resultados presentados (68).

Así mismo, al analizar la concentración entre métodos se encontró que para las líneas genéticas materna y paterna se dio una sobre estimación de (3,36% y 9,89%, respectivamente) entre el colorímetro con respecto a la cámara de Neubauer. Mientras que para Karras con respecto a Neubauer se dio una baja estimación de -2,77% en la línea materna y sobre estimación de 4,53% para la línea paterna (68), en los cuales un tipo de colorímetro sobrestimó la concentración espermática en un 9,8 por ciento.

La sobre estimación que se produjo en el método del colorímetro se pudo dar por diversos factores como el tipo de pipeta, dilución, errores de cálculo (absorbancia a concentración), y viscosidad del semen (69).

**Tabla 17.** Resultados de la evaluación microscópica seminal del verraco línea paterna durante el periodo de evaluación, 2017.

Características	Semana												Media	DS	CV%
	1		2		3		4		5		6				
Colecta	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
Motilidad masal, %	80	85	80	85	80	85	80	85	85	80	85	85	82,92	2,57	3,11
Motilidad individual	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4,50	0,52	11,61

**Tabla 18.** Resultados de la evaluación microscópica seminal del verraco línea materna durante el periodo de evaluación, 2017.

Características	Semana												Media	DS	CV%
	1		2		3		4		5		6				
Colecta	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
Motilidad masal	80	80	85	80	80	85	80	85	80	85	80	80	81,67	2,46	3,01
Motilidad individual	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4,58	0,51	11,23

**Tabla 19.** Media, desviación estándar (D.E.), varianza (Var), coeficiente de variación (CV), valor mínimo (Min.), valor máximo (Max) y mediana por método de determinación de concentración y línea genética

Método	Línea	n	Media	D.E.	Var	CV	Mín	Máx	Mediana
Colorímetro (C)	LM	36	527,68x10 <sup>6</sup> esp/mL	118,11	13950,49	22,38	260,23	741,64	513,88
Colorímetro (C)	LP	36	537,32 x10 <sup>6</sup> esp/mL	111,47	12424,45	20,74	296,47	751,99	526,82
Karras (K)	LM	36	496,39 x10 <sup>6</sup> esp/mL	88,06	7755,16	17,74	295	635	485
Karras (K)	LP	36	511,11 x10 <sup>6</sup> esp/mL	97,08	9424,44	18,99	335	635	485
Neubauer (N)	LM	36	510,53 x10 <sup>6</sup> esp/mL	154,23	23787,68	30,21	260	747	490,5
Neubauer (N)	LP	36	488,97 x10 <sup>6</sup> esp/mL	141,36	19983,11	28,91	274	723	507,5
<b>Sobre o baja estimación del método-línea genética en comparación con la Cámara de Neubauer</b>			C-LM: 3,36%		C-LP: 9,89%		K-LM: -2,77%		K-LP: 4,53%

#### 4.1.4. Análisis de Varianza

Al analizar la línea genética, método y la interacción línea x método no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p=0,9547$ ,  $p=0,2087$  y  $p= 0,6212$ , respectivamente) como se muestra en el (Anexo 1).

Al separar las medias según Tukey, para las líneas genéticas utilizadas se determinó que las dos líneas estadísticamente no fueron significativamente diferentes, la línea con menor concentración fue la materna ( $511,53 \times 10^6$  espe/mL) y la de mayor la línea paterna ( $512,47 \times 10^6$  espe/mL), como se puede apreciar en la (Tabla 20). Los valores obtenidos en la concentración son similares a los registrados por **Salazar** en condiciones similares al estudio (70), así mismo los valores se encuentran dentro del rango normal (26).

**Tabla 20.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para las medias halladas en la evaluación de la variable línea genética

Línea	Medias	n
Materna	$511,53 \times 10^6$	108 A
Paterna	$512,47 \times 10^6$	108 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ )

En cambio, cuando se separa las medias según Tukey por el método de determinación de concentración se encontró que los tres métodos no fueron estadísticamente diferentes, siendo el método del Colorímetro el que mostró el mayor valor ( $532,5 \times 10^6$  espe/mL) y el método de Neubauer el menor valor ( $499,75 \times 10^6$  espe/mL). Esto se puede observar en la (Tabla 21).

**Tabla 21.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para las medias halladas en la evaluación de la variable método de concentración

Método	Medias	n	
Neubauer	499,75 x 10 <sup>6</sup>	72	A
Karras	503,75 x 10 <sup>6</sup>	72	A
Colorímetro	532,5 x 10 <sup>6</sup>	72	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ )

Al analizar las medias por Tukey, se determinó que el método de colorímetro para las dos líneas fueron las que presentaron los mayores valores. Mientras que para los dos métodos Neubauer y Karras la línea materna y paterna presentaron unos valores medios contrastantes. Estadísticamente las interacciones no fueron diferentes como se muestra en la (Tabla 22).

**Tabla 22.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para las medias halladas en la evaluación de la variable Línea genética por método de concentración

Línea	Método	Medias	n
Paterna	Neubauer	488,97 x 10 <sup>6</sup>	36 A
Materna	Neubauer	510,53 x 10 <sup>6</sup>	36 A
Paterna	Karras	511,11 x 10 <sup>6</sup>	36 A
Materna	Karras	496,39 x 10 <sup>6</sup>	36 A
Paterna	Colorímetro	537,32 x 10 <sup>6</sup>	36 A
Materna	Colorímetro	527,68 x 10 <sup>6</sup>	36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ )

#### 4.1.5. Análisis económico

El análisis económico (Tabla 23) se realizó siguiendo la metodología de análisis de presupuesto parcial (71), para lo cual se tomó la producción de dosis de cada uno de los tratamientos en estudio, obteniendo de esta manera el beneficio bruto; por otro lado se obtuvieron todos los costos variables de los tratamientos en estudio, y de la diferencia de los beneficios brutos menos los costos variables se obtuvo el beneficio neto.

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañando de sus costos variables, se procedió a realizar el análisis de dominancia, donde el tratamiento dominante es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable. Con este análisis se determinaron los tratamientos no dominados.

*Tabla 23. Descripción del análisis económico.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis producidas</b>	<b>Venta (USD/dosis)</b>	<b>Beneficio Bruto (USD)</b>	<b>Costos Variables (USD)</b>	<b>Beneficio Neto (USD)</b>
Colorímetro	606	15	9097,84	<b>1023,16*</b>	<b>8074,68</b>
Neubauer	589	15	8835,48	992,55	7842,92
Karras	579	15	8693,53	975,99	7717,54

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. Conclusiones.**

- ✓ La calidad seminal de los verracos en lo referente a las características macroscópicas se encuentran dentro de los parámetros normales publicados.
- ✓ Los resultados de la evaluación de la concentración espermática en semen porcino para las líneas genéticas (paterna y materna) utilizadas en el estudio de concentración espermática con metodologías comerciales (Cámara de Neubauer, Karras y colorímetro), no tuvieron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la concentración y calidad seminal.
- ✓ Los resultados para los métodos utilizados para determinar la concentración espermática no tuvieron diferencias estadísticas significativas.
- ✓ El método más económico para determinar la concentración espermática fue Karras seguido del colorímetro. Mientras que el colorímetro produce el mayor beneficio neto.

## **5.2. Recomendaciones.**

- ✓ Estandarizar mediante planes operativos estandarizados POE los procesos de evaluación de la calidad seminal.
- ✓ Establecer curvas de calibración para el colorímetro en función de la absorbancia obtenida para cada verraco dentro del Centro de inseminación artificial.
- ✓ Desarrollar trabajos de investigación sobre la respuesta productiva de las cerdas en función de los métodos utilizados en el presente trabajo.
- ✓ Capacitar de forma constante sobre el uso de nuevas tecnologías para evaluar la calidad seminal.
- ✓ Realizar una investigación complementaria para la comparación de los métodos usados en este trabajo con respecto al Sistema computarizados de evaluación de calidad seminal denominado sistema "CASA".

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura citada.

1. Agrocalidad, MAGAP, ASPE. Séptimo Informe Encuesta Nacional Sanitaria de Granjas de Ganado Porcino. [Internet]. 2010 [citado el 15 de febrero de 2017] p. 6. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/7%20Informe%20Encuesta%20Nacional%20Sanitaria%20de%20Granjas%20de%20Ganado%20Porcino%202012.pdf>
2. Roca AJ, Parrilla I, Bolarín A, Martínez EA, Rodríguez H, editores. ¿Podemos mejorar la eficiencia de la IA en porcino? anaporc [Internet]. 2003;(12):8. Disponible en: <https://www.archivo-anaporc.com/secciones-de-nuestra-revista/art%20C3%ADculos-cient%20C3%ADficos/>
3. Hernández PJE, Fernández RF, Mejía R a. I. EFECTO DE LA MONTA NATURAL Y EL USO DE DIFERENTES TIPOS DE SEMEN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CERDA. Rev Salud Animal [Internet]. agosto de 2008 [citado el 17 de mayo de 2017];30(2):98–102. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-570X2008000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2008000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
4. Hernández PJE, Fernández RF, Mejía R a. I. Efecto de la monta natural y el uso de diferentes tipos de semen sobre la productividad de la cerda. Rev Salud Anim [Internet]. agosto de 2008 [citado el 17 de mayo de 2017];30(2):98–102. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-570X2008000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2008000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
5. Quintero A. Estudio sobre la dinámica de poblaciones espermáticas en semen de caballo, cerdo y conejo [Internet] [Doctoral]. [Bellaterra]: Universidad Autónoma de Barcelona; 2003 [citado el 17 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/pub/tesis/2003/tdx-0220104-144916/aqm1de1.pdf>
6. Vanderley Zapattini, Christian Cuevas. Extracción de semen en cerdos. 08 de Abril [Internet]. 2015 [citado el 4 de enero de 2017]; Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/extraccion-de-semen-en-cerdos---vanderley-zapattini--y-christian-cuevas--1354445.html>

7. Gadea J, Sellés E, Tomás P, Ruiz S, de Torres LNSC. El valor del análisis seminal porcino en las condiciones de explotación comercial. ITEA [Internet]. 2001 [citado el 18 de mayo de 2017];22: 829–831. Disponible en: <http://www.um.es/grupo-fisiovet/Gadea%20et%20al%202001%20ITEA%20a.pdf>
8. Gómez J. Inseminación artificial en porcinos Un salto genético. El Universo [Internet]. Agropecuario. 2002 [citado el 18 de mayo de 2017]; Disponible en: <http://www.eluniverso.com/2002/05/04/0001/71/2464075FEA1D400C96FC7C2525E2A37B.html>
9. Guillermo Bavera. Razas porcinas [Internet]. Sitio Argentino de Producción Animal. 2007 [citado el 16 de febrero de 2017]. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-razas\\_porcinas/45-razas\\_porcinas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-razas_porcinas/45-razas_porcinas.pdf)
10. Muiño Otero R. Evaluación de la motilidad y viabilidad del semen bovino mediante el uso de sistemas Casa y citometría de flujo, identificación de subpoblaciones espermáticas. 2008 [citado el 16 de febrero de 2017];11. Disponible en: <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/2406>
11. Martínez Belen. Estudio de fecundación in vitro en porcino: Reducción de la poliesperma y optimización de la producción in vitro de embriones. [Internet]. Universidad Complutense de Madrid; 2004 [citado el 16 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/vet/ucm-t26293.pdf>
12. Gadea Joaquín. Los diluyentes de inseminación artificial porcina. Span J Agric Res [Internet]. 2003 [citado el 16 de febrero de 2017];2:17–28. Disponible en: <http://www.agrodigital.com/upload/gadea%20sjar2003-espa%C3%B1ol.pdf>
13. Brand Rudolf. BRAND - Su socio en el laboratorio. 2010 [citado el 20 de agosto de 2017];253–6. Disponible en: [http://www.brand.de/fileadmin/user/pdf/GK900/spanish/GK900\\_s.pdf](http://www.brand.de/fileadmin/user/pdf/GK900/spanish/GK900_s.pdf)
14. Rillo Santiago, Dimitrov Stanimir. Inseminación Artificial Porcina Kubus. [Internet]. 3a ed. 2010 [citado el 16 de febrero de 2017]. 35 p. Disponible en: <http://www.kubus-sa.com/wp-content/uploads/2014/06/KUBUS-Manual-de-Inseminacion.pdf>

15. Aguilar Mejía JE. Evaluación del uso de agua de coco (*Cocos nucifera* L.) como diluyente natural en inseminación artificial en cerdas [Internet]. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2015 [citado el 16 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/665>
  
16. Alba Carmen. Entrenamiento del verraco para la producción de dosis seminales en centros de inseminación artificial. *Avances* [Internet]. 2008;V:9. Disponible en: <http://revistaavances.com>
  
17. Santos Joao, Williams Sara, Barrales Hernán, Charneca Rui, Tirapicos José, Garcia Carlos, et al. Manejo de la reproducción. *Red Porc Iberoam* [Internet]. 2012 [citado el 17 de febrero de 2017]; 40–54. Disponible en: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7702/3/Capitulo.pdf>
  
18. Guerrero González MC, Astudillo Rocafuerte EM. Estrategias para mejorar el nivel de vida de la comuna El Morrillo a través de la cría y comercialización del cerdo [Internet] [B.S. thesis]. Guayaquil: ULVR, 2011.; 2011 [citado el 23 de junio de 2017]. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/200>
  
19. Carlos G, Camacho J., Gallegos J. Producción cerdos. 2005 [citado el 16 de febrero de 2017]; 5. Disponible en: <http://www.academia.edu/download/44581929/14960672-Manual-de-Produccion-Cerdos.pdf>
  
20. Trujillo M., Martínez R., Herradora M. La Piara Reproductora [Internet]. Ediciones Mundi-Prensa; 2002. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=-88BPgAACAAJ>
  
21. Cantín C. Como elegir línea genética. 91 [Internet]. 2012 [citado el 15 de junio de 2017];14–21. Disponible en: [http://suis.grupoasis.com/Suis91\\_peq.pdf](http://suis.grupoasis.com/Suis91_peq.pdf)
  
22. Mellisho, E. Manual de Laboratorio de reproducción animal. [Internet]. 2010. Disponible en: [https://www.academia.edu/7566358/MANUAL\\_DE\\_LABORATORIO\\_DE\\_REPRODUCCI%C3%93N\\_ANIMAL?auto=download](https://www.academia.edu/7566358/MANUAL_DE_LABORATORIO_DE_REPRODUCCI%C3%93N_ANIMAL?auto=download)

23. Le Coz Philippe. Anatomía y fisiología del verraco [Internet]. 3tres3.com. 2006 [citado el 1 de julio de 2017]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/inseminacion\\_artificial/anatomia-y-fisiologia-del-verraco\\_4025/](https://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/anatomia-y-fisiologia-del-verraco_4025/)
24. Kubus. Manual-de-Inseminacion.pdf [Internet]. 2010 [citado el 21 de abril de 2017]. 1-97 p. Disponible en: <http://www.kubus-sa.com/wp-content/uploads/2014/06/KUBUS-Manual-de-Inseminacion.pdf>
25. Hafez ESE, Dally M, Didion, R. W., Lenz, Love. Reproducción e inseminación artificial en animales [Internet]. McGraw-Hill Interamericana; 2002. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=uqkiPQAACAAJ>
26. Alba Romero Carmen. Protocolo práctico para la valoración de verracos destinados a la producción de dosis seminales. AVANCES [Internet]. 2010 [citado el 14 de abril de 2017];VII:35–9. Disponible en: <http://www.minitube.es>
27. Campabadal C. Factores de manejo que afectan los rendimientos de los cerdos posdestete. 1998;25–46.
28. NRC. Requerimientos nutricionales [Internet]. 2012 [citado el 16 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.elsitioporcino.com/articles/2650/nutrician-del-verraco-2-requerimientos-nutricionales/>
29. Gutiérrez Pilar. Manual practico de porcicultura intensiva [Internet]. 2008 [citado el 4 de mayo de 2017]. 78 p. Disponible en: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/708/897/porcicultura1.pdf>
30. Rial Angels, Serra Jordi. Entrenamiento del verraco. [Internet]. 2007 [citado el 17 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.semencardona.com/data/files/pdf/revista-7-Es.pdf>
31. Córdova I., Pérez G., Méndez H., Villa M., Huerta C. Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana. Rev Vet [Internet]. 2015 [citado el 15 de abril de 2017];26(1):69–74. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1669-68402015000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1669-68402015000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

32. Le Coz Philippe. La recolección [Internet]. 2006 [citado el 4 de julio de 2017]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/inseminacion\\_artificial/la-recoleccion\\_4027/](https://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/la-recoleccion_4027/)
33. Castellanos EG. Diseño óptimo de una granja porcina [Internet]. Instalaciones Porcinas; 2012 [citado el 3 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.instalacionesporcinas.com/Regalos/Diseno-optimo-granjaporcina.pdf>
34. González M de los A, Acosta Sosa MA, Williams SI, Crudeli GA. Inseminación Artificial en Porcinos: “Variación en el tiempo y método de entrenamiento en verracos de diferentes edades en el Noroeste Chaqueño. Informe Preliminar”. Desarro Argent [Internet]. 2004 [citado el 2 de julio de 2017];(127). Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/4-Veterinaria/V-034.pdf>
35. Ruiz José, Manteca Xavier. La libido del verraco [Internet]. 2004 [citado el 3 de julio de 2017]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/comportamiento/20-la-libido-del-verraco\\_8031/](https://www.3tres3.com/comportamiento/20-la-libido-del-verraco_8031/)
36. Córdova Alejandro, Córdova Mary, Córdova Jiménez, Xolalpa Víctor, Guerra Juan. Problemas Comunes que Pueden Ser Causa de Desecho Verracos [Internet]. BM Editores. 2014 [citado el 3 de julio de 2017]. Disponible en: <http://bmeditores.mx/problemas-comunes-que-pueden-ser-causa-de-desecho-verracos/>
37. Goodman D. Crianza de Cerdos Saludables [Internet]. Christian Veterinary Mission; 2002. 160 p. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=YsEjnGIGWe4C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
38. Comapor S.C.L. Centro\_Inseminacion\_Artificial [Internet]. 2014 [citado el 15 de abril de 2017]. Disponible en: [http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/criaysalud/1/cys\\_1\\_Centro\\_Inseminacion\\_Artificial\\_Comapor.pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/1/cys_1_Centro_Inseminacion_Artificial_Comapor.pdf)
39. Vanderley Zapattini. Protocolo para la colecta de semen en cerdos [Internet]. 2015 [citado el 4 de julio de 2017]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=XHh1AWTUgww>

40. PIC. Manual de Manejo de Sementales [Internet]. 2013 [citado el 21 de abril de 2017]. Disponible en: [http://piclatam.com/news/galeria/upload/documentos/CetI9h\\_Manual%20de%20Manejo%20de%20Sementales,%202013.pdf](http://piclatam.com/news/galeria/upload/documentos/CetI9h_Manual%20de%20Manejo%20de%20Sementales,%202013.pdf)
41. Minitube. Tecnología de reproducción animal porcino [Internet]. 2014 [citado el 3 de julio de 2017]. 40 p. Disponible en: <http://www.mundo-porcino.com.ar/assets/folleto-ia-porcinos-.pdf>
42. Rodríguez-Martínez H. Evaluación de la calidad seminal en el verraco. Av En Tecnol Porc [Internet]. 2005 [citado el 17 de febrero de 2017];(2):43–53. Disponible en: <http://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/21.pdf>
43. Yael Filipiak, Gonzáles Daniela, Fila Danilo. Semen [Internet]. R.Vet. 2014 [citado el 4 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.reproduccionveterinaria.com/fisiologia-y-anatomia-obstetrica/macho/fisiologia-reproductiva-del-macho/semen/>
44. Maqueda L. Conservación de la calidad del Semen: Diluyentes, Empaque, Temperatura y Transporte. Engormix [Internet]. 2001 [citado el 5 de mayo de 2017]; Disponible en: <http://www.engormix.com/porcicultura/articulos/conservacion-semen-diluyentes-empaque-temperatura-y-transporte-t25879.htm>
45. Padrón R., Fernández G., Gallardo M. Interpretación del análisis seminal. Rev Cubana Endocrinol [Internet]. 1998 [citado el 10 de mayo de 2017];81–90. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/end/vol9\\_1\\_98/end11198.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/end/vol9_1_98/end11198.htm)
46. Yael Filipiak. Espermiograma [Internet]. 2014 [citado el 4 de julio de 2017]. Disponible en: <http://www.reproduccionveterinaria.com/tecnologias-y-biotecnologias-de-la-reproduccion/colecta-y-criopreservacion-de-semen/espermiograma/>
47. Aisen EG, editor. Reproducción ovina y caprina. Buenos Aires: Inter-Médica; 2004. 206 p.

48. Flores E, Lobo A, Chelhod M, Rojas L, Salazar R, Albarado L. Motilidad y morfología espermática, en estudiantes de la Universidad de Oriente. *Rev Obstet Ginecol Venezuela*. marzo de 2012;72(1):52–7.
49. Rodríguez-Martínez H. Evaluación de la calidad seminal en el verraco. *Av En Tecnol Porc* [Internet]. 2005 [citado el 5 de mayo de 2017];(2):43–53. Disponible en: <http://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/21.pdf>
50. Bastidas O. *Conteo-Camara-Neubauer.pdf*. 2011 [citado el 19 de abril de 2017];6. Disponible en: <http://www.celeromics.com/es/resources/docs/Articles/Conteo-Camara-Neubauer.pdf>
51. Le Coz Philippe. El recuento de espermatozoides [Internet]. *3tres3.com*. 2006 [citado el 7 de mayo de 2017]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/inseminacion\\_artificial/el-recuento-de-espermatozoides\\_4031/](https://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/el-recuento-de-espermatozoides_4031/)
52. Murgas LDS, Lima D, Alvarenga ALN, Zangeronimo MG, Oberlender G, Oliveira SL. Estudio comparativo de diferentes técnicas de avaliação da concentração espermática em suínos. *Arch Zootec* [Internet]. septiembre de 2010 [citado el 10 de mayo de 2017];59(227):463–6. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0004-05922010000300017&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-05922010000300017&lng=es&nrm=iso&tlng=pt)
53. María Cruz Gil Anaya, Francisco Javier Barón López, Jesús Manuel Guerrero, Luis Jesús García Marín, Javier Gil Pascual. *Evaluación de un diluyente viscoso de larga duración.pdf*. *Dialnet* [Internet]. 2015 [citado el 5 de mayo de 2017];12(117):16–24. Disponible en: <http://s1dbc118a5bef4e14.jimcontent.com/download/version/1462381049/module/6325704211/name/Evaluaci%C3%B3n%20de%20un%20diluyente%20viscoso%20de%20larga%20duraci%C3%B3n.pdf>
54. Hernández Jorge. Evaluación de un nuevo diluyente para semen porcino. *Redvet Rev Electrónica Vet* [Internet]. 2009 [citado el 30 de enero de 2017];10(4):1–11. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63611961005>

55. Fritz K. Benefits of Androhep® Plus and Androstar® Plus Long-term extenders for boar semen. 2014 [citado el 6 de mayo de 2017]; Disponible en: [http://www.minitube.es/pdf/index/13531-2100\\_TR-AndrohepAndrostar\\_es\\_140528.pdf](http://www.minitube.es/pdf/index/13531-2100_TR-AndrohepAndrostar_es_140528.pdf)
56. Le Coz Philippe. La dilución y la conservación [Internet]. 2007 [citado el 10 de mayo de 2017]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/inseminacion\\_artificial/la-dilucion-y-la-conservacion\\_4032/](https://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/la-dilucion-y-la-conservacion_4032/)
57. Pursel, Westendorf. Tecnología de congelación del esperma porcino. 1975 [citado el 10 de mayo de 2017];75–84. Disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/15\\_11\\_20\\_3.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/15_11_20_3.pdf)
58. Le Coz Philippe. La dilución y la conservación [Internet]. 3tres3.com. 2007 [citado el 7 de mayo de 2017]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/inseminacion\\_artificial/la-dilucion-y-la-conservacion\\_4032/](https://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/la-dilucion-y-la-conservacion_4032/)
59. Torres P, Fischman ML, Acerbo M, García C, Míguez M, Domínguez J, et al. Análisis de diluyentes comerciales de semen porcino refrigerado durante 4 días: resultados preliminares. Arch Zootec [Internet]. 2014 [citado el 6 de mayo de 2017];63(243):547–550. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922014003300115](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922014003300115)
60. Medina Valdina, Rodes Yanet, Valdés Pedro, Gómez Laurel. Water & wastewater examination manual. 2010; Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2230/223017807002.pdf>
61. Nerin C, Ubeda JL, Alfaro P, Dahmani Y, Aznar M, Canellas E, et al. Compounds from multilayer plastic bags cause reproductive failures in artificial insemination. Sci Rep [Internet]. mayo de 2015 [citado el 9 de mayo de 2017];4(1). Disponible en: <http://www.nature.com/articles/srep04913>
62. Roca J, Hernández M, Bolarín A, Vázquez JM, Martínez E. Semen criopreservado en los programas de inseminación en la especie porcina, ¿ alternativa o complemento al semen refrigerado? Av En Tecnol Porc [Internet]. 2006 [citado el

- 9 de mayo de 2017];3(3):21–31. Disponible en:  
<http://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/6.pdf>
63. Manel Alban. Sitio Oficial de la Parroquia de Conocoto:.. [Internet]. Datos generales Conocoto. [Citado el 28 de noviembre de 2016]. Disponible en:  
[http://conocoto.gob.ec/pichincha/?page\\_id=15](http://conocoto.gob.ec/pichincha/?page_id=15)
64. INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [Internet]. 2013 [citado el 28 de noviembre de 2016]. Disponible en:  
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
65. Kuehl Robert. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. [Internet]. 2010 [citado el 16 de octubre de 2017]. Disponible en:  
<https://wiartur.files.wordpress.com/2010/04/kuehl-diseno-de-experimentos.pdf>
66. Cartuche L. Implementación del servicio de inseminación artificial (I.A.) en la Facultad de Ciencias Agropecuarias I.A.S.A (Hcda. El Prado). [Internet]. ESPE; 2006 [citado el 21 de agosto de 2017]. Disponible en:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/>
67. Williams Sara. Inseminación Artificial Post Cervical [Internet]. Albéitar Portal Veterinaria. 2004 [citado el 21 de agosto de 2017]. Disponible en:  
<http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3409/articulos-porcino-archivo/inseminacion-artificial-post-cervical.html>
68. Maes D, Rijsselaere T, Vyt P, Sokolowska A, Deley W, Van Soom A. Comparison of five different methods to assess the concentration of boar semen. *Vlaams Diergeneeskd Tijdschr* [Internet]. 2010 [citado el 21 de agosto de 2017];79(1):42–47. Disponible en: <https://biblio.ugent.be/publication/1055276>
69. Johnson LA, Weitze KF, Fiser P, Maxwell WMC. Storage of boar semen. *Anim Reprod Sci* [Internet]. 2000 [citado el 21 de agosto de 2017];62(1):143–172. Disponible en:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432000001573>
70. Salazar L. Evaluación del dipol como diluyente de recolección seminal y su efecto sobre la conservación y fertilidad de semen refrigerado de verraco. [Internet].

[Riobamba]: ESPOCH; 2014 [citado el 21 de agosto de 2017]. Disponible en:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3771/1/17T1239%20SALAZAR%20HUGO%2c%20LISBETH%20CARINA.pdf>

71. Carpio T, Fabián D. Validación del efecto de tres bioestimulantes radicales en viveros de rosa de la Asociación Agropecuaria Quinlata. Patate-Ecuador. 2011;

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1. Imágenens de resultado.

*Anexo 1. Análisis de varianza de la línea genética, método de determinación de la concentración y la interacción entre línea por método.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	59893,01	5	11979,60	0.82	0,5345
Línea	47,08	1	47,08	3.2 x10 <sup>-3</sup>	0,9547
Método	45957,26	2	22979,63	1,58	0,2087
Línea*Método	13888,67	2	6944,34	0,48	0,6212
Error	3056387,03	210	14554,22		
<b>Total</b>	<b>3116280,04</b>	<b>215</b>			

*Anexo 2. Análisis de interacciones entre líneas genéticas y métodos de determinación de concentración.*

<b>Línea</b>	<b>Método</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>	
LP	N	488,97 x 10 <sup>6</sup>	36	20,11	A
LM	K	496,39 x 10 <sup>6</sup>	36	20,11	A
LM	N	510,53 x 10 <sup>6</sup>	36	20,11	A
LP	K	511,11 x 10 <sup>6</sup>	36	20,11	A
LM	C	527,68 x 10 <sup>6</sup>	36	20,11	A
LP	C	537,32 x 10 <sup>6</sup>	36	20,11	A

## 7.2. Imágenes de anexo.



**Imagen 1.** Verraco Línea Materna.



**Imagen 2.** Verraco Línea Paterna.



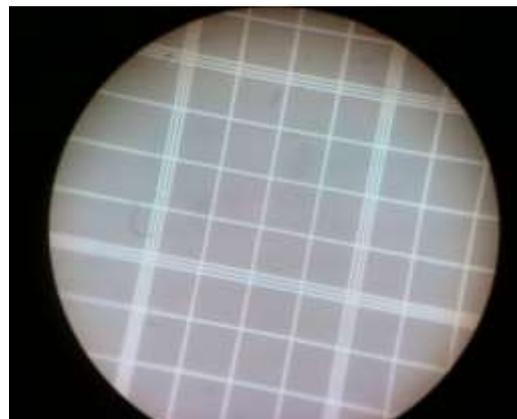
**Imagen 3.** Colorímetro.



**Imagen 4.** Densímetro Karras.



**Imagen 5.** Cámara de conteo espermático Neubauer.



**Imagen 6.** Vista de cámara de Neubauer bajo microscopio.



**Imagen 7.** Balanza (Gramos)



**Imagen 8.** Cintas de Ph.



**Imagen 9.** Cubos de medida de colorímetro.



**Imagen 10.** Microscopio de contraste con calefacción.



**Imagen 11.** Termo colector.



**Imagen 12.** Guantes de látex sin polvo.



**Imagen 13.** Filtros de termo colector.



**Imagen 14.** Vasos de cartón desechables.



**Imagen 15.** Termómetro digital.



**Imagen 16.** Baño maría seco de laboratorio regulado a 37° C.



**Imagen 17.** Citrato de Sodio.



**Imagen 18.** Suero Fisiológico con 0.9% NaCl.



**Imagen 19.** Baño maría de laboratorio.



**Imagen 20.** Plaqueta térmica para calentar porta objetos.



**Imagen 21.** Vasos de precipitación plásticos.



**Imagen 22.** Micropipeta de 1 ml.



**Imagen 23.** Potro de entrenamiento.



**Imagen 24.** Entrenamiento de verracos.



**Imagen 25.** Verraco jugando con el potro.



**Imagen 26.** Monta completa del verraco al potro.



**Imagen 27.** Captación del pene del verraco.



**Imagen 28.** Estimulación del pene antes de la colecta.



**Imagen 29.** Colecta de eyaculado.



**Imagen 30.** Pesaje de eyaculado



**Imagen 31.** Separación de eyaculado para toma de muestras.



**Imagen 32.** Calibración de colorímetro



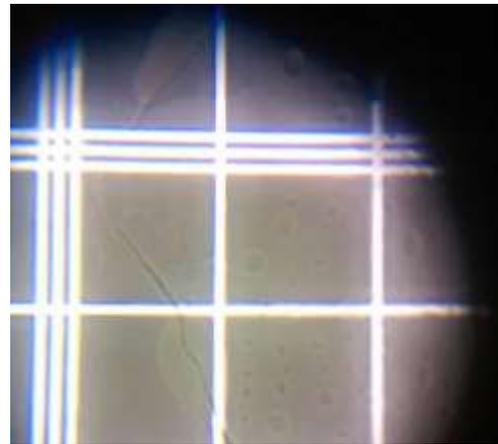
**Imagen 33.** Concentración espermática colorímetro tres muestras.



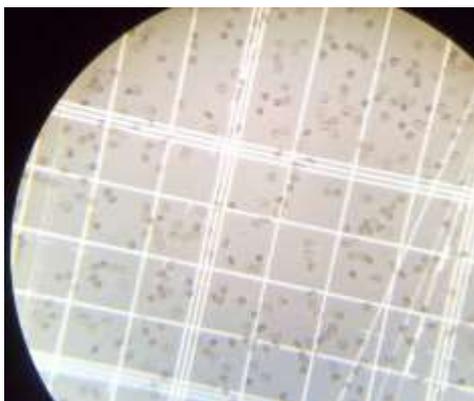
**Imagen 34.** Concentración espermática en Karras.



**Imagen 35.** Conteo espermático en cámara de Neubauer. microscopio.



**Imagen 36.** Vista de cámara de Neubauer en



**Imagen 37.** Cámara de Neubauer con espermatozoides.



**Imagen 38.** Diluyente porcino Androstar Plus.



**Imagen 39.** Preparación de dosis seminal en blíster.



**Imagen 40.** Pajuela de semen lista



**Imagen 41.** Nevera para pajuelas a 17° C.



**Imagen 42.** Inseminación con pajuelas elaboradas.