



Universidad  
Nacional  
de Loja

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

## **TESIS DE GRADO**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL EN SEMENTALES PORCINOS  
COMERCIALES EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA DE EL ORO”**

Trabajo de tesis previo a la obtención del título de

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**AUTORA**

**CYNDI PAMELA RUGEL QUICHIMBO**

**DIRECTOR**

**Dr. MAURO IVÁN GUEVARA PALACIOS**

**LOJA – ECUADOR**

**2021**

## CERTIFICACIÓN DE TESIS

Ph.D. Mauro Iván Guevara Palacios.

**DIRECTOR DE TESIS**

### CERTIFICO

Que he revisado la presente tesis titulada “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL EN SEMENTALES PORCINOS COMERCIALES EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA DE EL ORO**” realizada por la Srta. Egresada **CYNDI PAMELA RUGEL QUICHIMBO**, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN.**

Loja, 30 de Julio del 2021

Atentamente



Firmado electrónicamente por:  
**MAURO IVAN  
GUEVARA  
PALACIOS**

Ph.D. Mauro Iván Guevara Palacios

**DIRECTOR DE TESIS**

## **CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Que el trabajo de tesis titulado: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL EN SEMENTALES PORCINOS COMERCIALES EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA DE EL ORO”**, de autoría de la Srta. Egresada **CYNDI PAMELA RUGEL QUICHIMBO**, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista, ha incorporado las observaciones realizadas por el tribunal en el momento de la calificación.

Por lo que se autoriza la impresión del trabajo y la continuación de los trámites de graduación.

Loja, 22 de noviembre de 2021



Firmado electrónicamente por:  
**WILMER AUGUSTO  
VACACELA AJILA**

Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg.Sc .

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**STEPHANIE  
FERNANDA CHAVEZ  
ARRESE**

Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese, Mg. Sc

**VOCAL**



Firmado electrónicamente por:  
**EDWIN GEOVANNY  
MIZHUERO RIVERA**

Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera, Mg. Sc

**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, **Cyndi Pamela Rugel Quichimbo**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación son de su absoluta responsabilidad de su autor.

Además, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

**AUTORA:** Cyndi Pamela Rugel Quichimbo

**FIRMA:**  Firmado electrónicamente por:  
CYNDI PAMELA  
RUGEL  
QUICHIMBO

**CEDULA:** 0704281559

**FECHA:** 22 noviembre 2021

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Cyndi Pamela Rugel Quichimbo, declaro ser el autora de la tesis titulada, “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL EN SEMENTALES PORCINOS COMERCIALES EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA DE EL ORO**” como requisito para optar al grado de Médica Veterinaria Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Las Personas pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realiza un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja el 2 de diciembre del 2021.

**FIRMA:**  Firmado electrónicamente por:  
CYNDI PAMELA  
RUGEL  
QUICHIMBO

**Autor:** CYNDI PAMELA RUGEL QUICHIMBO

**Cédula de identidad:** 0704281559

**Dirección:** Santa Rosa, (Av. Joffre Lima y Tercera Transversal), EL Oro –Ecuador

**Correo electrónico:** pamela020843@gmail.com

**Teléfono:** 0959541185

### DATOS COMPLEMENTARIOS

**Director de Tesis:**

Dr. Mauro Iván Guevara Palacios Phd.

**Tribunal de Grado:**

Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg.Sc (PRESIDENTE)

Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese, Mg. Sc (VOCAL)

Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Rivera, Mg. Sc (VOCAL)

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por darme la vida, la fuerza y sabiduría para poder llegar a cumplir este objetivo.*

*A mi madre, Sra. Lola Quichimbo por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.*

*A la Universidad Nacional de Loja, y su personal docente por su predisposición para enseñar y formar excelentes profesionales.*

*Al Dr. Mauro Guevara, por su gentileza, asistencia y apoyo profesional durante el desarrollo de esta tesis.*

*Al Laboratorio de Análisis Seminal Maxipor y a los propietarios de las granjas del cantón Marcabelí quienes gentilmente permitieron el ingreso a sus instalaciones y utilización de sus verracos para llevar a cabo esta investigación.*

*Cyndi Pamela Rugel Quichimbo*

## **DEDICATORIA**

*A Dios por su influencia en mi vida y quien gracias a su bondad ha permitido que cumpla esta meta.*

*A mi Abuela Piedad Córdova (+), quien fue mi motor para seguir adelante con mis estudios.*

*A mi madre, Lola Quichimbo quien siempre me ha apoyado incondicionalmente en cada decisión tomada.*

*A Andres Orozco quien ha estado presente para ayudarme y apoyarme en todo lo necesario para cumplir esta meta.*

*A todos ellos, les dedico con mucho amor este logro.*

*Cyndi Pamela Rugel Quichimbo.*

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA .....	I
CERTIFICACIÓN DE TESIS .....	II
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	III
AUTORÍA .....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
DEDICATORIA .....	VII
INDICE GENERAL .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
TÍTULO.....	1
<b>2 RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
2.1 ABSTRACT .....	3
<b>3 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>4 REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
4.1 EL CERDO .....	5
4.2 ORIGEN DEL CERDO AMERICANO .....	5
4.3 EVALUACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DEL VERRACO .....	5
4.4 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL VERRACO .....	5
4.4.1 Testículos .....	6
4.4.2 Escroto.....	6
4.4.3 Epidídimo .....	7
4.4.4 Conducto Deferente.....	7
4.4.5 Cordón Espermático .....	7
4.4.6 Glándulas Seminales, Glándula Prostática y Bulbouretrales .....	7
4.4.7 Pene .....	8
4.5 EL EXAMEN CLÍNICO .....	8
4.6 LA ESPERMATOGÉNESIS.....	9
4.7 EL ESPERMATOZOIDE .....	10
4.8 MADURACIÓN DEL ESPERMATOZOIDE .....	10
4.9 EYACULADO .....	11
4.10 FRACCIONES DEL EYACULADO.....	11
4.10.1 Fracción Pre-espermática .....	12
4.10.2 Fracción Espermática .....	12
4.10.3 Fracción Post-espermática.....	12



4.11	MÉTODO PARA LA COLECCIÓN DEL SEMEN.....	12
4.12	EVALUACIÓN SEMINAL .....	13
4.12.1	Color.....	14
4.12.2	Volumen .....	14
4.12.3	pH.....	15
4.12.4	Motilidad Espermática .....	15
4.12.5	Concentración Espermática.....	15
4.12.6	Aglutinación .....	16
4.13	MORFOLOGÍA ESPERMÁTICA.....	16
4.13.1	Cabeza .....	17
4.13.1.1	Acrosoma .....	17
4.13.1.2	Núcleo .....	18
4.13.1.3	Membrana plasmática .....	18
4.13.2	Cuello .....	18
4.13.3	Cola .....	18
4.14	ANORMALIDADES MORFOLÓGICAS.....	18
4.14.1	Anormalidades Primarias .....	19
4.14.1.1	Anormalidades de la cabeza.....	19
4.14.1.2	Anormalidades del acrosoma .....	19
4.14.1.3	Tamaño de cabeza .....	19
4.14.2	Anormalidades Secundarias .....	19
4.14.2.1	Anormalidades de la parte media.....	19
4.14.2.2	Anormalidades de la cola .....	19
4.15	FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD SEMINAL .....	19
4.15.1	Edad.....	20
4.15.2	Alimentación .....	20
4.15.3	Raza.....	20
4.15.4	Frecuencia de Colección .....	21
4.16	TRABAJOS RELACIONADOS.....	21
4.16.1	Análisis Seminal en la Raza CC21, Yorkshire y L35 .....	21
4.16.2	Análisis Seminal en Cerdos Sus Scrofa var. Domesticus .....	21
4.16.3	Estudio del semen en Cerdos Landrace, Yorkshire, Duroc, CC21 y L35.....	21
<b>5</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
5.1	MATERIALES.....	23
5.1.1	De Campo.....	23
5.1.2	De Laboratorio .....	23
5.1.3	De Oficina .....	23
5.2	MÉTODOS.....	24
5.2.1	Ubicación .....	24
5.2.2	Descripción y Adecuaciones de Instalaciones .....	24
5.2.3	Descripción e Identificación de las Unidades Observacionales.....	25
5.2.4	Diseño Observacional .....	25
5.2.5	VARIABLES ESTUDIADAS .....	25
5.2.6	Obtención y Procesamiento de las Muestras.....	25
5.2.6.1	Volumen.....	26
5.2.6.2	Color.....	26

5.2.6.3	Concentración.....	26
5.2.6.4	Motilidad.....	26
5.2.6.5	Morfología.....	27
5.2.6.6	pH.....	27
5.2.6.7	Aglutinación Espermática.....	27
5.2.7	Análisis Estadístico.....	27
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
6.1	ANÁLISIS DE LA AGLUTINACIÓN DEL CONTENIDO SEMINAL.....	28
6.2	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SEMINALES.....	28
6.2.1	Volumen.....	28
6.2.2	Concentración Espermática.....	29
6.2.3	Motilidad.....	29
6.2.4	Morfología.....	30
6.2.5	pH.....	30
<b>7</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
7.1	ANÁLISIS DE AGLUTINACIÓN DEL CONTENIDO SEMINAL.....	31
7.2	VOLUMEN.....	31
7.3	CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA.....	31
7.4	MOTILIDAD.....	32
7.5	MORFOLOGÍA ESPERMÁTICA.....	32
7.6	pH.....	32
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>35</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>42</b>
11.1	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.....	42
11.2	RESULTADOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS.....	47
11.3	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA REALIZADA.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Algunos parámetros reproductivos en el verraco.....	11
<b>Tabla 2</b> Algunos parámetros mínimos de calidad para el semen .....	14
<b>Tabla 3</b> Se muestran los resultados de aglutinación de los verracos .....	28
<b>Tabla 4</b> Se muestra el Ph obtenido para cada raza evaluada. ....	30
<b>Tabla 5 :</b> Se muestran los valores obtenidos de las variables en cada .....	47
<b>Tabla 6</b> Procesamiento de los datos obtenidos de todas las razas evaluadas .....	47
<b>Tabla 7</b> Procesamiento de datos en la raza Pietrain .....	48
<b>Tabla 8</b> Procesamiento de datos en la raza Landrace .....	48
<b>Tabla 9</b> Procesamiento de datos en la raza Duroc .....	48

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b> Escroto y testículo macho porcino adulto.....	6
<b>Ilustración 2</b> Aparato reproductor del verraco.....	8
<b>Ilustración 3</b> Proceso de formación espermática. ....	10
<b>Ilustración 4</b> Representación esquemática de los componentes estructurales .....	17
<b>Ilustración 5</b> Mapa del cantón Marcabelí .....	24

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Volumen de razas evaluadas .....	28
<b>Gráfico 2</b> Concentración de esperma en las razas evaluadas .....	29
<b>Gráfico 3</b> Porcentaje de motilidad.....	29
<b>Gráfico 4</b> Porcentaje de normalidad y anormalidades.....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	Ejemplar de la raza Duroc Jersey utilizado para análisis seminal.....	42
<b>Anexo 2</b>	Ejemplar de la raza Duroc Jersey utilizado para análisis seminal.....	42
<b>Anexo 3</b>	Ejemplar de la raza Landrace utilizado para el análisis seminal.....	42
<b>Anexo 4</b>	Ejemplar de la raza Landrace utilizado para el estudio.....	43
<b>Anexo 5</b>	Semental Landrace entrenándose para la monta al potro .....	43
<b>Anexo 6</b>	Semental Pietrain entrenándose para la monta al potro .....	43
<b>Anexo 7</b>	Preparación de materiales para colecta de semen .....	44
<b>Anexo 8</b>	Semental Pietrain sobre el potro, se realiza la limpieza del prepucio. ....	44
<b>Anexo 9</b>	Se muestra el proceso estimulación del pene para lograr su erección.....	44
<b>Anexo 10</b>	Se observa la forma adecuada de sujeción del pene.....	45
<b>Anexo 11</b>	Proceso de eyaculación .....	45
<b>Anexo 12</b>	Se realiza el estudio de la calidad del esperma .....	45
<b>Anexo 13</b>	Atemperación del agua a 37 °C para mantenimiento de la muestra .....	46
<b>Anexo 14</b>	Verificación del pH obtenido en muestra.....	46

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL EN SEMENTALES PORCINOS  
COMERCIALES EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA DE EL ORO”**

## 2 RESUMEN

El estudio de la calidad seminal en los reproductores porcinos es una herramienta fundamental que permite determinar la aptitud reproductiva de los mismos. Por lo tanto, se planteó evaluar la calidad seminal en sementales porcinos comerciales del cantón Marcabelí, provincia de El Oro, utilizando los parámetros aglutinación seminal, volumen, concentración, motilidad, morfología y pH. Se utilizaron 6 reproductores: 2 Pietrain (P), 2 Landrace (L) y 2 Duroc (D), provenientes de distintas granjas porcícolas del sector. Se aplicó un diseño observacional descriptivo utilizando el programa informático Excel, considerando media, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Para estimar las variables se utilizó el método de microscopía óptica. Los resultados obtenidos indicaron que un semental (L) presentó aglutinación ligera (+), con respecto al volumen (P) 275 ml, (L) 325 ml y (D) 265 ml, concentración espermática spz/ml (P)  $357.50 \times 10^6$ , (L)  $178.00 \times 10^6$  y (D)  $299.50 \times 10^6$ , motilidad en masa (P) 92.5%, (L) 80% y (D) 87.5 %. La morfología encontrada no reportó gotas proximales para ninguna raza, en gotas distales Pietrain presento 2%; en cuanto a anomalías de la cola (colas de látigo o enrolladas), Pietrain presentó 32%, Landrace 28% y Duroc 17%, con una media de 73,67 % normales frente a un 26.33 % anormales, por otro lado, en todos los verracos el pH obtenido fue igual a 7. Estos resultados se consideran positivos ya que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para un semen de buena calidad, sin embargo, entre las razas analizadas Pietrain presentó los mejores parámetros seminales.

**Palabras claves:** Análisis seminal, calidad seminal, sementales porcinos



## 2.1 ABSTRACT

The study of the semen quality in the swine reproducers is a fundamental tool that allows to determine the reproductive aptitude of the same ones. Therefore, it was proposed to evaluate the seminal quality in commercial pig stallions of the Marcabelí canton, El Oro province, using the parameters of seminal agglutination, volume, concentration, motility, morphology and pH. 6 breeders were used: 2 Pietrain (P), 2 Landrace (L) and 2 Duroc (D), from different pig farms in the sector. A descriptive observational design was applied using the Excel computer program, considering mean, variance, standard deviation and coefficient of variation. To estimate the variables, the optical microscopy method was used. The results obtained indicated that a stallion (L) presented slight agglutination (+), with respect to the volume (P) 275 ml, (L) 325 ml and (D) 265 ml, sperm concentration spz / ml (P) 357.50 x106, (L) 178.00 x106 and (D) 299.50 x106, mass motility (P) 92.5%, (L) 80% and (D) 87.5%. The morphology found did not report proximal drops for any breed, in distal drops Pietrain presented 2%; Regarding tail anomalies (whip or rolled tails), Pietrain presented 32%, Landrace 28% and Duroc 17%, with a mean of 73.67% normal versus 26.33% abnormal, on the other hand, in all The pH obtained in the boars was equal to 7. These results are considered positive since they are within the parameters established for a good quality semen, however, among the breeds analyzed, Pietrain presented the best seminal parameters.

**Key words:** Seed analysis, semen quality, pig stallions

### 3 INTRODUCCIÓN

La industria porcina nacional en los últimos años ha experimentado un gran desarrollo en la aplicación de estrategias productivas orientadas a la satisfacción integral de las necesidades de los productores (Miranda, 2012).

La evaluación seminal es una herramienta complementaria al examen clínico, es de alto valor diagnóstico para evaluar en forma indirecta la función testicular, epididimaria y del tracto genital del verraco, permitiendo eliminar casos claros de infertilidad o, incluso, de subfertilidad potencial (H. Rodríguez, 2005).

Una buena calidad seminal es de vital importancia para garantizar la eficiencia reproductiva de las cerdas, si la capacidad reproductiva del verraco no es la apropiada, parámetros como fertilidad, número de crías por parto, entre otros, se verán afectados, ya sea en monta directa o utilizando semen preservado para Inseminación Artificial (Peñafiel, 2018).

El desempeño reproductivo es la principal preocupación de los porcicultores ya que de ello depende la estabilidad económica de su explotación, teniendo cada vez mayor interés en nuevas técnicas que ayuden a mejorar estos parámetros (M. Córdova, 2014).

La producción porcina en el cantón Marcabelí se encuentra en desarrollo y mejoramiento, es por ello que surge la necesidad de evaluar la calidad seminal de los sementales porcinos comerciales de la raza: Duroc Jersey, Landrace y Pietrain, que son las criadas en las granjas del sector, con la finalidad de obtener resultados que permitan evaluar de forma comparativa con los parámetros seminales establecidos en la literatura para un semen de buena calidad y estimar si la funcionalidad testicular del verraco es la adecuada.

Para el desarrollo de la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Analizar la aglutinación del contenido seminal
- Determinar los parámetros seminales de los cerdos, mediante el análisis del examen del semen
- Comparar los parámetros seminales de los cerdos analizados con los datos existentes en la literatura

## **4 REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 EL CERDO**

El cerdo doméstico (*Sus scrofa domestica*) es un mamífero de cuatro extremidades que pertenece al grupo Suinos del género *Sus* (Familia *Suidae*), (tabla 1) que se caracteriza por poseer cuatro dedos que terminan en forma de pezuña; el segundo y tercer dedo sirven de sostén al animal, el primero y el cuarto no se utilizan. El hecho de que tenga cuatro pezuñas lo coloca en el orden Artiodactyla (Meléndez et al., 2014).

### **4.2 ORIGEN DEL CERDO AMERICANO**

En América, el cerdo doméstico se originó a partir de los cerdos ibéricos traídos por Colón en su segundo viaje. Años más tarde, por imposición de Carlos V, la expedición de Rodrigo Bastidas, que dejó La Española y fundó Santa Marta en 1525, trajo 300 cerdos. Es posible que los cerdos traídos por Bastidas fueron los primeros que llegaron al continente (Meléndez et al., 2014). Según (Pardo et al., 2015) inicialmente los primeros cerdos introducidos al continente fueron criados libremente con limitada nutrición, por comunidades suburbanas y rurales, durante la época de la conquista española.

### **4.3 EVALUACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DEL VERRACO**

El examen andrológico debe considerar factores como: edad, época del año, estado nutricional, presencia de enfermedades intercurrentes, manejo, interacciones sociales y otros factores externos o ambientales que afecten la fertilidad, la evaluación de la aptitud reproductiva fundamentalmente persigue un objetivo crucial, llegar a un diagnóstico que permita pronosticar el uso del verraco o de su semen para la reproducción (H. Rodríguez, 2005). La apreciación se compone del análisis clínico del reproductor, que incluye la capacidad para cubrir hembras y la calidad seminal, en última instancia, del análisis de su fertilidad, probada mediante registros apropiados (H. Rodríguez, 2005).

### **4.4 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL VERRACO**

Según (Cano et al., 2010) en toda producción porcina, saber seleccionar los verracos que serán destinados directamente a cumplir la función de reproductores, es uno de los puntos clave para garantizar resultados eficientes, lo que se verá reflejado en un promedio significativo del número de crías nacidas por parto.

El aparato reproductor del macho está conformado por los siguientes órganos principales:

#### 4.4.1 Testículos

Los testículos son dos glándulas cuya función principal es la producción de espermatozoides, proceso que se realiza mediante la espermatogénesis, la misma que se desarrolla en el interior de los tubos seminíferos que se encuentran en el interior de los testículos. Así mismo tienen la función de producir hormonas como la testosterona, que es la principal hormona sexual del macho y está directamente relacionada con su comportamiento sexual (libido) (Gasca et al., 2010).

En un análisis comparativo con otras especies, el cerdo es el animal que posee mayor masa testicular con relación al peso corporal, íntimamente en la especie porcina existen también diferencias de tamaño testicular. (Gasca et al., 2010) manifiesta que, a igualdad de condiciones fisiológicas y sanitarias, una mayor dimensión de los testículos confiere a un macho una mayor capacidad de producir espermatozoides y por tanto capacidad reproductora.

#### 4.4.2 Escroto

Es la piel que recubre y protege a los testículos, se presenta en aquellas especies donde se encuentran expuestos, esta estructura tiene la función de regular la temperatura testicular y la mantiene homogénea inferior a la corporal en unos 7 °C para así no afectar la espermatogénesis, cuando el animal se expone a temperaturas bajas el escroto se contrae acercándolos al cuerpo, de esa forma logra proteger el parénquima testicular y mantener la temperatura, también en esta zona podemos encontrar presencia de vellos (Valera, 2008).

**Ilustración 1** Escroto y testículo macho porcino adulto



**Fuente:** (Arrebola et al., 2014) página 55.

#### **4.4.3 Epidídimo**

Constituido como un tubo enrollado sobre sí mismo y apoyado en cada testículo, se encarga de almacenar los espermatozoides que producen los testículos y aporta un medio apropiado para su maduración, anatómicamente se conforma de tres estructuras, cabeza, cuerpo y cola, esta última se conecta con el conducto deferente (Arrebola et al., 2014).

#### **4.4.4 Conducto Deferente**

El conducto deferente es la porción que continúa desde el epidídimo, tiene la función de transportar el esperma desde cada testículo hasta las glándulas accesorias, también denominadas vesículas seminales, donde se forma el conducto eyaculador por el cual el semen se expulsará durante el proceso de eyaculación (Álamo, 2007).

#### **4.4.5 Cordón Espermático**

EL cordón espermático provee irrigación sanguínea, conexión linfática e inervación al testículo, contiene el conducto deferente y al músculo encargado de retraer o relajar los testículos (músculo cremáster), también contribuye con la termorregulación gracias al plexo pampiniforme, descendiendo la temperatura hasta unos 33 a 32 ° C aproximadamente (Álamo, 2007).

#### **4.4.6 Glándulas Seminales, Glándula Prostática y Bulbouretrales**

Son glándulas que producen y segregan líquido seminal que se vierte sobre el esperma, cuya función es nutrir y transportar los espermatozoides. Este líquido suministra la mayor parte del volumen del eyaculado, denominado semen, y aporta a los espermatozoides la energía necesaria para llegar hasta los óvulos de la hembra (Arrebola et al., 2014).

Las glándulas seminales son dos cuerpos lobulados situados dorsalmente a la vejiga urinaria; cranealmente quedan englobadas en el pliegue urogenital, situándose entre ambas la terminación de los conductos deferentes, son las responsables de la mayor parte del volumen del eyaculado y aportan sustancias energéticas como fructosa que es la principal fuente de energía, ácido cítrico, ácido ascórbico, potasio, proteínas y enzimas. aportan el 50% del volumen de semen en toro y 20 % del verraco (López, 2020).

Las glándulas bulbouretrales son de gran tamaño y producen la fracción gelatinosa denominada tapioca. La próstata es la glándula más próxima a la uretra pélvica, su producto de secreción es la responsable de eliminar la orina y bacterias que puedan estar presentes en la uretra antes de

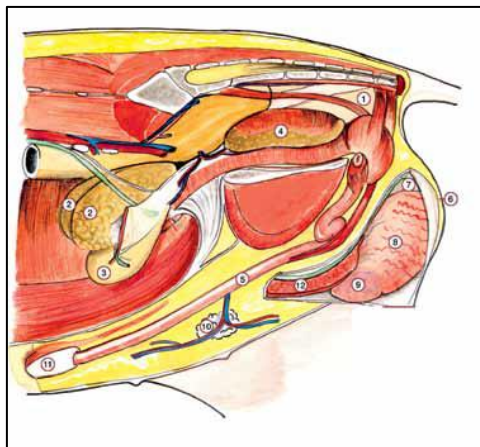
que llegue el semen. El plasma seminal se une a los espermatozoides en la uretra pélvica y le da volumen al eyaculado, proteger a los espermatozoides y brindar nutrientes (Gil et al., 2009).

#### 4.4.7 Pene

El pene del verraco presenta una consistencia fibroelástica debido a su alto contenido de tejido conjuntivo. En el cuerpo del pene se encuentra la flexura sigmoidea (en forma de S). Cuando ocurre la erección la flexura sigmoidea se distiende produciendo la mayor parte del alargamiento. El pene se conforma por tres cuerpos cavernosos que se ubican alrededor de la uretra peneana (Velástegui & Tinillo, 2011)..

El cuerpo esponjoso, que se encuentra alrededor de la uretra, se extiende y está cubierto por el músculo bulboesponjoso estriado. El cuerpo cavernoso (tejido eréctil) se origina en el arco isquiático a partir de un par de raíces recubiertas por los músculos isquicavernosos. Posee numerosos espacios con paredes elásticas cubiertas por un endotelio, los cuales forman un laberinto de amplias celdillas venosas. Por un lado, desembocan, las ramas arteriales, capaces de ocluirse, las cuales se convierten en venas hacia el otro lado. La última es una gruesa capa denominada túnica albugínea que envuelve a los cuerpos cavernosos (Velástegui & Tinillo, 2011).

**Ilustración 2** Aparato reproductor del verraco



**Fuente:** (Arrebola et al., 2014) pág. 54

## 4.5 EL EXAMEN CLÍNICO

El examen clínico inicia con la identificación del reproductor, recolectando datos como raza, edad entre otros, se debe realizar una anamnesis que incluya datos del manejo, historial alimenticio, enfermedades pasadas e historial reproductivo previo. El animal debe inspeccionarse tanto en movimiento como reposo, enfocándose en el sistema locomotor,

prestando especial atención en la conformación en las extremidades posteriores. Se debe inspeccionar el prepucio y pene, es necesario palpar el escroto y sus estructuras internas, tomar en consideración el grosor del mismo y el tamaño testicular, determinar si existen hallazgos anormales en el epidídimo y testículo, así mismo describir la elasticidad y la resistencia a la palpación superficial y profunda, respectivamente (H. Rodríguez, 2005).

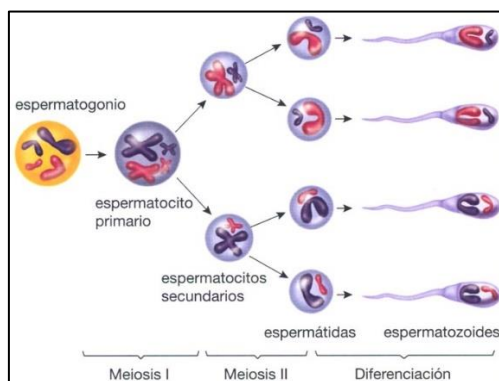
#### **4.6 LA ESPERMATOGÉNESIS**

La espermatogénesis es el proceso de formación de los gametos masculinos en el cual una célula germinal se transforma en un espermatozoide completamente estructurado. Este proceso es controlado por el eje hipófisis-hipotálamo-testículo, tiene lugar en los túbulos seminíferos y en la especie porcina tiene una duración de entre 25-26 días (Pinart et al., 2000).

En el proceso de diferenciación de célula germinal a espermatozoide se distinguen tres fases fundamentales: fase proliferativa o espermatocitogénesis, meiótica y espermiogénesis. En la fase proliferativa, las células germinales se convierten en espermatogonias, de las cuales surgen dos espermatocitos. Estos sufrirán un proceso de meiosis de la cual se obtendrá cuatro espermátidas haploides genéticamente diferentes y portadoras del cromosoma sexual X e Y dos a dos. Finalmente, estas espermátidas sufrirán el proceso de espermiogénesis, fase en que la célula sufrirá una serie de cambios que le llevará a diferenciarse en un espermatozoide (Mercado de la Peña, 2012).

Finalizado este proceso las transformaciones que el espermatozoide presenta son: formación del acrosoma a partir del aparato de golgi, desarrollo de la cola o flagelo, alargamiento del núcleo, condensación de la cromatina, reorganización del citoplasma y de los orgánulos celulares, y pérdida del contenido citoplasmático no necesario; desplazándolo hacia la pieza terminal de la cola originando la llamada gota citoplasmática rodeada por membrana plasmática. El proceso termina con la liberación de los espermatozoides a la luz del túbulo seminífero (Pinart et al., 2000).

**Ilustración 3** Proceso de formación espermática.



**Fuente:** (Audesirk et al, 2003)

#### 4.7 EL ESPERMATOZOIDE

La célula espermática del porcino está estructurada en cabeza, parte intermedia y cola. La cabeza de morfología oval, contiene el núcleo y el acrosoma; el núcleo contiene el ADN del espermatozoide y ocupa casi la totalidad de la cabeza, está altamente condensado debido a que presenta proteínas específicas llamadas protaminas que se interponen y une a las cadenas de ADN, también es transcripcionalmente inactivo, El acrosoma localizado en la parte apical, contiene enzimas como acrosina, arilsulfatasa y la  $\beta$ -N-acetilhexasaminidasa e hialuronidasa, esta última tiene la función de disgregar las células que componen la corona radiada del óvulo durante el proceso de fecundación (Olivera et al., 2006).

Según (Millette, 1999) citado por (Mercado de la Peña, 2012), en la parte intermedia se encuentra un cilindro de mitocondrias que envuelven el primer tercio del flagelo y une con el plasmalema. (Robl y Fissore, 1999) citado por (Mercado de la Peña, 2012) mencionan que otra de las funciones es proporcionar energía al espermatozoide para el movimiento. El flagelo contiene el axonema, una estructura constituida por 9 pares de microtúbulos periféricos y 1 par central, esta estructura proporciona movilidad a la célula.

#### 4.8 MADURACIÓN DEL ESPERMATOZOIDE

Cuando los espermatozoides abandonan los testículos, son dirigidos hacia el epidídimo y luego hacia el conducto deferente. Durante esta trayectoria la célula espermática sufrirá un proceso de maduración epididimaria, en esta fase los espermatozoides adquieren motilidad progresiva y la capacidad de interactuar con el gameto femenino para que ocurra la fecundación. Los cambios suscitados durante la maduración en el epidídimo son atribuidos a interacciones con



las secreciones producidas en el epitelio epididimario (Mercado de la Peña, 2012). En el Verraco se considera que el proceso de maduración espermática tiene una duración de 10 días, los espermatozoides almacenados en la cola del epidídimo pueden permanecer en promedio 4 a 7 días antes de ser eyaculados (Knobil & Neill, 1998).

#### 4.9 EYACULADO

Cuando ocurre la eyaculación el contenido epididimario y productos de secreción que proviene de las vesículas seminales y próstata son vertidos al conducto deferente para que a través de este circule el semen que será expulsado finalmente por medio del pene. Entre todas las especies domésticas el verraco es el animal que más volumen seminal expulsa durante la eyaculación. La calidad y cantidad del eyaculado están determinadas por factores como: edad, raza, frecuencia de uso, hormonales, genéticos, nutritivos y de manejo (Gasca et al., 2010). Cuando se produce la eyaculación las secreciones de las glándulas accesorias van a entrar en contacto con los espermatozoides, estas secreciones contienen glicoproteínas que controlan la capacitación prematura del espermatozoide, adquiriendo la capacidad fecundante cuando se encuentra en el tracto reproductivo de la hembra (Mercado de la Peña, 2012).

**Tabla 1** Algunos parámetros reproductivos en el verraco.

PARAMETRO	VALOR MEDIO
<b>Volumen de semen eyaculado</b>	200 ml
<b>Concentración semen</b>	300 * 10 <sup>6</sup> espermatozoides/ml (300.000.000 esp./ml)
<b>Dosis mínima fértil en inseminación artificial</b>	2* 10 <sup>9</sup> espermatozoides /100 ml (20.000.000 esp./ml)
<b>Nº máximo de dosis para inseminación artificial</b>	300.000.000/ 20.000.000 = 15 dosis

**Fuente :** (Gasca et al., 2010).

#### 4.10 FRACCIONES DEL EYACULADO

El eyaculado del verraco consta de tres fracciones: la fracción pre espermática se encuentra compuesta principalmente por plasma seminal y presenta un aspecto transparente, la fracción espermática de apariencia blanquecina es la que presenta mayor concentración espermática, y finalmente la fracción post espermática que tiene un semblante lechoso transparente debido a que contiene elevadas cantidades de plasma seminal y muy baja cantidad de espermatozoides,

en esta fracción encontramos la presencia de abundantes corpúsculos de consistencia gelatinosa denominados “tapioca” procedentes de las glándulas de Cowper. Los corpúsculos se liberan durante todo el proceso de eyaculación pero en la última fase existe una mayor liberación, debido a que la función fundamental es sellar el cérvix de la hembra para evitar que ocurra un reflujo del semen depositado por el verraco (Mercado de la Peña, 2012) .

#### **4.10.1 Fracción Pre-espermática**

Lo componen secreciones provenientes de la próstata, vesículas seminales y glándulas de Cowper. El volumen resultante de estas combinaciones es de 10 ml aproximadamente y no hay presencia de espermatozoides, se encuentran constituido principalmente por grumos gelatinosos provenientes de las glándulas de Cowper (Salazar, 2014).

#### **4.10.2 Fracción Espermática**

Es la fracción rica en espermatozoides procedentes de la actividad testicular, aporta casi la totalidad de los mismos al contenido seminal, presenta una elevada concentración de ( $0.5 \times 10^9$  -  $1 \times 10^9$  espermatozoides/ml) contiene además secreciones prostáticas y de las vesículas seminales, tiene un volumen de 70 ml aproximadamente con una coloración blanco lechosa (Salazar, 2014)..

#### **4.10.3 Fracción Post-espermática**

Esta fracción es pobre en espermatozoides la constituyen secreciones de la próstata y las glándulas de Cowper, tiene una coloración blanquecina grisácea. El volumen que aporta al eyaculado es de aproximadamente 150 ml, encontramos presencia de abundantes grumos gelatinosos procedentes de las secreciones de la próstata y las glándulas de Cowper (Salazar, 2014). Se estima que los porcentajes que aporta cada glándula genital al volumen seminal final del verraco son los siguientes: testículos y epidídimo 5%, vesículas seminales 10-25 %, glándulas de Cowper 15-30% y próstata de 50- 70 %” (Piscoya, 2015).

### **4.11 MÉTODO PARA LA COLECCIÓN DEL SEMEN**

Cuando los verracos están entrenados para montar el potro, la extracción del semen debe realizarse en un potro fijo o movable, el cual estará ubicado en una sala de recolección. La sala de recolección proporcionará las condiciones adecuadas de higiene y seguridad tanto para el animal y el personal que realice la colecta. Dicha sala debe asegurar la integridad del animal impidiendo elementos o actuantes que conlleven a producir caídas o resbalones al verraco, así como su exposición a la presencia de otros verracos. El material utilizado que servirá como

depósito del semen y que a su vez permanezca en contacto con él, debe presentar características esenciales como: no ser espermicida, estéril y limpio, adicional a esto es fundamental que estén previamente atemperados a unos 37°C (Kubus, 2010).

Para la recolección del eyaculado se debe utilizar un vaso de precipitación o cualquier tipo de recipiente desechable (vaso o bolsa de plástico) el cual debe permanecer dentro del termo de colección con la finalidad de mantener la temperatura alrededor de 37°C, sobre el recipiente se coloca un filtro que impida la mezcla de la fracción post espermática del eyaculado con tapioca o cualquier sustancia o partícula extraña que pueda contaminar y alterar la calidad del semen durante la recolección. Se puede aplicar la técnica de doble guante; un guante interno y uno externo, con el objetivo de mantener limpio al interior hasta el momento de la sujeción del pene para comenzar la colección del semen (Ríos, 2010).

Cuando el verraco se encuentre sobre el potro antes de realizar la colecta, es recomendable vaciar la bolsa prepucial realizando presión sobre ella, para eliminar restos de orina y líquidos, además se debe realizar el corte del pelo presente en la apertura del prepucio. Se procede a limpiar el área prepucial con toallas de papel desechables. Al ser expuesto el pene, el técnico sujetará el glande “en forma de broca” ejerciendo presión, de tal forma que sus dedos queden al borde del mismo, lo que permite estirar el pene realizando suaves tirones hasta posicionarlo horizontalmente, esta posición debe mantenerse a lo largo del proceso de extracción. El técnico debe realizar la presión necesaria hasta que observe que el verraco presente signos de eyaculación. Una vez realizada la colecta inmediatamente debe pasar el recipiente con el eyaculado al laboratorio para su análisis y procesamiento este tiempo no debe ser mayor a 15 min (Kubus, 2010).

#### **4.12 EVALUACIÓN SEMINAL**

Comienza con la colección del eyaculado, se analiza su color, volumen, densidad, aspecto, concentración y motilidad espermática. Seguido de esto se debe realizar el análisis de la morfología espermática. El semen debe mantenerse en condiciones adecuadas de temperatura, siendo un mínimo de 20°C ya sea sin o con diluyente, en casos en que la evaluación no pueda hacerse de inmediato (H. Rodríguez, 2005).

**Tabla 2** Algunos parámetros mínimos de calidad para el semen porcino en razas comerciales.

<b>Volumen 50 ml</b>	<b>50 ml</b>
<b>Temperatura 34 °C</b>	34 °C
<b>pH 6.8</b>	6.8
<b>Motilidad</b>	85%
<b>Concentración</b>	100,000,000 de espermatozoides
<b>Aglutinaciones</b>	75 % de espermatozoides no aglutinados
<b>Proporción de vivos y muertos</b>	65 % de espermatozoides vivos
<b>Anormalidades</b>	20 %
<b>Normalidad</b>	70- 80 %

Adaptado de (Oliva, 2004)

#### **4.12.1 Color**

Un color blanco ligeramente grisáceo se considera normal. En caso de haberse colectado solo la fracción espermática se aprecia una coloración más blanca amarillenta dependiendo del verraco y de la concentración espermática. Una muestra con presencia de sangre, suciedad, manchas que no correspondan a un eyaculado normal se considera inaceptable (H. Rodríguez, 2005).

#### **4.12.2 Volumen**

Un bajo volumen y concentración espermática conlleva generalmente a presentar una baja fertilidad en los verracos, esta condición también se encuentra asociada a defectos en la espermatogénesis o a una sobreutilización del macho ya que una elevada frecuencia de colección seminal tiene un efecto significativo negativo tanto en volumen, concentración y otros parámetros seminales (Piscoya, 2015).

Según (Yáñez, 2015), el volumen habitual del eyaculado en un porcino adulto varía entre 125 a 500 ml con una media de 200 ml, por otra parte, ocasionalmente se pueden presentar eyaculados que van desde 700 a 800 ml, esto debido a posibles procesos inflamatorios de las glándulas anexas o un crecimiento excesivo de las vesículas seminales.

Otros factores que inciden sobre el volumen del eyaculado es el grado de estimulación sexual alcanzado antes de la colecta, además de eso afecta directa o indirectamente: edad, raza, frecuencia de colección, alimentación, estado de salud y agentes estresantes (Velásquez, 2014).

### **4.12.3 pH**

La viabilidad y motilidad espermática se ven afectados por los cambios en el pH seminal. Una disminución o incremento de las secreciones de las glándulas sexuales accesorias son determinantes para que el pH seminal tenga una tendencia alcalina ó más ácida; el pH del semen del verraco varía según la fracción del eyaculado; en la fracción espermática, va de un rango de 6.8 a 7 y en la fracción post espermática 7 a 7.8, un pH ligeramente ácido es catalogado como un eyaculado de buena calidad, encontrándose en las mejores condiciones para su conservación (Velásquez, 2014).

### **4.12.4 Motilidad Espermática**

Evaluar este parámetro determina el porcentaje de espermatozoides móviles. La motilidad es una característica que indica la capacidad fecundante de una muestra in vivo de semen y esta correlacionada positivamente con la fertilidad, el porcentaje mínimo de motilidad durante la evaluación seminal inicial en el verraco debe ser superior al 60%, sin embargo se ha establecido un porcentaje de corte que va desde 70 al 80% (A. D. V. Rodríguez, 2017).

Según estudios desarrollados por (Rozeboom, 2000) asegura que cuando se utilizan sementales cuya motilidad espermática es menor al 62,5% las tasas de partos y el tamaño de la camada se verán disminuidos.

### **4.12.5 Concentración Espermática**

La concentración espermática es definida como la cantidad de espermatozoides presentes por unidad de volumen, este parámetro es muy importante en la evaluación seminal al igual que la motilidad espermática tiene correlación positiva entre el número de espermatozoides y la fertilidad del animal (Gómez & Migliorisi, 2007).

Permite evaluar la capacidad de producir espermatozoides del verraco y constituye una estimación de calidad en granjas dedicadas a la producción de dosis seminales para inseminación artificial destinadas a comercialización (Valverde et al., 2019).

Para el recuento de espermatozoides se utilizan distintitos tipos de cámaras, entre ellas encontramos Neubauer, Burker y Thomaneu entre otras, todas desarrolladas para el recuento hemocitométrico pero destinadas a la determinación del número de espermatozoides (Velástegui & Tinillo, 2011). La determinación de la concentración espermática se basa en el recuento de los espermatozoides de una muestra de semen diluido bajo condiciones adecuadas (Palma, 2010).

El diluyente del semen debe agregarse lo más rápido posible, y mantener una temperatura constante, las dosis finales de IA deben contener un mínimo de 2,500,000,000 espermatozoides viables al momento de inseminación, esto asegura un rendimiento reproductivo exitoso (Oliva, 2004).

Para alcanzar una elevada concentración de espermatozoides viables con buena calidad de semen al momento de la IA, se requiere dosis seminales con un conteo de espermatozoides totales entre 3.2 a 3.5 billones al momento del procesamiento (Oliva, 2004).

#### **4.12.6 Aglutinación**

Aglutinación hace referencia a la acumulación de espermatozoides ya sean vivos o muertos, los mismos que suelen encontrarse unidos cabeza a cabeza o a su vez adheridos a células epiteliales, este fenómeno lo encontramos en eyaculados frescos o en semen diluido (Peñañiel, 2018).

Entre las principales causas de aglutinación mencionamos las siguientes: baja calidad espermática lo que se traduce como espermatozoides muertos o con baja vitalidad, eyaculados con contaminación bacteriana, elevada cantidad de células epiteliales o descamaciones y cambios en el pH del plasma seminal, debido a procesos inflamatorios que afectan a las glándulas accesorias del verraco (Carvajal et al., 2004).

Este parámetro suele medirse en una escala que va desde grado 0 a 3, los cuales se los designa dependiendo del número de grupo de espermatozoides que se encuentren en su observación, siendo grado 1(+), una agrupación de menos de 20 espermatozoides, grado 2(++), dos agrupaciones de menos de 20 espermatozoides y grado 3(+++), múltiples agrupaciones con más 20 espermatozoides. Cuando el eyaculado presenta un 30-40% de espermatozoides aglutinados se considera de grado 3 de aglutinación. Ocasionalmente la presencia de aglutinaciones de 1(+) a 2(++), presentes en los eyaculados, desaparece al realizar la mezcla con el diluyente, debido a la estabilización química que proporciona, observándose posteriormente, una disminución del grado de aglutinación (A. Córdova et al., 2016).

Por otra parte (Palacios. C., 2005) citado por (Peñañiel, 2018) sugiere que de estos tipos de aglutinación el único viable para su dilución es el de grado 1(+).

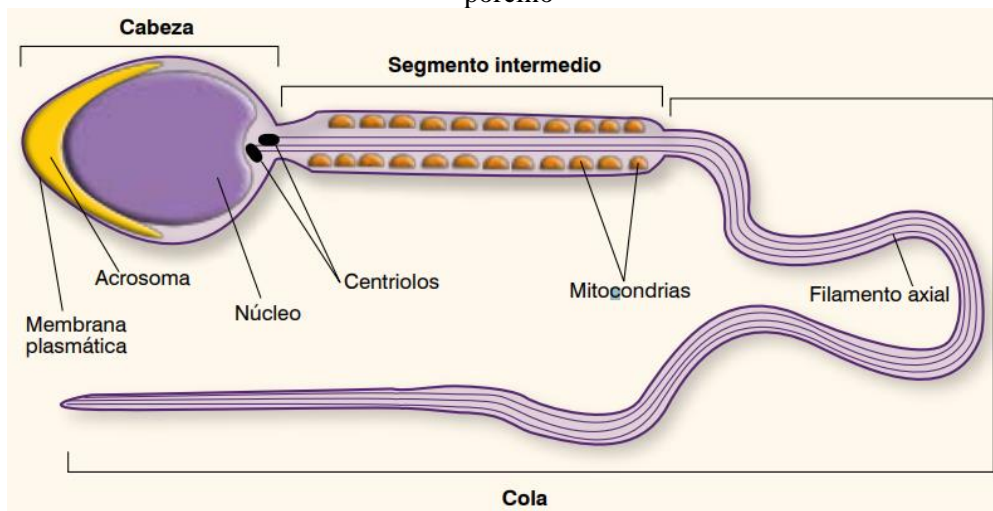
#### **4.13 MORFOLOGÍA ESPERMÁTICA**

La evaluación morfológica de las células espermáticas mediante el uso del microscopio es considerada como un excelente aporte para determinar la fertilidad de los verracos, un

incremento de las anomalías espermáticas en el eyaculado, es indicativo de una fertilidad disminuida en muchas especies, incluyendo al cerdo (Quintero et al., 2009).

Las anomalías de la cabeza en un eyaculado normal no deben ser superiores al 10%, en lo correspondiente a la cola las malformaciones admisibles deben encontrarse en un 20% máximo. Antes de preparar las dosis para IA, se debe realizar esta valoración de forma rutinaria, empleando técnicas de tinción que permitan observar el aspecto general de los espermatozoides y su integridad acrosomal (A. Córdova et al., 2007).

**Ilustración 4** Representación esquemática de los componentes estructurales del espermatozoide porcino



**Fuente:** (Medicina & Laboratorio, 2009).

#### 4.13.1 Cabeza

En diferentes especies animales como cerdo, conejo y borrego, un espermatozoide normal conserva una apariencia simétrica con cabeza oval de contorno regular, la cabeza tiene una longitud de 3 a 8  $\mu\text{m}$  y ancho entre 2 a 4  $\mu\text{m}$  (Valdés, 2015).

A la tinción se pueden apreciar zonas bien definidas como la zona acrosómica que cubre más de la tercera parte de la cabeza y la sub acrosómica o núcleo que cubre el resto de la cabeza; si se observa presencia de vacuolas, deben ocupar menos de la mitad del volumen de la cabeza y ser muy escasas ya que si son numerosas o grandes puede significar que el ADN está dañado (Mestre et al., 2018).

##### 4.13.1.1 Acrosoma

Se encuentra en el extremo craneal del espermatozoide, ocupa los dos primeros tercios del volumen total de la cabeza; contribuye con la penetración del espermatozoide en el ovulo

gracias a que contiene enzimas proteolíticas que ayudan a deshacer la zona pelúcida del mismo (Espejo & Salvador, 2019).

#### **4.13.1.2 Núcleo**

Es donde permanecen condensados los cromosomas, es decir, la mitad de la información genética del futuro embrión, en el caso del cerdo, la célula espermática aporta 19 cromosomas. Esta parte es la más importante del espermatozoide y es la única que entra dentro del óvulo. Su función es fusionarse con el núcleo del óvulo para completar la dotación genética y dar origen al nuevo ser (Espejo & Salvador, 2019).

#### **4.13.1.3 Membrana plasmática**

Cumple la función de rodear al acrosoma y al núcleo separándolo del resto del cuerpo del espermatozoide. Internamente presenta altos niveles de ácidos grasos polinsaturados y pequeñas cantidades de citoplasma (Espejo & Salvador, 2019).

#### **4.13.2 Cuello**

Se refiere a la parte intermedia del espermatozoide, es de forma recta y contorno regular, se encuentra alineada longitudinalmente con la cabeza y mide 7 a 8  $\mu\text{m}$  de longitud. El interior de este segmento se encuentra constituido por mitocondrias que se encargan de producir energía necesaria para realizar el movimiento flagelar, que permite el avance del espermatozoide (Ávalos et al., 2018)(Espejo & Salvador, 2019).

#### **4.13.3 Cola**

Tiene una longitud de 45 a 60  $\mu\text{m}$ , es delgada, extendida sin enrollamientos y de contorno irregular, permite la motilidad espermática mediante movimientos ondeantes; un elevado % de las alteraciones de la cola es un indicativo de disminución de fertilidad, cualquier alteración que impida el movimiento progresivo de los espermatozoides será considerado motivo de infertilidad del animal y descarte (Ávalos et al., 2018).

### **4.14 ANORMALIDADES MORFOLÓGICAS**

El análisis morfológico espermático brinda información decisiva acerca de la eficiencia de la espermatogénesis en el verraco (Torretta et al., 2010). Según (Larsson, 1986) citado por (Torretta et al., 2010) se observan las formas anormales de cabeza, acrosoma, pieza media y cola; sin embargo es apropiado hacer énfasis en el diagnóstico de malformaciones como la gota citoplasmática, colas dobladas, colas enrolladas y cabezas desprendidas.



Los valores promedio de anomalías espermáticas en el semen fresco de verracos normales son muy variantes, manteniendo rangos entre el 7 y 30 % aproximadamente y un promedio de 17 % (Rozeboom, 2000).

Existen anomalías primarias y secundarias, las primarias se originan en el testículo y están relacionadas con malformaciones de la cabeza, acrosoma y gota citoplasmática proximal; las secundarias se originan en el epidídimo y están relacionadas con la presencia de gota citoplasmática distal y defectos del flagelo, (Chenoweth & Kastelic, 2007).

#### **4.14.1 Anomalías Primarias**

##### **4.14.1.1 Anomalías de la cabeza**

- Alargada
- Lanceolada
- Angosta
- Cabeza desprendida
- Doble cabeza

##### **4.14.1.2 Anomalías del acrosoma**

- Desprendido
- Rugoso
- Pequeño

##### **4.14.1.3 Tamaño de cabeza**

- Microcefalia
- Macrocefalia

#### **4.14.2 Anomalías Secundarias**

##### **4.14.2.1 Anomalías de la parte media**

- Gota citoplasmática proximal
- Gota citoplasmática distal

##### **4.14.2.2 Anomalías de la cola**

- Cola enrollada o látigo
- Cola quebrada

#### **4.15 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD SEMINAL**

Se considera que el semen de verraco es de calidad cuando posee una buena capacidad fecundante, se puede obtener una mayor cantidad de dosis seminales y puede conservarse un mayor periodo de tiempo sin perder dicha capacidad (Velásquez, 2014). Diversos autores han planteado claramente la gran diversidad de factores que influyen sobre la calidad del semen porcino y la fertilidad de este, tanto en monta directa como en Inseminación Artificial.

Según (Cameron, 1987) citado por (Peñañiel, 2018) la amplia gama de factores que provocan estos efectos pueden tener su origen en el propio animal o ser resultante de la interacción de éste con el ambiente. Entre estos figuran: La edad de los sementales, alimentación, contaminación química, los rayos solares directos y los cambios bruscos de temperatura, frecuencia de la monta, temperatura ambiente y humedad relativa, raza y el tamaño de los testículos.

Por mencionar los más elementales tenemos:

#### **4.15.1 Edad**

Influye sobre el volumen y concentración espermática, por consiguiente, sobre la concepción y tamaño de camada (Domingues, 2015). La espermatogénesis se inicia entre los tres a cuatro meses de edad y partir de los cinco meses se pueden observar erecciones, por ello los primeros eyaculados deben colectarse entre los 7 a 8 meses de edad cuando los verracos han alcanzado pesos de 80 a 100 kg (Paz Flores, 2020).

#### **4.15.2 Alimentación**

En los verracos, un menor volumen seminal y la presencia de anomalías morfológicas espermáticas está asociado a un incremento del peso vivo (sobrepeso), para prevenir esto los reproductores deben ser manejados de forma individual y con planes de alimentación adecuados (Górriz, 2006).

Por otra parte, un déficit nutricional ya sea por vitaminas, macrominerales u oligoelementos, también se encuentra ligado a una mala calidad del semen, aumento de formas anormales espermáticas, y dificultades para la monta (falta de integridad en las pesuñas y lesiones de aplomos) ya que muchas de las veces no se utiliza una ración con los requerimientos nutricionales que el verraco demanda (Quiles, 2008).

#### **4.15.3 Raza**

La raza es un factor muy influyente sobre el volumen y concentración espermática, se ha observado un menor volumen en cerdos de raza criolla, con valores que oscilan entre 39 a 155 ml, estos valores son inferiores a los establecidos en los cerdos de las razas comerciales con un promedio de 200 a 250 ml por eyaculado. En los últimos años, con los nuevos métodos computarizados de evaluación, se ha determinado que la raza tiene influencia sobre la motilidad y fertilidad (Velásquez, 2014).

#### **4.15.4 Frecuencia de Colección**

Al aumentar el número de colecciones en el verraco, la concentración espermática y el volumen del eyaculado pueden disminuir en un 20% si se realiza entre dos a tres veces por semana, si el semen es extraído todos los días se pueden observar reducciones mayores. La frecuencia elevada de colecciones en el verraco originan alteraciones en el patrón de secreción y reabsorción de los fluidos del epidídimo, que ocasionarían defectos en la maduración y anomalías en la motilidad de los espermatozoides (Velásquez, 2014).

#### **4.16 TRABAJOS RELACIONADOS**

##### **4.16.1 Análisis Seminal en la Raza CC21, Yorkshire y L35**

En un estudio elaborado por (De Jesús et al., 2008) con el objetivo de evaluar indicadores de calidad seminal porcina, se realizó el análisis de los eyaculados de 12 verracos de las razas CC21, Yorkshire y L35, con edades entre 9 y 12 meses. Se evaluaron indicadores seminales: volumen (ml), concentración (spz/ml), motilidad (%) y acrosomas normales (%) a través de la cámara de Burker. Se encontró volumen de 102,50; 97,88 y 101,70 ml; motilidad 80,20; 76,06 y 72,51 %; concentración de  $61,18 \times 10^6$ ;  $63,72 \times 10^6$  y  $55,50 \times 10^6$  espermatozoides y 88,92; 88,82 y 89,05 % de acrosomas normales para los genotipos CC21, Yorkshire y L35.

##### **4.16.2 Análisis Seminal en Cerdos Sus Scrofa var. Domesticus**

El presente estudio elaborado por (Tana, 2017) con el objetivo de determinar la calidad seminal y la concentración espermática de semen porcino *Sus scrofa Domesticus* utilizando cámara de Neubauer, en línea paterna (LP) y línea materna (LM) se evaluaron 6 eyaculados de cada raza utilizando las variables color, pH, volumen, motilidad y concentración espermática. Los resultados mostraron un color blanco lechoso en LP y LM y un olor característico para las dos líneas. El volumen 180 ml LP y 200 ml LM, pH 7,5 en LP y LM, en motilidad 80% LP y 85% LM. Al analizar la concentración por línea genética, LM presentó mayor concentración con  $511,53 \times 10^6$  esper/mL y LP  $512,47 \times 10^6$  esper/mL. En este estudio no evaluaron morfología espermática.

##### **4.16.3 Estudio del semen en Cerdos Landrace, Yorkshire, Duroc, CC21 y L35**

En el presente estudio elaborado por (Almaguer et al., 2015) con el objetivo de evaluar la calidad seminal en sementales porcinos de la raza Landrace, Yorkshire, Duroc, CC21 y L35 Se estudiaron un total de 1164 eyaculados de una muestra de 388 reproductores con edades comprendidas entre 12 y 18 meses. Las variables analizadas fueron volumen (ml), motilidad (%), concentración (millonaje/ml) y anomalías del espermatozoide. Se determinaron

diferencias significativas en cuanto el volumen, siendo los Yorkshire el de mayor producción con 206 ml y en cuanto a la concentración, representada por el Duroc con 417 millones/mm<sup>3</sup>. Con relación a las anomalías se encontró mayor porcentaje en el Duroc (35 %).

## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MATERIALES

#### 5.1.1 De Campo

- Sementales (6)
- Potro para recolecta de semen
- Guantes de vinil
- Termo
- Vaso de cartón estériles
- Toallas desechables
- Termo de recolección
- Vaso de precipitación
- Filtros de gasa
- Botas
- Overol
- Vehículo

#### 5.1.2 De Laboratorio

- Tinción Diff Cuik.
- Microscopio
- Monitor
- Pipeta
- Pipeta mecánica
- Termómetro
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cámara de Burker
- Vaso de precipitación
- Estufa
- Olla de aluminio
- Agua destilada

#### 5.1.3 De Oficina

- Cámara fotográfica
- Ordenador

- Cuaderno
- Lapiceros
- Calculadora

## 5.2 MÉTODOS

### 5.2.1 Ubicación

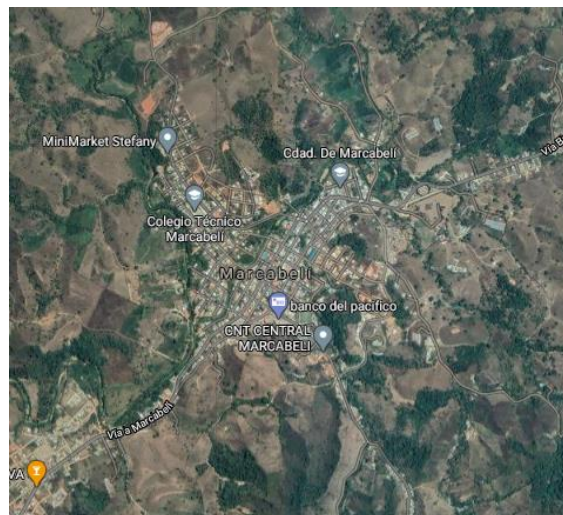
El presente estudio se desarrolló en el cantón Marcabelí, utilizando muestras provenientes de 6 granjas porcícolas de esta localidad, los análisis se realizaron en las granjas que contaban con el material necesario, y las que no, las muestras fueron colectadas y transportadas al laboratorio del centro de inseminación artificial porcino “MAXIPOR”, empresa dedicada a la venta de dosis seminales en el cantón.

Marcabelí, se localiza en El Oro en el sur de la provincia, su cabecera cantonal del mismo nombre, se ubica en la zona central del territorio cantonal, sus coordenadas geográficas son: 79° 48´ de longitud oeste, y 3° 44´ de latitud sur.

#### Altitud

Se ubica a 540 m. s/n/m aprox.

**Ilustración 5** Mapa del cantón Marcabelí



**Fuente:** (Google Maps, 2021)

### 5.2.2 Descripción y Adecuaciones de Instalaciones

El trabajo se realizó en 6 granjas porcinas, dedicadas a la producción de lechones para la venta y engorde, cada granja posee un verraco y el manejo reproductivo se realiza por inseminación artificial o monta natural. Los verracos se encuentran alojados en corrales individuales de aproximadamente 6 m<sup>2</sup>, los cuales cuentan con instalaciones para el suministro de agua a

voluntad mediante chupones, y comederos para el aporte de alimento. Se adquirió un potro para la monta de los sementales el cual fue utilizado en las granjas que no contaban con mencionado artefacto, para el entrenamiento y posterior colección del semen.

### **5.2.3 Descripción e Identificación de las Unidades Observacionales**

Se utilizaron 6 verracos, de la raza Duroc Jersey, Landrace y Pietrain, dos de cada raza de entre 1,5 a 2,5 años de edad, en buen estado de salud, sin problemas anatómicos ni anomalías del aparato reproductivo. Se procedió a entrenar a los sementales sin experiencia en la monta para su posterior extracción. Para la identificación se le asignó a cada verraco un número de registro que va desde 1 al 6, el nombre de la raza y el nombre del propietario de la granja a la que pertenece.

### **5.2.4 Diseño Observacional**

En la presente investigación se utilizó un diseño descriptivo con seis unidades observacionales.

### **5.2.5 Variables Estudiadas**

- Aglutinación espermática
- Volumen
- Concentración
- Motilidad
- Morfología
- pH

### **5.2.6 Obtención y Procesamiento de las Muestras**

Para la recolección del semen se tomó en consideración el procedimiento descrito por (Kubus, 2010) en el cual se hace énfasis en puntos importantes como: utilizar un filtro desechable para separar la fracción post espermática de la espermática, todo los materiales que estarán en contacto con el esperma del verraco deben poseer características no espermicidas, corte de pelos del prepucio, limpieza y vaciado de la bolsa prepucial y correcta posición del pene (horizontal) durante la extracción del semen. Así mismo se utilizó la técnica de la mano enguantada descrita por (Ríos, 2010) cumpliendo con las medidas higiénicas necesarias, con la finalidad de evitar la contaminación del semen durante su extracción.

El proceso de recolección del eyaculado se realizó utilizando un termo en cuyo interior se ubicó un vaso de cartón blanco cubierto con un filtro de gasa que permita separar la fracción gelatinosa para su desecho, todos estos materiales estériles. Una vez captado el eyaculado se

llevó al laboratorio rápidamente con el termo sellado para protegerlo de la luz y prevenir la caída de la temperatura, se depositó en un vaso de precipitación de 500 ml e inmediatamente se procedió a realizar el análisis. Durante este proceso se recomienda sumergir el recipiente con el semen en baño María a 37° C para impedir el enfriamiento del mismo.

#### **5.2.6.1 Volumen**

El volumen del eyaculado se midió y filtró, utilizando un vaso de precipitación de vidrio de 500 ml.

#### **5.2.6.2 Color**

En el mismo vaso de precipitación se observó el aspecto y coloración que el semen presenta, descartando que exista presencia de sangre, impurezas u otra sustancia que implique que no correspondan a un eyaculado normal.

#### **5.2.6.3 Concentración**

Para determinar este parámetro se utilizó el método de conteo espermático mediante la cámara de Burker, el cual se realiza de la siguiente manera: en un envase graduado medimos 99 ml de solución para contaje tratada con formol y con una pipeta medimos 1 ml de semen, depositamos en el recipiente y mezclamos homogéneamente, posteriormente ubicamos una gota sobre la cámara de Burker y se observa con el microscopio. En la cámara contamos los espermatozoides que hay en 40 cuadrados pequeños a partir del margen superior izquierdo en dirección hacia la derecha, al final de la hilera, pasar a la inferior desplazándose hacia la izquierda, contamos a continuación 40 cuadrados desde la parte inferior derecha de la cámara. Podemos realizar dos conteos en dos muestras diferentes, el promedio de estas mediciones se multiplica por 10.000.000 obteniendo así la concentración por ml.

#### **5.2.6.4 Motilidad**

Para evaluar la motilidad se midió una gota de semen recién recolectado, sobre un portaobjetos previamente atemperado, limpio y seco. Con el objetivo de 10x del microscopio observamos el movimiento que la muestra ofrece y evaluamos en base a porcentajes, entre estos se encuentran movimientos lineales 60- 70%, oleadas 75- 85% y remolinos con presencia de oleadas > 90%. En este parámetro se establece un margen de aceptación de 70% mínimo para ser calificado como apto en IA.



### **5.2.6.5 Morfología**

Para una mejor apreciación y visibilidad de la morfología espermática se agregó tintura Diff Cuik. En un portaobjetos atemperado a 37°C se colocó una gota de semen, seguidamente se agregó una gota de colorante rojo y se homogenizó suavemente, 10 segundos después se agregó una gota de colorante azul, se homogenizó, se ubicó el cubre objetos y se realizó la observación de las anomalías en 100 espermatozoides por muestra.

### **5.2.6.6 pH**

Se extrajo 1 ml de semen en un tubo de ensayo y utilizando una tira indicadora de pH se estimó su medición.

### **5.2.6.7 Aglutinación Espermática**

Este parámetro se valoró en conjunto con la motilidad, se adjudicó observando la presencia de aglomerados espermáticos en muestra utilizando el objetivo de 10x y 40x. Para este parámetro se utilizaron los criterios de categorización recomendados por (A. Córdova et al., 2016)

**Agglutinación ligera**, valorado con una cruz (+), considerando una agrupación de menos de 20 espermatozoides.

**Agglutinación**, valorado con dos cruces (++), considerando dos agrupaciones de menos de 20 espermatozoides.

**Muy aglutinada**, valorado con tres cruces (+++), múltiples agrupaciones con más 20 espermatozoides.

### **5.2.7 Análisis Estadístico**

Con los datos obtenidos en las diferentes variables analizadas, se procedió a realizar un análisis estadístico descriptivo utilizando: media, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación, mediante la hoja de cálculo Excel.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 ANÁLISIS DE LA AGLUTINACIÓN DEL CONTENIDO SEMINAL

En la presente investigación los resultados obtenidos, en las razas Pietrain y Duroc no presentaron aglutinaciones; en la raza Landrace un semental presentó aglutinación ligera (+), con una agrupación de menos de 20 espermatozoides como se observa en la tabla 3.

**Tabla 3** Se muestran los resultados de aglutinación de los verracos analizados y agrupados por razas

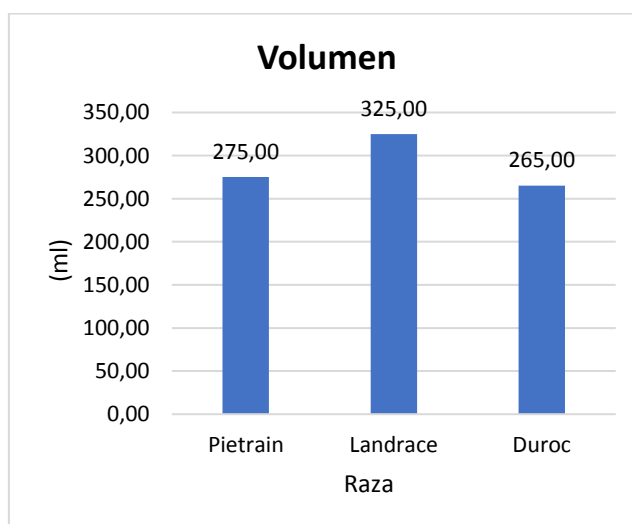
	Verraco 1	Verraco 2	Verraco 3	Verraco 4	Verraco 5	Verraco 6
Raza	PIETRAIN	PIETRAIN	LANDRACE	LANDRACE	DUROC	DUROC
Aglutinación espermática por muestra	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)

### 6.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SEMINALES

#### 6.2.1 Volumen

El volumen seminal obtenido para la raza Pietrain fue de 275 ml, Landrace 325 ml y Duroc 265 ml, con un promedio entre razas de 288,33 ml; valores que se observan en el Gráfico 1.

**Gráfico 1** Volumen de razas evaluadas

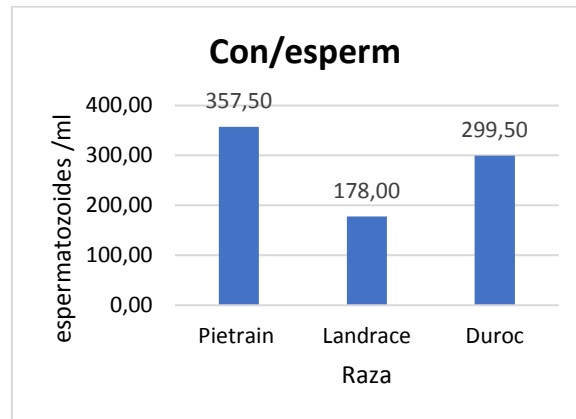


Comportamiento del volumen en cada raza evaluada expresado en (ml)

### 6.2.2 Concentración Espermática

Para este parámetro, Pietrain reporta un valor de 357,50; Landrace 178,00 y Duroc 299,50 ( $\times 10^6$  spz/ml) estos valores se observan en el Grafico 2. La concentración espermática promedio entre las razas estudiadas fue de  $288,33 \times 10^6$ .

**Gráfico 2** Concentración de esperma en las razas evaluadas

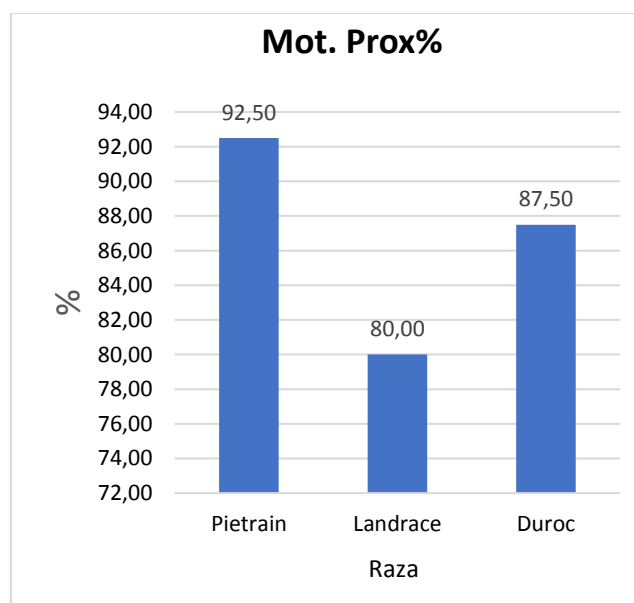


Se observa la concentración espermática por ml de semen, expresado en millones en cada raza evaluada.

### 6.2.3 Motilidad

En este parámetro, como se muestra en el gráfico 3, Pietrain reportó 92,5%, Landrace 80% y Duroc 87,5%; el valor promedio entre razas para este parámetro fue de 86,6 %.

**Gráfico 3** Porcentaje de motilidad

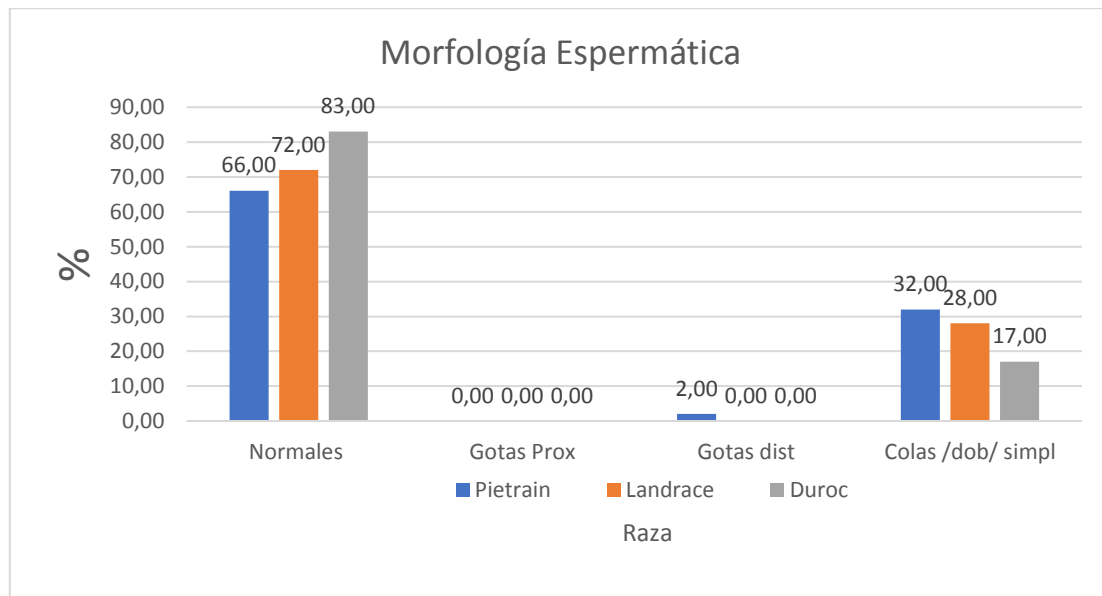


Porcentaje de motilidad estimado en muestra por cada raza evaluada.

## 6.2.4 Morfología

Se analizó un total de 600 espermatozoides y se determinaron anomalías tales como gotas proximales, distales y colas dobladas, así mismo se determinó la normalidad espermática presente en cada raza. En el gráfico 4 se pueden observar los valores obtenidos de cada semental, no se reportaron gotas proximales para ninguna raza, en gotas distales Pietrain presento 2%; en cuanto a anomalías de la cola; como son colas de látigo o enrolladllas, Pietrain presentó 32%, Landrace 28% y Duroc 17%.

**Gráfico 4** Porcentaje de normalidad y anomalías



El mayor porcentaje de anomalías se presentaron en la cola del espermatozoide, siendo el más común el enrollamiento de la cauda, la presencia de gotas distales fue muy escasa. En la muestra de espermatozoides evaluados se determinó que existe un promedio de 73,67 % de espermatozoides normales y un 26.33 % de anormales.

## 6.2.5 pH

**Tabla 4** Se muestra el Ph obtenido para cada raza evaluada.

Raza	PIETRAIN	LANDRACE	DUROC
pH	7	7	7

Como se muestra en la tabla 4 no hubo diferencias, todas las razas evaluadas presentaron un valor de 7 en su pH.

## **7 DISCUSIÓN**

### **7.1 ANÁLISIS DE AGLUTINACIÓN DEL CONTENIDO SEMINAL**

En la presente investigación los resultados obtenidos, en la raza Pietrain y Duroc no presentaron aglutinaciones; la raza Landrace presentó aglutinación ligera (+) que son considerados viables, por lo tanto, se considera que estos valores son aceptables. Según (Soriano, 2008) la aglutinación espermática en mayor o menor grado es un proceso muy frecuente en casi todos los eyaculados porcinos. (Córdova et al., 2015) mencionan que esta condición puede o no presentarse en los eyaculados de los cerdos y que los factores que contribuyen a una elevada aglutinación están ligados a: una elevada mortalidad espermática, contaminación microbiana del eyaculado o a procesos inflamatorios que involucran el aparato reproductor del verraco.

Es importante mencionar que un eyaculado con elevado grado de aglutinación se considera no apto, de acuerdo a lo reportado por (Palacios. C., 2005) citado (Peñafiel, 2018) quien aclara que de estos tipos de aglutinación el único viable para su dilución es el de grado 1, es decir ligeramente aglutinados (+).

### **7.2 VOLUMEN**

El volumen seminal obtenido para la raza Pietrain fue de 275 ml, Landrace 325 ml y Duroc 265 ml., valores que difieren a los presentados por (Del Valle, 2017) quien reporta como media aceptable un volumen de 200 ml., sin embargo, son similares a los de (Izquierdo et al., 2016) quienes obtienen en su investigación valores de 256,6 ml en Duroc y 250 ml en Landrace, no evalúan Pietrain.

Existen factores que determinan el volumen del eyaculado, según (Peñafiel, 2018) la frecuencia de colección y la edad del reproductor son las más influyentes. Al ser muestras provenientes de reproductores jóvenes, con periodos de descanso de 5 días, indica la razón por la cual los valores de los eyaculados se posicionan adecuados y por encima de la media.

### **7.3 CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA**

Los resultados obtenidos en esta investigación reportan para Pietrain 357,50; Landrace 178,00 y Duroc 299,50 ( $\times 10^6$  spz/ml), presentando la mayor concentración la raza Pietrain y la menor para la Landrace, estos valores similares a los de (D. Rodríguez et al., 2010) quienes reportan concentraciones espermáticas promedio para cerdos comerciales de  $250 \times 10^6$  spz/ml, e igualmente a los resultados encontrados por (Najera & Muñoz, 2005) quienes reportan rangos para cerdos comerciales Duroc y Landrace con un promedio de  $290 \times 10^6$ .

#### **7.4 MOTILIDAD**

La motilidad que presentaron las diferentes razas fueron: Pietrain 92,5%, Landrace 80% y Duroc 87,5%; el valor promedio para este parámetro fue de 86,6 %; valores que difieren a los reportados por (Del Valle, 2017), quien en su investigación reporta valores con el 80 % de motilidad. Cabe mencionar que se considera que este parámetro no debe ser menor de 70 % (H. Rodríguez, 2005).

(Suarez et al., 1979) presentan resultados para la raza Landrace con un valor del 80 %, similares a los obtenidos en esta investigación, pero difieren a los reportados en Duroc. En un estudio realizado por (Pérez et al., 2015) en diferentes razas reporta un promedio de 75 % de motilidad.

#### **7.5 MORFOLOGÍA ESPERMÁTICA**

En el análisis de la morfología, la investigación presentó los siguientes resultados: gotas proximales 0% en todas las razas, gotas distales Pietrain presentó 2%; en cuanto a anomalías de la cauda; como son colas de látigo o enrolladas, Pietrain presentó 32%, Landrace 28% y Duroc 17%.

De las razas analizadas, Pietrain superó el 30% de anomalías morfológicas admisibles, seguido de Landrace con 28% y Duroc 17%; estos resultados difieren de los obtenidos por (Villa Samaniego, 2015) quien en su investigación encontró 10 % de anomalías morfológicas, sin embargo son similares a los reportados por (Najera & Muñoz, 2005) quienes encontraron un 29%. Según (A. Córdova et al., 2007) estos porcentajes no deben superar el 20%; sin embargo (Rozeboom, 2000) manifiesta que tiene un rango máximo de aceptación del 30 %.

#### **7.6 pH**

Todas las razas evaluadas presentaron un valor de 7 en su pH. Según (Oliva, 2004) el valor se ubica dentro de lo aceptable para un semen idóneo pH (6.8 - 7), sin embargo es necesario mencionar que si se desea obtener valores precisos con decimales, es conveniente hacer uso de un peachimetro.

## 8 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye:

- En la raza Landrace se observó aglutinación ligera, considerada viable, mientras que Pietrain y Duroc no presentaron.
- La raza Landrace presentó el mayor volumen seminal, Pietrain la mejor concentración espermática y Duroc los menores defectos morfológicos.
- De todas las razas analizadas, Pietrain presentó los mejores parámetros seminales.

## **9 RECOMENDACIONES**

- Realizar el análisis de la calidad espermática en todos los centros dedicados a reproducción animal ya sea en porcinos o en especies diferentes, con la finalidad de obtener un diagnóstico sobre la funcionalidad reproductiva del semental, que permita el descarte o aprovechamiento del mismo.
- Utilizar métodos modernos para el estudio seminal que arrojen resultados precisos con bajo margen de error.



## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Álamo, D. (2007). Crioconservación y viabilidad espermática en la especie canina: Utilización de nitrógeno líquido vs ultracongelador de -152°C.
- Almaguer, Y., Puente, H. F., Pardo, R. R., Quirino, C. R., & Torres, I. M. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 16(7), 1–7.
- Arrebola, F. A., Elías Ordoñez, M., & Yruela Morillo, M. (2014). Bienestar animal en explotaciones porcinas. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural: Instituto Andaluz de ....
- Audesirk et al, Biología Vida en la Tierra ( 6ª Ed) 2003.
- Ávalos, A., González, J., Vargas, A., & Herrera, J. (2018). Recolección y manipulación seminal in vitro. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, primera edición, ISBN: PDF, 978–607.
- Cano, F. G., Zarzosa, G. R., Florenciano, M. D. A., Albors, O. L., Reviriego, R. L., Gomariz, F. M., Collado, C. S., Espinosa, A. A., Hernández, M. O., & Autón, J. M. V. (2010). ANATOMÍA INTERACTIVA DEL CERDO.
- Carvajal, G., Cuello, C., Ruiz, M., Vázquez, J. M., Martínez, E. A., & Roca, J. (2004). Effects of Centrifugation Before Freezing on Boar Sperm Cryosurvival. Journal of Andrology, 25(3), 389-396. <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.2004.tb02805.x>
- Chenoweth, P. J., & Kastelic, J. P. (2007). Clinical Reproductive Physiology and Endocrinology of Bulls. En Current Therapy in Large Animal Theriogenology (pp. 221-228). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-072169323-1.50033-7>
- Córdova, A., Gutiérrez, J. F. P., Hernández, W. M., Mancera, A. E. V., & Crispín, R. H. (2016). Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de

- producción mexicana. *Revista Veterinaria*, 26(1), 69-74.  
<https://doi.org/10.30972/vet.261253>
- Córdova, A., Jimenez, C., & Córdova-Jiménez, M. S. (2007). Control reproductivo del verraco. *Revista Veterinaria*, 18, 65-69.
- Córdova, M. (2014). Evaluación de dos sistemas de inseminación artificial: Cervical y post cervical en cerdas. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4448>
- De Jesús, M., Perdígón, R., & Rueda, M. (2008). Valoración de Indicadores de Calidad Seminal Porcina, utilizando la fracción rica del eyaculado. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 26, 49–53.
- Del Valle, A. (2017). Evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos utilizados en la monta natural. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(10), 1–17.
- Domingues, V. (2015, noviembre 9). Influencia de la edad sobre los parámetros seminales. *Agrinews*. <https://agrinews.es/2015/11/09/influencia-de-la-edad-sobre-los-parametros-seminales/>
- Espejo, M., & Salvador, S. (2019). ¿Cómo es el espermatozoide? Formación, partes y función. *Reproducción Asistida ORG*. <https://www.reproduccionasistida.org/espermatozoide/>
- Gasca, A., Arana, M., Yruela, M., & Perez, F. (2010). Bienestar Animal en Explotaciones Porcinas.  
[https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160940bienestar\\_COMPLETO.pd](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160940bienestar_COMPLETO.pd)
- Gil, M., Cuello, C., & Parrilla, I. (2009). Fisiología del tracto genital de la cerda y el verraco. *Anaporc: revista de la Asociación de Porcinocultura Científica*, 6(55), 24–31.
- Gómez, M. V., & Migliorisi, A. L. (2007). Protocolo para la evaluación de semen en rumiantes. *Cátedra Reproducción Animal Facultad de Cs. Veterinarias–UNLP*. Buenos Aires,

- Argentina. [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_toros/49-ProtocoloEvalSemen.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_toros/49-ProtocoloEvalSemen.pdf)
- Google Maps. (2021). Mapa del canton Marcabeli. Google Maps. <https://www.google.com/maps/@-3.7839834,-79.9117079,3571m/data=!3m1!1e3>
- Górriz, M. L. (2006). La nutrición del verraco. *Ganadería*, 44, 46–50.
- Izquierdo, A. C., Reyes, A. E. I., Cervantes, R. E., Guerra, J. E., Liera, J. F. I. C., Mancera, E. A. V., Hernández, W. M., & Huerta, R. (2016). EFECTO DE LA RAZA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD SEMINAL EN CERDOS.
- Knobil, E., & Neill, J. D. (1998). *Encyclopedia of reproduction* (Vol. 1). Academic Press San Diego.
- Kubus, S. A. (2010). *Inseminación artificial porcina. Manual práctico para profesionales*, Madrid, España. <https://www.kubus-sa.com/wp-content/uploads/2014/06/KUBUS-Manual-de-Inseminacion.pdf>
- López, J. (2020). Glándulas reproductivas del macho y sus funciones. <http://m.reproduccionveterinaria.com/fisiologia-y-anatomia-obstetrica/macho/fisiologia-reproductiva-del-macho/glandulas-reproductivas-del-macho-y-sus-funciones/>
- Meléndez, I., Pardo P, E., & Cavadia M, T. (2014). Caracterización genética del cerdo doméstico ( *Sus scrofa domestica* ) en Cereté—Colombia, usando marcadores microsatélites. *Revista MVZ Córdoba*, 19(2), 4150–4157.
- Mercado de la Peña, E. de. (2012). *Caracterización de la congelabilidad y mejora de los diluyentes de crioconservación espermática en porcino ibérico*. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Mestre, C., Sanchez, J., & Salgado, S. (2018). Morfología del esperma: Espermatozoides normales y anormales. *Reproducción Asistida ORG.*

<https://www.reproduccionasistida.org/analisis-de-la-morfologia-de-los-espermatozoides/>

Miranda, A. F. (2012). Inseminación artificial con sonda postcervical en cerdos. Implementación, evaluación e incidencias [PhD Thesis]. Corporación Universitaria Lasallista.

Najera, J., & Muñoz, G. (2005). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DEL EYACULADO Y DEL SEMEN COMERCIAL EN CUATRO RAZAS PORCINAS.

Oliva, J. A. (2004). Efecto del pH de un extensor de semen porcino sobre la calidad espermática [Other, Universidad de San Carlos de Guatemala].  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/7451/>

Olivera, M., Ruiz, T., Tarazona, A., & Giraldo, C. (2006). El espermatozoide, desde la eyaculación hasta la fertilización. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19(4), 426–436.

Palma, G. (2010). Determinación de la concentración de células espermáticas en el eyaculado. *Biotecnologías de la reproducción*.  
[http://www.reprobiotec.com/congel\\_concentr.html#:~:text=El%20principio%20de%20la%20determinaci%C3%B3n,semen%20diluido%20bajo%20condiciones%20estandarizadas.](http://www.reprobiotec.com/congel_concentr.html#:~:text=El%20principio%20de%20la%20determinaci%C3%B3n,semen%20diluido%20bajo%20condiciones%20estandarizadas.)

Pardo, E., Maya, H., & Alvarino, G. (2015). Estudio de la diversidad genética del cerdo doméstico en el departamento de Córdoba (Colombia) utilizando marcadores microsatélites. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 62(3), 34–48.

Paz Flores, C. (2020). Selección y manejo del verraco. *Porcicultura.com*.  
<https://www.porcicultura.com/destacado/Seleccion-y-manejo-del-verraco>

- Peñañiel, J. (2018). Calidad seminal en reproductores porcinos de la Granja Porkrib–Santa Elena [B.S. thesis]. Babahoyo: UTB, 2018.
- Pérez, Y. A., Puente, H. F., Pardo, R. R., Quirino, C. R., & Torres, I. M. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 16(7), 1–7.
- Pinart, E., Sancho, S., Briz, M. D., Bonet, S., Garcia, N., & Badia, E. (2000). Ultrastructural study of the boar seminiferous epithelium: Changes in cryptorchidism. Journal of Morphology, 244(3), 190-202. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4687\(200006\)244:3<190::AID-JMOR4>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4687(200006)244:3<190::AID-JMOR4>3.0.CO;2-B)
- Piscoya, C. (2015). Efecto de la temperatura ambiental y frecuencia de colección de semen en la calidad espermática de porcinos. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1645>
- Quiles, A. (2008). La nutrición del verraco. Revista De Medicina Veterinaria Cría Y Salud, 24–30.
- Quintero, A., González-Villalobos, D., López-Brea, J. J., C. Estesó, M., Fernández-Santos, M. R., Carvalho-Crociata, J. L., Mejía-Silva, W., & León-Atencio, G. (2009). Valoración morfométrica de la cabeza del espermatozoide del cerdo doméstico según su edad. Revista Científica, 19(2), 153-158.
- Ríos, C. G. (2010). Manual de Inseminación. [https://www.academia.edu/19669684/KUBUS\\_Manual\\_de\\_Inseminacion](https://www.academia.edu/19669684/KUBUS_Manual_de_Inseminacion)
- Rodríguez, A. D. V. (2017). Evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos utilizados en la monta natural. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(10), 1–17.

- Rodríguez, D., Macenat, R., Abeledo, C. M., & Gutiérrez, M. (2010). Valoración de la calidad espermática de sementales CC21 y L35 en una granja porcina. *Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen*, 17(1).
- Rodríguez, H. (2005). Evaluación de la calidad seminal en el verraco. *Avances en tecnología porcina*, 2(7-8), 43–53.
- Rozeboom, K. J. (2000). Evaluating boar semen quality. *Animal Science Facts. Extension Swine Husbandry. College of Agriculture & Life Sciences. North Carolina State University*, 1–8.
- Salazar, L. C. (2014). Evaluación del Dipol como diluyente de recolección seminal y su efecto sobre la conservación y fertilidad de semen refrigerado de verraco. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3771>
- Soriano, E. S. (2008). Evaluación de la capacidad fecundante de espermatozoides porcinos refrigerados y congelados [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Murcia]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=18844>
- Suarez, A., Obando, H., & Castro, A. (1979). Evaluación del semen en porcinos de las razas Duroc y Landrace en el trópico. <https://1library.co/document/yj7d625y-evaluacion-semen-porcinos-razas-duroc-landrace-tropico.html>
- Tana, H. (2017). Concentración espermática de semen porcino (sus scrofa var. Domesticus) mediante metodologías aplicadas comercialmente en la parroquia Conocoto del cantón Rumiñahui. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2727>
- Torretta, M. E., Rabaglino, M. B., & Ferrero, S. (2010). Caracterización cuali-cuantitativa de patologías espermáticas estudio comparativo de la incidencia de anomalías espermáticas en semen porcino fresco y refrigerado. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 11(12), 1–20.

- Valdés, M. (2015). Evaluación de la viabilidad de semen porcino tratado con estreptolisina O (SLO).  
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/39905/ValdesCanoMichelle.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Valera, M. Á. (2008). REPRODUCCIÓN CANINA. 33.
- Valverde, A., Madrigal-Valverde, M., Solís-Arias, J., Paniagua-Madrigal, W., Valverde, A., Madrigal-Valverde, M., Solís-Arias, J., & Paniagua-Madrigal, W. (2019). VARIABILIDAD EN LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA EN VERRACOS. *Agronomía Costarricense*, 43(2), 25-44. <https://doi.org/10.15517/rac.v43i2.37793>
- Velásquez, C. R. (2014). Factores que influyen en la calidad y principales características seminales del verraco.
- Velástegui, M. P., & Tinillo, D. P. (2011). Evaluación espermática en verracos reproductores mediante la utilización de suplementos: Ácidos omega 3–6 con selenio orgánico y probióticos con vitamina E; en la finca “La Joya”, parroquia Belisario Quevedo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.
- Villa Samaniego, C. (2015). Evaluación de semen porcino sometido a dilución en dos etapas térmicas y su efecto reproductivo sobre la inseminación artificial en cerdas [B.S. thesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Yáñez, W. F. (2015). Estudio de la selección espermática en el tracto genital de la hembra basado en la morfometría del espermatozoide porcino [B.S. thesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## 11 ANEXOS

### 11.1 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

#### a. Identificación de las unidades observacionales



**Anexo 1** Ejemplar de la raza Duroc Jersey utilizado para análisis seminal

**Fuente:** El Autor



**Anexo 2** Ejemplar de la raza Duroc Jersey utilizado para análisis seminal

**Fuente:** El Autor



**Anexo 3** Ejemplar de la raza Landrace utilizado para el análisis seminal

**Fuente:** El Autor





**Anexo 4** Ejemplar de la raza Landrace utilizado para el estudio

**Fuente:** El Autor

**b. Entrenamiento para monta en el potro**



**Anexo 5** Semental Landrace entrenándose para la monta al potro

**Fuente:** El Autor



**Anexo 6** Semental Pietrain entrenándose para la monta al potro

**Fuente:** El Autor

**c. Preparación de materiales y colecta del semen**



**Anexo 7** Preparación de materiales para colecta de semen

**Fuente:** El Autor



**Anexo 8** Semental Pietrain sobre el potro, se realiza la limpieza del prepucio.

**Fuente:** El Autor



**Anexo 9** Se muestra el proceso estimulación del pene para lograr su erección

**Fuente:** El Autor



**Anexo 10** Se observa la forma adecuada de sujeción del pene  
**Fuente:** El Autor



**Anexo 11** Proceso de eyaculación  
**Fuente:** El Autor

#### **d. Analisis de las muestras**



**Anexo 12** Se realiza el estudio de la calidad del esperma

**Fuente:** El Autor



**Anexo 13** Atemperación del agua a 37 °C para mantenimiento de la muestra  
**Fuente:** El Autor



**Anexo 14** Verificación del pH obtenido en muestra  
**Fuente:** El Autor

## 11.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS

**Tabla 5 :** Se muestran los valores obtenidos de las variables en cada verraco analizado

	<b>Verraco 1</b>	<b>Verraco 2</b>	<b>Verraco 3</b>	<b>Verraco 4</b>	<b>Verraco 5</b>	<b>Verraco 6</b>	
<b>Raza</b>	<b>PIETRAIN</b>	<b>PIETRAIN</b>	<b>LANDRACE</b>	<b>LANDRACE</b>	<b>DUROC</b>	<b>DUROC</b>	
<b>Volumen (ml)</b>	300	250	500	150	250	280	
<b>Concentración (Espz/ml) (x10<sup>6</sup>)</b>	403	312	140	216	324	275	
<b>Motilidad prox. (%)</b>	95	90	80	80	90	85+	
<b>Morf. (%)</b>	Norm. 74	58	84	60	84	82	
	Gotas prox.	0	0	0	0	0	
	Gotas dist.	4	0	0	0	0	
	Colas látigo	22	42	16	40	16	18
<b>pH</b>	7	7	7	7	7	7	
<b>Aglutinación espermática</b>	-	-	-	(+)	-	-	

**Fuente:** El Autor

## 11.3 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA REALIZADA

**Tabla 6** Procesamiento de los datos obtenidos de todas las razas evaluadas

<b>Todas las razas</b>							
<b>Raza</b>	<b>Vol./ ml</b>	<b>Conc./Ezp/ml</b>	<b>Mot. Prox%</b>	<b>Normales</b>	<b>Gotas Prox</b>	<b>Gotas dist</b>	<b>Colas /dob/ simpl</b>
<b>Pietrain</b>	300,00	403,00	95,00	74,00	0,00	4,00	22,00
<b>Pietrain</b>	250,00	312,00	90,00	58,00	0,00	0,00	42,00
<b>Landrace</b>	500,00	140,00	80,00	84,00	0,00	0,00	16,00
<b>Landrace</b>	150,00	216,00	80,00	60,00	0,00	0,00	40,00
<b>Duroc</b>	250,00	324,00	90,00	84,00	0,00	0,00	16,00
<b>Duroc</b>	280,00	275,00	85,00	82,00	0,00	0,00	18,00
<b>Promedio</b>	288,33	278,33	86,67	73,67	0,00	0,67	25,67
<b>D.E</b>	115,83	91,43	6,06	11,96	0,00	1,63	12,09
<b>E.E</b>	47,29	37,32	2,47	4,88	0,00	0,67	4,94
<b>C.V(%)</b>	40,17	32,85	6,99	16,24	0,00	244,95	47,12
<b>Varianza</b>	13416,67	8358,67	36,67	143,07	0,00	2,67	146,27

**Fuente:** El autor

**Tabla 7** Procesamiento de datos en la raza Pietrain

<b>Raza Pietrain</b>							
<b>Raza</b>	<b>Vol./ ml</b>	<b>Conc./Ezp/ml</b>	<b>Mot. Prox%</b>	<b>Normales</b>	<b>Gotas Prox</b>	<b>Gotas dist</b>	<b>Colas /dob/ simpl</b>
<b>Pietrain 1</b>	300,00	403,00	95,00	74,00	0,00	4,00	22,00
<b>Pietrain 2</b>	250,00	312,00	90,00	58,00	0,00	0,00	42,00
<b>Promedio</b>	275,00	357,50	92,50	66,00	0,00	2,00	32,00
<b>D.E</b>	35,36	64,35	3,54	11,31	0,00	2,83	14,14
<b>E.E</b>	25,00	45,50	2,50	8,00	0,00	2,00	10,00
<b>C.V(%)</b>	12,86	18,00	3,82	17,14	0,00	141,42	44,19
<b>Varianza</b>	1250,00	4140,50	12,50	128,00	0,00	8,00	200,00

Fuente: El Autor

**Tabla 8** Procesamiento de datos en la raza Landrace

<b>Raza Landrace</b>							
<b>Raza</b>	<b>Vol./ ml</b>	<b>Conc./Ezp/ml</b>	<b>Mot. Prox%</b>	<b>Normales</b>	<b>Gotas Prox</b>	<b>Gotas dist</b>	<b>Colas /dob/ simpl</b>
<b>Landrace 1</b>	500,00	140,00	80,00	84,00	0,00	0,00	16,00
<b>Landrace 2</b>	150,00	216,00	80,00	60,00	0,00	0,00	40,00
<b>Promedio</b>	325,00	178,00	80,00	72,00	0,00	0,00	28,00
<b>D.E</b>	247,49	53,74	0,00	16,97	0,00	0,00	16,97
<b>E.E</b>	175,00	38,00	0,00	12,00	0,00	0,00	12,00
<b>C.V(%)</b>	76,15	30,19	0,00	23,57	0,00	0,00	60,61
<b>Varianza</b>	61250,00	2888,00	0,00	288,00	0,00	0,00	288,00

Fuente: El Autor

**Tabla 9** Procesamiento de datos en la raza Duroc

<b>Raza Duroc</b>							
<b>Raza</b>	<b>Vol./ ml</b>	<b>Conc./Ezp/ml</b>	<b>Mot. Prox%</b>	<b>Normales</b>	<b>Gotas Prox</b>	<b>Gotas dist</b>	<b>Colas /dob/ simpl</b>
<b>Duroc 1</b>	250,00	324,00	90,00	84,00	0,00	0,00	16,00
<b>Duroc 2</b>	280,00	275,00	85,00	82,00	0,00	0,00	18,00
<b>Promedio</b>	265,00	299,50	87,50	83,00	0,00	0,00	17,00
<b>D.E</b>	21,21	34,65	3,54	1,41	0,00	0,00	1,41
<b>E.E</b>	15,00	24,50	2,50	1,00	0,00	0,00	1,00
<b>C.V(%)</b>	8,00	11,57	4,04	1,70	0,00	0,00	8,32
<b>Varianza</b>	450	1200,5	12,5	2	0	0	2

Fuente: El Autor