UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA
EXTENSIÓN CHONE

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

EFECTO DE LA RAZA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD ESPERMÁTICA DE VERRACOS (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS DEL CANTÓN CHONE, ECUADOR

AUTORES:

PLUAS VARGAS ERICK FERNANDO

PULIDO LOOR JORGE HORACIO

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. EUSTER ALCÍVAR ACOSTA PhD.

CHONE, MANABÍ, ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

Este proyecto de investigación es comienzo de nuevas etapas por esto primeramente quiero agradecer a Dios por darme la sabiduría y permitirnos llegar a un momento tan importante.

A nuestros padres y hermanos quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, en especial a los señores docentes y personal administrativo. Un agradecimiento especial al señor decano y director de nuestro trabajo investigativo Dr. Euster Alcívar Acosta, por sus orientaciones en cada una de las etapas de la presente investigación.

Erick Fernando Pluas Vargas

Jorge Horacio Pulido Loor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres quienes me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí los amo mucho.

A mis hermanas por su comprensión y paciencia y a mi inspiración con mucho amor le dedico todo mi trabajo y esfuerzo puesto en la realización de este trabajo de investigación. No importa lo lejos que parezcamos estar siempre estarás en mi corazón.

Erick Fernando Pluas Vargas

DEDICATORIA

Primeramente, agradecer a Dios, a mis padres quienes han dado todo en su vida por hacer de mí una persona útil a la sociedad, a mi esposa y mi hijo por ser la inspiración de todos mis proyectos de vida, a la Universidad Técnica De Manabí en su representación al Sr Rector Dr. Vicente Veliz Briones por inculcarme ese espíritu de visión emprendedora y liderazgo, y por su apoyo para poder ejecutar ésta investigación.

A mis apreciados docentes, quienes a través de sus sabias enseñanzas supieron engrandecer mi grado intelectual y formarme como un profesional de bien.

Al señor decano, Dr. Euster Herwinton Alcívar Acosta, por la confianza brindada y el apoyo permanentemente que he recibido de él, como amigo como docente y como autoridad.

A la Ing. Nataly Zambrano y al Ing. Walter Rodríguez por sus sabios consejos por siempre estar pendiente de mí.

Pulido Loor Jorge Horacio

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Euster Alcívar Acosta PhD, docente de la Facultad de Ciencia Zootécnica de la Universidad Técnica de Manabí.

CERTIFICA

Que la presente tesis titulada ““EFECTO DE LA RAZA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD ESPERMÁTICA DE VERRACOS (*SUS SCROFA DOMESTICA*) EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS DEL CANTÓN CHONE, ECUADOR”, ha sido realizada por los egresados de la Carrera de Ingeniería Zootécnica: Pluas Vargas Erick Fernando y Pulido Loor Jorge Horacio, bajo la supervisión del suscrito, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Chone, Enero del 2022

Ing. Euster Alcívar Acosta PhD

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

TESIS DE GRADO

MODALIDAD: INVESTIGATIVA

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí como requisito previo a la obtención del título de: **INGENIERO ZOOTECNISTA.**

TEMA:

"EFECTO DE LA RAZA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD ESPERMÁTICA DE VERRACOS (*SUS SCROFA DOMESTICA*) EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS DEL CANTÓN CHONE, ECUADOR**"**

REVISADA Y APROBADA POR:

Dr. Juan Luis Cedeño Pozo. REVISOR.

PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL……

SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL……...

TERCER MIEMBRO TRIBUNAL……..

DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR.

Dejamos constancia que el presente trabajo de titulación con el título "EFECTO DE LA RAZA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD ESPERMÁTICA DE VERRACOS (*SUS SCROFA DOMESTICA*) EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS DEL CANTÓN CHONE, ECUADOR", es inédito y es el resultado del trabajo de la investigación emprendida por sus autores.

Chone, Enero del 2022.

Erick Fernando Pluas Vargas

CI: 0922949300

Pulido Loor Jorge Horacio

CI: 1314002849

RESUMEN

La especie porcina es una de las que alcanza mayores incrementos de población debido al número de crías por parto y partos por año; teniendo por tanto una alta productividad. El objetivo fue evaluar el efecto de la raza sobre la producción y calidad espermática de verracos (*Sus scrofa domesticus*) en la Facultad de Ciencias Zootécnicas del cantón Chone, Ecuador. Para contribuir en el mejoramiento genético y aportar conocimientos técnicos pecuarios realizado en un sistema de evaluación espermática de sementales utilizados en la reproducción porcina. Se utilizó un diseño de experimento completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial: cuatro razas de cerdos reproductores (Pietrain, Duroc, Belga y Landrace) entre 8 y 9 meses, peso promedio 120 kg y dos concentraciones de semen (puro y diluido). En envases de vidrio de 500 mL y con un embudo cubierto con filtro de gasa estéril (separar fracción sólida y líquida) se recolectó la muestra seminal, se trasladó inmediatamente al laboratorio y se colocó en baño maría a 36 ºC. Para la evaluación macroscópica del semen se determinó el volumen, color, olor y pH, y en la microscópica aglutinación, motilidad y motilidad espermática. Se determinó el contenido microbiológico del eyaculado mediante el conteo de colonias presentes. Resultados de calidad macroscópica mostro un mayor eyaculado la raza Pietrain, sin embargo en los parámetros temperatura, color, olor y pH no se encontraron diferencias estadísticas. En los parámetros microscópicos mostro mayor motilidad y concentración espermática la raza Duroc. La calidad bacteriológica muestra la ausencia de *Escherichia coli* sobre el eyaculado de los cerdos. En conclusión se tiene que la raza no mostró mayor incidencia sobre la calidad espermática de los verracos, lo que permitió garantizar semen con alto valor genético y sanitario.

Palabras clave: semen, calidad, verracos, espermiograma, evaluación.

SUMMARY

The porcine species is one of the species that reaches the highest population increases due to the number of offspring per birth and births per year; thus having high productivity. The objective was to evaluate the effect of the breed on the production and sperm quality of boars (Sus scrofa domesticus) in the Faculty of Zootechnical Sciences of the Chone canton, Ecuador. To contribute to genetic improvement and provide livestock technical knowledge carried out in a sperm evaluation system for stallions used in swine reproduction. A completely randomized experimental design with a factorial treatment arrangement was used: four breeds of breeding pigs (Pietrain, Duroc, Belgian and Landrace) between 8 and 9 months, average weight 120 kg and two concentrations of semen (pure and diluted). In 500 mL glass containers and with a funnel covered with a sterile gauze filter (separate solid and liquid fraction), the seminal sample was collected, immediately transferred to the laboratory and placed in a water bath at 36 ºC. For the macroscopic evaluation of the semen, the volume, color, odor and pH were determined, and in the microscopic agglutination, motility and sperm motility. The microbiological content of the ejaculate was determined by counting the colonies present. Results of macroscopic quality showed a higher ejaculate in the Pietrain breed, however in the parameters temperature, color, odor and pH no statistical differences were found. In the microscopic parameters, the Duroc breed showed greater motility and sperm concentration. The bacteriological quality shows the absence of Escherichia coli on the ejaculate of the pigs. In conclusion, the breed did not show a greater incidence on the sperm quality of the boars, which allowed guaranteeing semen with high genetic and sanitary value.

Keywords: semen, quality, boars, spermiogram, evaluation

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO II
DEDICATORIA III
DEDICATORIA IV
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS V
CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN VI
TESIS DE GRADO VI
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR. VII
RESUMEN VIII
SUMMARY IX
ÍNDICE X
INDICE DE TABLA XII
INDICE DE FIGURAS. XIII
INDICE DE ANEXOS XIV
CAPITULO I 15
1.- INTRODUCCIÓN/PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
2. JUSTIFICACIÓN 17
3. OBJETIVOS 18
3.1. General 18
3.2. Específicos 18
CAPITULO II 19
2. MARCO TEÓRICO 19
2.1. Antecedentes 19
2.2. Razas 20
2.2.2. Duroc 21
2.3. El eyaculado y sus fracciones 22
2.3.3. Post-espermática o pobre en espermatozoides. 23
2.4. Generalidades sobre la evaluación de la calidad del semen porcino 23
2.5. Evaluación macroscópica 25
2.5.4. Olor 26

2.5.5. pH 26
2.6. Evaluación microscópica 26
2.6.4. Aglutinación 28
CAPITULO III 29
3. DISEÑO METODOLÓGICO 29
3.1. Enfoque epistemológico 29
3.2. Tipo de investigación 29
3.3. Lugar de ejecución 30
3.4. Diseño experimental 30
3.4.1. Factores en estudios: 31
3.5. Toma de muestra 31
3.6. Obtención y procesamiento de la muestra 31
3.7. Para determinar la evaluación macroscópica del semen 32
3.8. Para determinar la evaluación microscópica del semen 33
3.8.5. Análisis de la vitalidad y morfología 34
3.9. Determinación del contenido microbiológico del eyaculado. 35
3.10. Análisis estadístico 36
CAPITULO IV 37
4. Resultados y discusión 37
4.1. Establecer las características macroscópicas y del semen de los sementales en estudio. 37
4.2. Determinar las características microscópicas básicas del semen de los sementales en estudio. 41
4.4. Determinar el efecto de la raza y calidad espermática sobre las características macro y microscópicas de los animales en estudio. 45
5. Conclusiones 47
6. Recomendaciones 48
7. Referencias bibliográficas 49
8. Anexos 56

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Calificación de movimiento en masa. 33
Tabla 2. Calificación de movimiento individual. 34
Tabla 3. Volumen seminal (mL) 37
Tabla 4. Temperatura. 38
Tabla 5. Color 39
Tabla 6. Olor 40
Tabla 7. pH 40
Tabla 8. Motilidad 41
Tabla 9. Concentración espermática. 42
Tabla 10. Viabilidad 43
Tabla 11. Morfología 43
Tabla 12. Aglutinación 44
Tabla 13. Análisis microbiológicos del eyaculado de los cerdos 45
Tabla 14. Efecto de las características macroscópicas del eyaculado 45
Tabla 15. Efecto de las características microscópicas del eyaculado 46

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Ubicación de la Universidad Técnica de Manabí en el cantón Chone. 30

Figura 2. Esquema ilustrativo de las dimensiones del espermatozoide de cerdo (García et al., 2015). 35

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección del semen **56**

Anexo 2. Pruebas microscópicas **57**

Anexo 3. Conteo microbiológico **57**

Anexo 4. Placas de lógico **58**

Anexo 5. Pruebas *oli* **59**

Anexo 4. Resultados del contenido microbiológico de los eyaculados. **60**

CAPITULO I

1.- INTRODUCCIÓN/PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En cualquier sistema de producción porcina, el verraco (*Sus scrofa domesticus*) es de vital importancia, ya que representa el 50% del éxito en los resultados de indicadores productivos. Es de vital importancia contar con el apoyo de un laboratorio que ofrezca servicio especializado de valoración seminal con resultados confiables, que permitan a los técnicos decidir el desempeño reproductivo de los machos reproductores, mediante el análisis de la calidad seminal y espermática; tomando en cuenta que las características seminales y espermáticas pueden variar con edad, raza, método de recolecta seminal y condiciones ambientales en la cual se encuentran los verracos (Córdova *et al*., 2016).

Además, la genética en un plantel porcino es compleja y de gran importancia ya que las razas de cerdos son muy específicas. Para lograr un alto número de cerditos por camada y que estos tengan una carne de buena calidad y en el menor tiempo posible, es necesario realizar diferentes cruzas entre aquellos animales seleccionados de distintas razas en este caso se utilizó las siguientes razas Landrace, Duroc, Pietrain, y Belga.

La especie porcina es una de las que alcanza mayores incrementos de población debido al número de crías por parto y partos por año; teniendo por tanto una alta productividad, la misma que depende principalmente del manejo al que son sometidos para llegar a rendimientos óptimos, aprovechando esta alta tasa productiva (Del Valle, 2017).

Actualmente en las granjas porcinas es necesario alcanzar tasas de fertilidad del 85% y producir camadas con 10 a 13 lechones nacidos vivos, con el fin de registrar niveles adecuados de eficiencia productiva. Por lo que, debido a este parámetro se espera tener un alto número de lechones destetados por camada por año; con buen peso al destete (Trolliet, 2005).

Esta eficiencia está dada, tanto por la madre como por el padre; en el caso de la hembra, son múltiples los factores que la afectan, mientras que en el macho se encuentra principalmente determinada por la calidad seminal; independientemente del cual, sea el sistema de producción, el verraco es de vital importancia, ya que representa el 50% del éxito en los resultados productivos (García, 1995).

Por lo tanto, es de vital importancia la evaluación periódica de los reproductores usados en la granja. La valoración seminal se da a través de una evaluación macroscópica y microscópica, que al mismo tiempo servirá para seleccionar los sementales óptimos utilizados en la reproducción (Bernal *et al.*, 2008).

Antes de usar un verraco sobre un grupo de hembras es muy importante no solo saber si éste es fértil sino también saber qué nivel de fertilidad tiene, especialmente cuando el verraco va a ser usado en programas de inseminación artificial (IA), donde un alto número de hembras va a ser inseminado con su semen preservado. Por ende, la evaluación de su aptitud reproductiva y de la calidad de su semen, antes y después de su manejo para IA (recolección, extensión y enfriado e incluso congelado y descongelado) son de primordial importancia para prevenir caídas en la eficiencia reproductiva del hato porcino. La evaluación del espermiograma es la herramienta fundamental para efectuar el desecho de los sementales y para corregir los problemas de manejo que puedan estar incidiendo sobre los indicadores reproductivos (García, 1995).

Mucho se ha avanzado en las últimas décadas en el campo de la evaluación de la calidad seminal y sobre el valor predictivo de la fertilidad que presentan las pruebas de análisis espermático. Sin embargo, es una tarea aún no resuelta. En este sentido, la calidad del eyaculado ha sido tradicionalmente evaluada con el espermiograma clásico, basado en la

aplicación de una serie de pruebas de una ejecución relativamente simple y que pueden ser realizadas con un costo moderado (Gadea, 2005).

En el proceso de valoración y evaluación de verracos cuyo destino es la producción de dosis seminales, se valora la cantidad y calidad de semen. Existen diversas técnicas a nivel de laboratorio que pueden determinar la calidad seminal, sin embargo, es aconsejable varios análisis para valorar su viabilidad (Hafez, 1987).

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 (Cuevas *et al*, 2005). Es por ello que se busca minimizar de manera eficiente los problemas reproductivos en los verracos y consigo la disminución de mala calidad espermática en verracos reproductores, los cuales en muchos de los casos están sujetos a presentar diferentes anormalidades morfológicas que pueden determinarse y que afectarían la potencial fertilidad del material seminal colectado.

¿Qué influencia tiene la raza de los verracos reproductores sobre el rendimiento seminal y la calidad espermática determinadas a través de evaluaciones macroscópicas, microscópicas y microbiológicas?

2. JUSTIFICACIÓN

Mediante un examen de características macroscópica y macroscópica del semen se obtiene mejores resultados en producción espermática y seminal, en esta hipótesis un examen de espermiograma, es recomendado y eficaz en los parámetros reproductivos porcinos.

El examen de evaluación microscópica y macroscópica, con el conteo bacteriológico no se determina al fondo con detalles algunas anomalías que afectan la producción espermática y seminal.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado y partiendo del hecho de la ausencia en la unidad de producción porcina de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de un sistema de evaluación espermática de los sementales que se utilizaron en la reproducción, es que se propuso el presente trabajo de investigación. El mismo permitirá el evaluar rol biotécnico

determinante de la evaluación seminal como metodología para identificar deficiencias en cuanto a cantidad (volumen de eyaculado) y calidad del material espermático (anormalidades de distinto tipo) y como una valiosa herramienta para la valoración estimativa de la fertilidad potencial de un eyaculado o de un verraco reproductor.

En este estudio de análisis rutinario se incluye un examen macroscópico y microscópico del eyaculado en los que se mide el volumen, la concentración, la motilidad, el estado del acrosoma y las morfo anomalías espermáticas, siendo este uno de los elementos que contribuye al mejoramiento genético y consigo aportar conocimientos técnicos pecuarios mediante la aplicación de sistemas de evaluación espermática de sementales utilizados en la reproducción porcina. Por lo que se establecieron los siguientes objetivos:

3. OBJETIVOS

3.1. General

Evaluar el efecto de la raza sobre la producción y calidad espermática de verracos (*Sus scrofa domesticus*) en la Facultad de Ciencias Zootécnicas del cantón Chone, Ecuador.

3.2. Específicos

- Establecer las características macroscópicas del semen de los sementales en estudio.
- Determinar las características microscópicas básicas del semen de los sementales en estudio.
- Analizar la calidad bacteriológica del eyaculado de los animales en estudio.
- Determinar el efecto de la raza y calidad espermática sobre las características macro y microscópicas de los animales en estudio.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Actualmente, la reproducción en cerdos es realizada a través del cruzamiento o de la inseminación artificial con semen fresco, debido a la baja fertilidad y reducción en el tamaño de la camada obtenida cuando se implementa con semen crio conservado. La crioconservación de espermatozoides porcinos fue alcanzada hace más de 50 años y las descendencias obtenidas resultan principalmente de la inseminación falopiana; sin embargo, las técnicas de crio conservación aún muestran bajas tasas de fertilidad, debido principalmente a la baja tolerancia de la célula espermática porcina a los procesos de crioconservación (Saravia *et al*., 2009).

La variación en la calidad seminal del verraco está determinada por varios factores como: edad, línea genética, estado nutricional y sanitario, estación o época del año, estimulación sexual y la frecuencia de uso en montas o tiempo entre recolectas de semen entre otras. Estos factores influyen de manera directa e indirecta en las principales características seminales, como el volumen del eyaculado, pH seminal, concentración espermática, movilidad, funcionalidad de la membrana celular, integridad del acrosoma y presencia de espermatozoides anormales (Velásquez, 2014).

La calidad del semen es extremadamente importante pues una reducción de las características seminales causará deficiencias reproductivas y pérdidas económicas notables teniendo en cuenta que cada cerdo participa en un elevado número de servicios durante el año (Petrocelli *et al*., 2015).

La inseminación artificial desempeña un papel importante en la explotación del ganado porcino contribuyendo al progreso genético con una mejora en los rendimientos (Del Toro, 1999).

Los profesionales de campo deben contar con apoyo de un laboratorio que ofrezca un diagnóstico especializado de evaluación del semen con resultados confiables. Realizar una evaluación periódica de la calidad seminal a través del espermiograma garantizará el comportamiento reproductivo de la granja a largo plazo (Nazaré *et al*., 2004).

La calidad del semen depende de diversos factores como la alimentación, época del año y la salud del verraco (Techakumphu *et al*., 2013), siendo la alimentación, uno de los factores más críticos (Lechowsky, 2009).

Los cerdos reproductores normalmente reciben alimento destinado a otras fases productivas, como por ejemplo gestación, es decir, que no es formulado específicamente para esta categoría animal, ni para contrarrestar el posible efecto de otros factores que puedan interferir en desempeño deseado; se cree que el alimento destinado para cerdas en gestación es suficiente para cubrir las necesidades energéticas, proteicas, y de aminoácidos esenciales y no esenciales, de los verracos. Sin embargo, la restricción de nutrientes impuesta a los cerdos reproductores es usualmente más severa que aquellas para cerdas gestantes y puede limitar la ingesta diaria de micronutrientes, como vitaminas y minerales, requeridos para un óptimo desempeño reproductivo (Audet *et al*., 2004).

Las consecuencias de esto pueden verse reflejadas en alteraciones en la libido y en las características de los eyaculados, en los que se observa menor volumen, disminución de la movilidad y aumento de las anormalidades espermáticas que reducen su fertilidad (Marín *et al*.,1997); una dieta cuantitativa o cualitativamente deficiente más un elevado número de extracciones seminales o montas, puede derivar en una disminución de la producción y calidad seminal, así como un descenso de la libido del animal (Velástegui y Tinillo, 2011).

2.2. Razas

2.2.1 Pietrain

La raza Pietrain, que tiene su origen y nombre en un pueblo de Brabant, Bélgica, se conoce desde 1920 y fue 'descubierta' en 1950. Curiosamente, la raza casi se extinguió durante la Segunda Guerra Mundial a causa de su falta de grasa. Raza seleccionada, sobre todo por la calidad de su canal, junto con Hampshire (cerdo) y Blanco Belga. Esta raza es la que

peores parámetros de crecimiento (velocidad de crecimiento baja), índices de conversión (necesidad de elevado nivel de alimentación para incrementar el peso vivo) y reproducción (número de lechones por cerda y año) da; sin embargo, posee el mayor porcentaje de piezas nobles y posee mucha grasa intramuscular. También es la raza que presenta en mayores ocasiones PSE (carnes pálidas, blandas y exudativas).

2.2.2. Duroc

Aunque hoy en día están muy presentes en nuestra geografía, la realidad es que los cerdos de la raza Duroc son originarios de Estados Unidos. El origen del actual cerdo Duroc se remonta al siglo XIX, cuando se cruzaron dos razas: la Old Duroc y la Red Jersey, para llegar a este resultado. Aterrizó en nuestro país en los años 60, llegando para quedarse. Este tipo de cerdos tiene el pelaje con un color que varía desde el amarillo claro hasta el rojo oscuro. Los ejemplares machos pueden alcanzar los 350 kg. Aproximadamente, mientras que las hembras se quedan en unos 300 kg (Becerro, 2020).

Entre sus propiedades más interesantes destacan su gran resistencia a enfermedades, así como su alta conversión y rentabilidad de explotación.

Gracias a estas excelentes características, el cerdo Duroc es la única raza que se permite cruzar con el cerdo ibérico según la normativa de calidad del ibérico (R.D. 1469/2007, de 2 de noviembre) y siempre por vía paterna. Por ejemplo, el cruce entre una hembra 100% ibérica y un macho Duroc da lugar a una cría 50% ibérica. Las crías resultantes de estos cruces son más grandes, fuertes y resistentes, además de presentar un crecimiento más veloz y una mayor productividad. También mejoran la infiltración de grasa frente a los cerdos 100% ibéricos (Becerro, 2020)

2.2.3. Landrace

La raza de cerdos danesa, conocida con el nombre de Landrace, existía ya hacia fines del siglo XVII; pero, por cierto, sus características estaban muy lejos de ser las más indicadas para la producción de un tipo de cerdo, como ha llegado a ser posteriormente.

Raza muy versátil, ya que se utiliza como línea pura, materna o paterna. Sus índices productivos son muy parecidos a la Yorkshire, aunque tienen un mayor rendimiento de la canal y también una mayor longitud de la misma. Esta reconocida como de tipo magro, y

presenta unos bajos valores de engrasamiento. Es de muy buena musculatura, remarcado por la alta calidad de su canal, alto porcentaje de jamón y particularmente la producción de tocino. Por otro lado, tiene una respuesta óptima bajo condiciones adversas, tanto de producción como climáticas (Martínez, 2016).

2.2.4. Belga

Dado que procede de poblaciones Landrace mejoradas en Bélgica, presentando mayor desarrollo de la musculatura, lo que le confiere un aspecto "culón". Los porcinos de la raza Blanco Belga se caracterizan por tener una cabeza de frente ancha, ligera y con las orejas algo caídas, un cuerpo largo, con la espalda musculosa y bien unida al cuerpo, un dorso bastante grande y algo redondeado, con una parte posterior musculosa y una grupa algo caída, con jamones llenos y ligeramente descendidos. Sus extremidades son sólidas y con cañas cortas (Camacho, 2008).

2.3. El eyaculado y sus fracciones

La emisión consiste en la liberación de los espermatozoides y de los líquidos de las glándulas accesorias hacia el interior de la uretra pélvica. La eyaculación en todas las especies constituye la expulsión forzada del semen, el cual está dado por un reflejo por el que se contraen y vacían el epidídimo, la uretra y las glándulas sexuales accesorias del macho (Velástegui *et al.*, 2011).

Los verracos expulsan grandes cantidades de espermatozoides en cada eyaculado y agotan con mayor rapidez sus reservas epididimarias. El volumen del eyaculado está compuesto de tres fracciones (Hafez, 1996).

2.3.1. Pre-espermática.

Constituida por las secreciones de la próstata, vesículas seminales y algunos grumos procedentes de las glándulas de Cowper. Estos grumos de textura gelatinosa, reciben comúnmente el nombre de ¨tapioca¨, y cumplen la función de tapón del cuello uterino impidiendo el retroceso. Esta fracción es prácticamente transparente sin espermatozoides y con un volumen de 10–35 mL (Córdova *et al*., 2004).

2.3.2. Espermática o rica en espermatozoides.

Constituida por espermatozoides y secreciones de las vesículas seminales y de la próstata. Contiene gran concentración de espermatozoides. Tiene un color blanquecino-lechoso y su volumen escila entre 50 y 150 mL. El volumen es variable dependiendo de los factores que influyan en la producción espermática (raza, edad, nutrición, ritmo, método de recogida, entre otros.) (Córdova *et al*., 2004).

2.3.3. Post-espermática o pobre en espermatozoides.

Constituida principalmente por secreciones de la próstata y glándulas de Cowper, pobre en espermatozoides, de color blanquecino-transparente, con grumos gelatinosos a lo largo de su emisión (Córdova *et al*., 2004).

2.4. Generalidades sobre la evaluación de la calidad del semen porcino

El semen porcino es una mezcla heterogénea formada por los espermatozoides y el plasma seminal, siendo la resultante de la integración eyaculatoria proveniente de las glándulas sexuales y los conductos sexuales excretores.

El semen del verraco por sus características físicas y bioquímicas (gran concentración de electrolitos, escasa concentración de azúcares y relativamente baja concentración de espermatozoides), tiene su problema biológico principal, en escasa capacidad de tamponificación que ofrece el medio seminal, de modo que los catabolitos residuales determinan la muerte de los espermatozoides. Esta situación determina que el semen de verraco, constituya un material sobre el cual influyan gran cantidad de factores que pueden incrementar o disminuir su calidad; lo cual obliga al personal técnico a realizar una evaluación periódica de la calidad del mismo (Bernal *et al.*, 2008)

Muchos autores han afirmado que, a través del estudio de una serie de características del eyaculado, es posible calificar al mismo en lo referente a su calidad y decidir posteriormente sobre las condiciones de utilización (Tsakmakidis *et al*., 2010).

Con este propósito, se han desarrollado una serie de técnicas que pretender alcanzar un mejor conocimiento de la célula espermática, el estudio de la membrana parece ser un buen procedimiento para evaluar la funcionalidad del gameto masculino, ya que ésta interviene

activamente en la mayoría de las fases del proceso reproductivo. Estudios bioquímicos se han desarrollado para cuantificar los diferentes componentes químicos presentes en el eyaculado y que puedan condicionar la actividad del espermatozoide.

Por otra parte, el estudio de la morfología del núcleo espermático ha cobrado relevancia dentro de la evaluación de la calidad seminal porque puede reflejar cambios cuantitativos y cualitativos del material nuclear (González *et al*., 2010); además, permite valorar la madurez y la estabilidad del mismo, condiciones necesarias para que pueda llegar a producirse la descondensación cromosómica y la singamia (Acosta, 2005).

Sin embargo, la calidad del eyaculado ha sido tradicionalmente evaluada con el espermiograma clásico, que está basado en la aplicación de una serie de pruebas de una ejecución relativamente simple y que pueden ser realizadas con un costo moderado. En el análisis rutinario se incluye un examen macroscópico y microscópico del eyaculado en los que se mide el volumen, la concentración, la motilidad, el estado del acrosoma y las morfoanomalías espermáticas (Gadea, 2005).

No obstante, Acosta *et al*. (2004) comparan el espermiograma clásico con la técnica de acrosomía y concluyen que con esta última se obtienen mejores resultados, además que ofrece una alta precisión, es rápida, económica y de fácil manipulación.

En nuestro país la técnica del espermiograma está vigente desde la década de los 80´s cuando se publicó este procedimiento. A través de ella se ofrece un informe del espermiograma en el cual se combinan técnicas subjetivas y objetivas de análisis seminal. Este sistema permite evaluar de forma preliminar la calidad de los eyaculados; sin embargo, se ha observado que la calidad obtenida en los análisis de rutina no se corresponde con los resultados de fertilidad obtenidos directamente en las granjas porcinas (Acosta *et al*., 2004).

Por otra parte, estas técnicas de evaluación permiten identificar aquellos verracos que pueden estar produciendo semen de mala calidad, ya sea por enfermedad o por exceso de trabajo; además permiten reconocer a los verracos con mejor calidad seminal, lo que determinará la optimización del uso de aquellos que tienen una mejor capacidad

fecundante y ayudará a identificar a los verracos causantes de problemas, ya sea para su tratamiento o eliminación de la granja (Altamirano *et al*., 2007).

La evaluación del semen se realiza teniendo en cuenta sus características macroscópicas y microscópicas. Para la evaluación macroscópica se toman en cuenta las características físicas: volumen, color, olor, consistencia y PH; esta evaluación se realiza inmediatamente después de la recogida del semen. La evaluación microscópica comprende la apreciación de la concentración espermática, la motilidad, la aglutinación, la proporción de espermatozoides vivos y muertos, número total de nemaspermos en el eyaculado y la morfología espermática. El objetivo óptimo de las pruebas de calidad consiste en predecir adecuadamente la fertilidad del semen mediante el empleo de técnicas rápidas y baratas (Hernández, 2012).

2.5. Evaluación macroscópica

Las muestras de semen se estudian en cuanto a sus características físicas: volumen, temperatura, color, olor y pH.

2.5.1. Volumen

Se define como la resultante de la unión de las fracciones espermática y seminal expresada en mL. El verraco es esencialmente un animal de eyaculación prolongada, por lo cual, los eyaculados son de grandes volúmenes, factor que tiene gran relación con el tamaño testicular. Los valores promedios fluctúan entre 80-630 mL, obteniéndose en la media general rangos desde 160 hasta 260 mL aproximadamente; de acuerdo a la edad del animal, la técnica de extracción, factores climáticos y las características individuales del verraco, entre otros (Del Valle, 2017).

Hernández (2012), señala que el volumen del eyaculado aumenta con la edad y cambia según su estado higiénico reproductivo, su vigor sexual, frecuencia de su uso y régimen alimentario.

2.5.2. Temperatura

La temperatura se mide con termómetro de mercurio, introduciéndolo en el eyaculado y registrando el valor marcado. La medición se debe realizar inmediatamente después de

obtenido el semen, ya que los espermatozoides de verraco son muy sensibles a los cambios bruscos de temperatura, por ello todo material y equipo en la obtención, evaluación y conservación debe estar a la temperatura del semen; esto es entre 35˚C y 37˚C (Hernández, 2012).

2.5.3. Color

Se evalúa visualmente, el color normal es blanco. La tonalidad varía de acuoso opalescente a lechoso y cremoso, conforme la concentración espermática va en aumento refiere que muchas granjas han trabajado con éxito determinando la concentración de células en un eyaculado de acuerdo al color de este. Definitivamente esto no es conveniente ya que se subestima o sobre estima la calidad del eyaculado con todas las consecuencias que esto puede traer (Rodríguez, 2021).

Cualquier cambio en el color del eyaculado implica una anormalidad. Una tonalidad rosada puede ser debida a la existencia de glóbulos rojos, la presencia de orina, produce una coloración amarilla, la contaminación con polvo nos da tonalidades oscuras y la presencia de partículas extrañas en el eyaculado. El color se vincula ciertamente a la concentración espermática que puede ir desde blanco lechoso hasta blanco grisáceo en eyaculados normales (Arranz *et al.*, 2021).

Para Acosta (2005), los tonos rosáceos no reducen la fertilidad ni viabilidad del eyaculado; sin embargo, un color rojizo con olor fuerte debe ser base para descartarlo.

2.5.4. Olor

El olor del semen es *sui generis*. Lo que significa que huele a cerdo, cada verraco presenta un olor característico. Cuando el eyaculado ha sido contaminado con orina o con fluidos prepuciales tiene un olor característico (Bernal *et al.*, 2008).

Martínez (1998), plantea que el olor se acentúa en animales adultos, sobre todo cuando se encuentran sometidos a una actividad sexual intensa o pueden existir olores pútridos debido a contaminación bacteriana o algunas necrosis propias de la naturaleza de los genitales.

2.5.5. pH

Es una medida del grado de acidez o alcalinidad y es un indicador de la actividad metabólica de los espermatozoides. Conforme envejece el eyaculado aumenta la producción de ácido láctico y desciende el pH. Los valores normales se encuentran entre 6,8 y 7,8 con un valor óptimo entre 6,9 y 7,2 (Bernal *et al.*, 2008).

2.6. Evaluación microscópica

La calidad espermática es considerada en términos de porcentajes de espermatozoides móviles o morfológicamente normales. Hasta hace poco, ambos eran evaluaciones subjetivas influenciadas por el observador. A pesar de estos problemas, la estimación de los espermatozoides móviles y la morfología espermática son el método estándar usado por la mayoría de laboratorios de reproducción (Valverde y Madrigal, 2018).

2.6.1 Motilidad

La función básica del espermatozoide es fecundar el óvulo, valiéndose de varias características para lograr su objetivo. La capacidad de movimiento, es desarrollada por el espermatozoide conforme madura su morfología y desarrolla su maquinaria metabólica. La motilidad es esencial para lograr la fecundación, sin embargo, la capacidad de movimiento no es necesariamente un indicativo de la capacidad fecundante. Los espermatozoides necesitan no solo de su habilidad para desplazarse para lograr fecundar un óvulo ya que los espermatozoides pierden la capacidad fecundante antes que la motilidad (Oliva, 2004).

Se define como la estimación microscópica y valoración cuantitativa del movimiento rectilíneo uniforme de los espermatozoides. Los valores obtenidos nos proporcionan información directa sobre la actividad de las células espermáticas siendo uno de los parámetros más importante de la calificación del semen (Espinosa, 2012).

Para que un espermatozoide sea capaz de fecundar a un ovocito ha de reunir una serie de requisitos, entre ellos, tener motilidad progresiva. Dicho parámetro ha sido y sigue siendo el más utilizado para valorar la calidad de un eyaculado o de una dosis seminal. El movimiento activo de los espermatozoides es imprescindible para la colonización del oviducto durante la fase de transporte sostenido en el tracto genital de la hembra, y para

que tenga lugar la fecundación. Además, la motilidad es una manifestación de viabilidad espermática y de integridad celular. Un eyaculado con un porcentaje bajo de espermatozoides móviles, o ausencia de motilidad, automáticamente será descartado para su conservación (Ruiño *et al.*, 2005).

Actualmente existen métodos más modernos para la medición de la motilidad con la utilización de técnicas asistidas por computadoras. Además de la motilidad, podemos medir otro tipo de variables como velocidad, tipo de movimiento, trayectoria recorrida, desplazamiento angular (Córdova *et al*., 2004).

2.6.2. Morfología.

En relación a la calidad espermática, y más concretamente a la motilidad, se ha visto que tanto la morfometría de la cabeza como de la pieza intermedia influyen en las características de movilidad del espermatozoide. Por otro lado, se ha comprobado que aquellos espermatozoides que eran expulsados al exterior a través de la vulva (reflujo) tras una inseminación artificial, tenían unas dimensiones menores (tanto de la cabeza como del flagelo) comparados con los datos de morfometría de la dosis espermática antes de la inseminación (García *et al*., 2016).

En cualquier caso parece que la morfometría es importante tanto en la selección que sufren los espermatozoides en su viaje a través del tracto genital de la hembra como en su relación con la fertilidad, aunque hasta el momento se desconoce cuál es la morfometría ideal que debería tener el espermatozoide porcino que le hace llegar al lugar cercano a la fecundación y atravesar el ovocito frente a los que no lo hacen. Sin duda alguna, conocer la influencia de las dimensiones espermáticas sobre la fertilidad supondría una herramienta muy útil a la hora de seleccionar verracos para su uso en inseminación artificial (García *et al.*, 2016)

2.6.3. Concentración

Es fundamental para el análisis seminal, cuando se trata de la Inseminación Artificial, ya que en función de ésta y del volumen se preparan las dosis seminales. Consiste en la determinación del número de espermatozoides por unidad de volumen. También conocida como densidad del semen, la concentración espermática constituye un dato de

extraordinario valor en la determinación del grado de dilución y el número de dosis inseminantes que se pueden obtener del eyaculado (Valverde *et al.*, 2019).

Mediante la observación del color que oscila desde acuoso a cremoso pueden obtenerse los valores de la concentración; el cremoso tiene aproximadamente 1000 millones de spz/mL y el acuoso entre 50-200 millones de spz/mL de semen (Hernández, 2012).

2.6.4. Aglutinación

Se conoce como aglutinación espermática, al acúmulo de espermatozoides (vivos o muertos), que pueden estar adheridos a células epiteliales o bien, unidos cabeza con cabeza o cola con cola. Puede ser observado durante el examen al microscopio, ya sea en el eyaculado fresco o en el semen diluido (Bernal *et al*., 2008).

Las apreciaciones de altas cantidades de aglutinaciones reducirán grandemente los espermatozoides disponibles para la fecundación. Las aglutinaciones pueden ser causadas por: cambios de pH del semen; shock térmico, contaminación bacteriana, concentración muy alta de espermatozoides o por partículas (incluyendo la presencia de gel de las glándulas bulbo-uretrales) en el semen por un mal filtrado durante la toma de muestra. El grado de aglutinación suele medirse de 0 a 3, donde el grado 3 corresponde a más de un 30-40% de espermatozoides aglutinados. Si esta aglutinación se une a otros parámetros como baja motilidad y presencia de abundantes formas anormales, se ve afectada la calidad seminal (Kubus, 2012).

2.7. Calidad microbiológica del semen porcino.

La contaminación bacteriana del semen ocurre habitualmente durante la colecta y/o su dilución para la inseminación artificial. Los gérmenes comúnmente presentes en el eyaculado recolectado pueden ser adquiridos en su trayecto por el aparato genito-urinario (uretra distal, prepucio y su divertículo), o deberse a una infección en el tracto urogenital del macho; también por contaminación provocada por el contacto del semen con el aire que lo rodea (Conza, 2002).

Los testículos y las glándulas sexuales accesorias de los verracos sanos son libres de bacterias. Sin embargo, la contaminación bacteriana ocurre antes de la deposición del semen en el cuello uterino, los genitales externos transportan diferentes microorganismos y aunque la mayoría de ellos son parte de la microflora normal también existen patógenos potencialmente capaces de producir infecciones genitales en hembras susceptibles y disminuir la sobrevivencia y capacidad fecundante de las células espermáticas (Vera, 2018).

CAPITULO III

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque epistemológico

Este estudio se ubicó dentro del enfoque epistemológico hipotético-deductivo, por ser una investigación de tipo experimental de campo y laboratorio en un área específica, por lo cual fue evidente el efecto en la producción de calidad espermática y seminal en las razas Duroc, Pietrain, Belga, y Landrace, con su respectivo espermiograma, dando como resultados las características, macroscópicas, microscópicas y bacteriológica del semen.

Con este enfoque se obtuvo resultados positivos que se tomó en cuenta los puntos de riesgo relacionados con el verraco descritos por Hernández (1976), señalando la utilización del método de mano enguantada, además cumpliendo las medidas higiénicas sanitarias establecidas, con el objetivo de evitar contaminaciones secundarias durante la extracción, recolección y manipulación del mismo.

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental en la cual se realizó en varias fases, la primera fase fue una fase practica que es la recogida de la fracción espermática o rica en espermatozoides, desechando la fracción pre-espermática o ¨tapioca¨; el pene inclinado y el prepucio sin limpiar ni secar, así como los pelos del prepucio sin cortar y las patologías del verraco como orquitis, cistitis, uretritis, u otras enfermedades sistémicas, para que luego las muestras serán procesadas y analizadas para la segunda en el laboratorio de producción porcina de la Facultad en la cual se determinó las características macroscópicas, microscópica y el contenido microbiológico en el eyaculado de los animales de estudios.

De acuerdo por lo que se estableció en la investigación fue de tipo evaluativa, como señala Grajales (2000), según la cual fue una investigación o trabajo de tipo experimental, en el investigador no solo identifica las características que se estudian, sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación.

En todo caso el enfoque utilizado en la investigación, se realizó de acuerdo según Popper (2008) en el cual tiene la finalidad de comprender los fenómenos y explicar el origen o las causas que la generan. Sus otros objetivos son la predicción y el control, que serían una de las aplicaciones más importantes con sustento, asimismo, en las leyes científicas

Por ello, al admitir los investigadores para el desarrollo de su trabajo una posición epistemológica hipotética-deductiva, fue necesario realizar tomas de muestras, observaciones, mediciones, análisis y experimentos estadísticos para evaluar el efecto en la producción seminal y espermática de las cuatro razas de verracos, localizadas en el área de producción porcina de la Facultad de Ciencias Zootecnia de la Universidad Técnica de Manabí, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador.

3.3. Lugar de ejecución

La presente investigación se desarrolló en la extensión de la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas, ubicada en la ciudad de Chone, de la provincia de Manabí, situada geográficamente en las coordenadas 0°41′ 17″ S, 80°07′25.60″ (Figura 1) Los experimentos se realizaron en los meses febrero a julio de 2021.

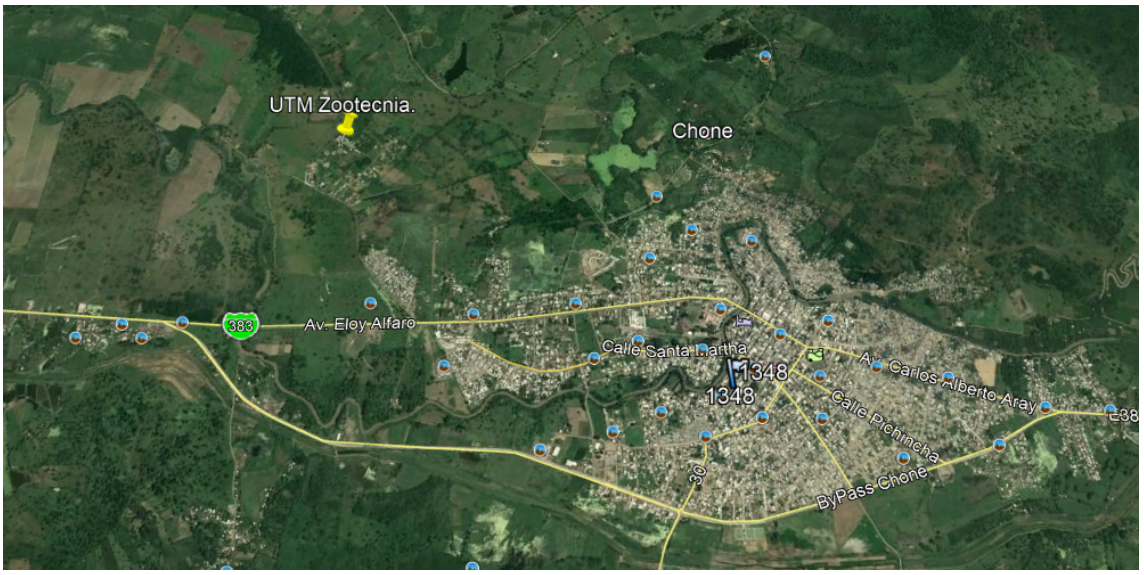


Figura 1. Ubicación de la Universidad Técnica de Manabí en el cantón Chone.

Para el efecto se adquirieron cuatros verracos de raza Pieteain, Duroc, Landrace y Belga, se instaló un laboratorio con sus respectivos equipos y materiales para la colecta y el procesamiento del semen.

3.4. Diseño experimental

El semen se recolectó de cuatro (4) machos reproductores pertenecientes a cuatro razas, entre los 8 y 9 meses, en buen estado de salud y con la alimentación necesaria para obtener la energía requerida para eyacular. Los verracos estarán estabulados en cuartones provistos de suficiente agua para cada uno. A los mismos se les recolectará una muestra de semen (fresco) durante un espacio de tiempo de 5 semanas.

3.4.1. Factores en estudios:

Por este motivo, en este estudio empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Para ello se utilizaron cuatro verracos de las razas Pietrain, Duroc, Landrace y Belga.

3.5. Toma de muestra

Se tomaron una muestras de semen por semana (fresco) durante un espacio de tiempo de 5 semanas para realizar el examen macroscópico, microscópico y el análisis bacteriológico, las muestras fueron procesadas antes de la evaluación espermática.

3.6. Obtención y procesamiento de la muestra

Se utilizó cuatro cerdos reproductores de raza Pietrain, Duroc, Belga y Landrace con una edad de 8 a 9 meses, con un peso promedio de 120 kg, los mismo que se alojaron de manera individual en corrales de 6 m^2 ubicados en la Granja de producción porcina de la Facultad de Ciencia Zootecnias, la alimentación se dio a través de un sistema de estabulación, con una dieta de balanceado comercial, el agua se suministró a voluntad durante las 24 horas del día mediante bebederos automáticos tipo tetina.

Los animales objeto de estudio cumplieron con los análisis y normas sanitarias, aplicando la resolución 077 de AGROCALIDAD, y sometidos a un proceso de adaptación y entrenamiento.

Para una correcta obtención de la muestra seminal se tomaron en cuenta los puntos de riesgo relacionados con el verraco descritos por Arlegui (2006). Los mismos son: la recogida de la fracción espermática o rica en espermatozoides, desechando la fracción

pre-espermática o ¨tapioca¨; el pene inclinado y el prepucio sin limpiar ni secar, así como los pelos del prepucio sin cortar y las patologías del verraco como orquitis, cistitis, uretritis, u otras enfermedades sistémicas. La extracción del semen se realizó con el empleo del método de la mano enguantada Hernández (1976); cumpliendo las medidas higiénicas sanitarias establecidas, con el objetivo de evitar contaminaciones secundarias durante la extracción, recolección y manipulación del mismo.

Esta técnica es simple, pero hay que tener mucha cautela en los pasos a mencionar para su eficiencia (Le Coz, 2006): Esperar que el pene salga del prepucio mientras el verraco se excita sobre el potro, luego poner la mano en contacto con el pene dejándola resbalar sin apretar, para acostumbrar al verraco al contacto, después cuándo el verraco se encuentra bien instalado sobre el potro y el pene sobresale bien del prepucio, apretar la extremidad del pene bloqueando con los dedos las espirales, pero teniendo cuidado de dejar sobrepasar la punta fuera de la mano, Y así continuar hasta la prolongación del pene que precede a la eyaculación, cuando una vez que empieza la eyaculación se debe seguir apretando levemente la extremidad distal del pene aplicando una presión discontinua para estimular al verraco.

Para la realización del procedimiento se utilizaron envases de vidrio con capacidad máxima de 500 mL y un embudo cubierto con un filtro de gasa estéril, separando la fracción sólida (tapioca) de la líquida. Antes de comenzar el proceso de investigación, los verracos fueron entrenados a subir en un "potro", previo a la recolecta de semen, fueron bañados y estimulados para la sucesiva eyaculación.

Una vez que se obtenga la muestra seminal y se trasladará inmediatamente al laboratorio y será colocado en baño de maría a una temperatura de 36 ºC. Las muestras serán procesadas y analizadas en el laboratorio de producción porcina.

3.7. Para determinar la evaluación macroscópica del semen

Del tubo graduado en que se recolectó el semen, se determinó.

3.7.1. Volumen

Se midió la cantidad de semen recolectado en el tubo graduado, con capacidad de 100 a 300 mL. Antes de la recolección se efectuaba una desinfección de los tubos con la finalidad de evitar la contaminación del eyaculado.

3.7.2. Color

Para la determinación del color se estableció como parámetro de evaluación los siguientes aspectos: Cremoso, lechoso, acuoso y traslucido.

3.7.3. Olor

La determinación de olor del eyaculado de los verracos de las cuatro razas se utilizó la siguiente escala de evaluación.

Tabla 1. Calificación del color del eyaculado.

Escala del olor	
sin olor	1
sui generis	2
Fétido	3

Fuente: los autores

3.7. 4. pH

Se utilizó una cinta de medir pH cuyo rango varía de 0 a 14. Para ello se colocaban las muestras sobre una caja petri y se sumergía la cinta de medición por un lapso de un minuto, posterior a ello se efectuaba la respectiva lectura.

3.8. Para determinar la evaluación microscópica del semen

3.8.1. Aglutinación

La medición de la aglutinación se realizará al mismo tiempo que la evaluación de la motilidad espermática. Para la clasificación de la aglutinación se utilizó el siguiente sistema de clasificación para los eyaculados según el grado de aglutinación: Ligeramente aglutinados (+), Aglutinados (++) y Muy aglutinados (+++).

3.8.2. Motilidad espermática

Se colocó una gota de eyaculado fresco en la placa del portaobjetos a temperatura de 37 ºC, y se observó al microscopio con el objetivo de 10 X, la calidad de movimientos en remolino en la cual se calificó en una escala de 0 a 100 como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2. Calificación de movimiento en masa.

Calificación	Movimientos en masa
Muy buena (75-100)	Remolinos rapidos
Buena (50-75)	remolinos lentos
Regular (25-50)	Oscilantes
Mala (0-25)	Vibración

Fuente: los autores

3.8.3. Motilidad individual.

Para esta evaluación se colocó una gota de eyaculado fresco en la placa del portaobjetos a temperatura de 37 ºC y luego un cubre objetos, se observó en el microscopio con el lente de mayor aumento (40X), se evaluó la motilidad individual en una escala de 0 a 5 como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3. Calificación de movimiento individual.

Calificación	Movimientos en masa
Muy buena (75-100)	Remolinos rápidos
Buena (50-75)	remolinos lentos
Regular (25-50)	Oscilantes
Mala (0-25)	Vibración

Fuente: los autores

3.8.4. Concentración espermática

Se determinó utilizando la cámara de Burker, para lo cual se hará una dilución en 1:100 (semen: solución espermicida). Una vez llenada la cámara con 10 µL de la dilución, se dejó en reposo, luego se procedió con el conteo.

3.8.5. Análisis de la vitalidad y morfología

Se colocó 10 µL de semen fresco y diluido en un portaobjeto atemperado a 37°C en una platina termorregulable y se mezcló con 10 µL del colorante eosina-nigrosina [1], homogenizando suavemente y haciendo un extendido fino (frotis), dejando secar por 30 minutos. Los frotis fueron observados en el microscopio óptico con el objetivo de inmersión de 100X, para lo cual se contaron 200 espermatozoides por frotis. El resultado final se expresó en porcentaje de espermatozoides vivos y además se determinó el porcentaje de espermatozoides con alteración del acrosoma, descrito de manera individual, La morfometría mide las dimensiones del espermatozoide como son la longitud, anchura, perímetro y área de la cabeza, así como la longitud del flagelo entre otras (Figura 2).

Figura 2. Esquema ilustrativo de las dimensiones del espermatozoide de cerdo (García *et a*l., 2015).

3.9. Determinación del contenido microbiológico del eyaculado.

Se utilizaron placas de Petrifil 3M para verificar el nivel de contaminación de los eyaculados, mediante el conteo de colonias presentes. Las placas se pondrán en estufa a 37 °C con 24 horas de antelación a la inoculación, para eliminar la humedad. El semen se diluyó en 9 mL de diluyente espermicida. Se retira un volumen de 0,1 mL de semen para la

inoculación de las placas, y se realizando movimientos circulares para que el semen se esparciera de forma homogénea por la placa. Las inoculaciones se realizaron con micropipetas asépticas con acceso a un mechero Bunsen y seguidamente se incubarán a 37 °C por un tiempo de 48 horas. Después de este período, se hará el conteo de colonias de bacterias por placa, y el resultado se expresará en unidades formadoras de colonias (UFC/placa; N).

El cálculo del número del total de colonias por mL de semen, el número de colonias (N) encontrado en cada placa, se multiplicó por el inverso de la dilución del semen (D=104) y también por el inverso del volumen utilizado en la inoculación de cada placa (I=101) con el resultado en UFC/mL. De esta forma obtuvo la siguiente fórmula: número total de colonias por mL de semen (X): X = N x D x I = x 105 UFC/mL de semen.

3.10. Análisis estadístico

Se efectuó un análisis de las observaciones que se realizan en el tiempo durante de 5 semanas con las siguientes variables: raza que son las 4 que se utilizó para el estudio. Para cada una de las variables se aplicaron las pruebas de normalidad de los datos y posterior elección de los análisis de varianza. En el caso del cumplimiento de la normalidad se aplicaron análisis de varianza paramétrica ANOVA mediante las pruebas de LSD Fisher, en tanto que para las que no cumplieron se analizaron mediante las pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis. En ambos casos se utilizó un intervalo de confianza del 95%.

Así mismo, para determinar asociación entre variables de calidad se efectuaron pruebas de correlación de Pearson para determinar la relación existente entre las variables macroscópicas y microscópicas, cada uno de los análisis se los efectuó por separado.

CAPITULO IV

4. Resultados y discusión

4.1. Establecimiento de las características macroscópicas y del semen de los sementales en estudio.

Se efectuaron las pruebas de normalidad de los datos correspondientes al volumen de eyaculado de los cerdos. Los resultados de las muestras muestran diferencias significativas en cuanto la normalidad de los datos (p-valor=0,0110), por lo que se procedió a analizar los resultados mediante análisis de varianza no paramétrica.

Tabla 3. Volumen seminal (mL)

Raza	Volumen $\bar{x}$± D.E.
Pietrain	260±39,44 b
Belga	112±10,47 a
Duroc	110±9,31 a
Landrace	128±20,44 a
p-valor	<0,0001

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

En la tabla 3 se muestra el total del volumen eyaculado de cada una de las razas de cerdos estudiadas. De acuerdo con los análisis de varianza se describen diferencias estadísticas (p-valor<0,05); en este caso se observa que la mayor cantidad de eyaculado se presentó en la raza Pietrain con una media de 260±39,44, siendo este a su vez diferente a los demás tratamientos. Consecutivamente se muestra que las razas Belga, Duroc y Landrace no mostraron diferencias estadísticas entre cada uno de ellos mostranto un promedio de 110±9,31 a 128±20,44 mL.

De acuerdo con lo descrito por Valvere *et al.,* (2018), documentan que el volumen del eyaculado en los verracos difiere de las razas y de la composición genética de los cerdos, coincidiendo con un menor volumen en la raza Duroc con un total de 120 mL.

Córdova *et al.*, (2016), al estudiar el comportamiento de las razas sobre la reproducción y calidad seminal de cerdos de la raza Landrace y Duroc describen como resultado un volumen de 150 y 300 mL, respectivamente en cada una de ellas.

Por su parte Cruz y Fuentes, (2017), indica que los resultados del volumen de eyaculado de los cerdos se encuentran dentro de los rangos establecidos, especificando que lo rangos de volumen de un eyaculado se sitúan en 100-300 mL.

Tabla 4. Temperatura.

Raza	Temperatura $\bar{x}$± D.E.
Pietrain	35±0,67
Belga	36±0,97
Duroc	36±0,32
Landrace	36±0,79
p-valor	0,2809

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

Al evaluar la normalidad de los resultados de la temperatura del eyaculado se obtuvo que los datos mostraron un p-valor de 0,1158 lo que indica normalidad entre cada uno de los valores.

Los resultados de la temperatura del eyaculado de cada una de las razas no mostró variaciones significativas entre cada una de ellas, alcanzando temperaturas de 35±0,67 a 36±0,97 °C, sin mostrar un efecto significativo de la raza sobre la variable estudiada.

Tana (2017), al efectuar la evaluación macroscópica seminal del verraco línea materna, durante el periodo de evaluación, 2017 muestran como resultado una temperatura de 32, 5 a 34 °C en el eyaculado de los cerdos, pues claramente estas temperaturas son inferiores a las obtenidas en su investigación.

Tabla 5. Color

Raza	**Color** $\bar{x}$**± D.E.**
Pietrain	2,50±0,53
Belga	3,70±0,67
Duroc	2,50±0,53
Landrace	2,50±0,53
p-valor	0,8866

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

De acuerdo con los resultados de las pruebas de Shapiro Wilks aplicada para determinar la normalidad de los resultados del color seminal se obtuvo que no se cumple con los supuestos de la normalidad dando como resultado un p-valor de 0,0001.

Al analizar el comportamiento del color del semen entre cada una de las razas no mostró un efecto significativo sobre el comportamiento productivo de esta variable. En este caso se obtuvo que el color del semen de los cerdos fue blanco lechoso y blanco acuoso.

Estos resultados coinciden con los descritos por Salazar *et al.,* (2017), al evaluar el efecto de un suplemento mineral sobre la calidad seminal de cerdos reproductores de la raza duroc y belga, en donde no se documentan diferencias significativas entre el color de eyaculado de las razas, describiendo coloraciones blanco lechoso-cremoso.

Resultados expuestos por Córdova *et al.*, (2016), al estudiar la calidad espermática de cerdos de la raza Landrace y Duroc describen como resultado coloraciones blanco lechoso coincidiendo con los obtenidos en la investigación.

Tabla 6. Olor

Raza	**Olor.** $\bar{x}$
Pietrain	2
Belga	2
Duroc	2
Landrace	2

El análisis de las escalas del olor del semen de cada uno de los verracos estudiados obtuvo puntuaciones de 2 puntos el mismo que equivale a *sui generis,* el mismo que indica que no

existe anormalidad en este parámetro. Coincidiendo con el descrito por Penadillo (2019), en donde especifica un olor característico propio de la especie *sui generis*

Por su parte estudios realizados por Tana (2017), al evaluar la calidad macroscópica de eyaculados de cerdo obtuvo como resultado en el olor como característica inoloros, encontrándose similar a lo descrito a los resultados de la tabla 6.

Tabla 7. pH.

Raza	pH. $\bar{x}\pm$ D.E.
Pietrain	7,15±0,31
Belga	7,07±0,08
Duroc	6,95±0,34
Landrace	7,22±0,33
p-valor	0,5929

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

Los resultados de normalidad del pH del semen de las cuatro razas de cerdos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks, las cuales describen diferencias significativas con un p-valor de <0,0001.

En la tabla 7 se muestra el comportamiento del pH del fluido seminal de cada uno de las razas de verracos estudiadas. En este caso se muestra que no se encontraron diferencias significativas, mostrando un comportamiento similar entre cada una de las razas, alcanzado promedios de 6,95±0,34 a 7,22±0,33.

Hernández (2020), describe el comportamiento del pH durante la primera eyaculación de verracos recién colectados de la raza Pietrain, describe como resultado valores de 6,5 a 7.

En tanto que Salazar, (2016), al evaluar el efecto de un suplemento dietario sobre la calidad seminal de cerdos reproductores obtuvo como resultado que los datos nos mostraron diferencias estadísticas, describiendo valores promedios de 8.

4.2. Determinar las características microscópicas básicas del semen de los sementales en estudio.

Tabla 8. Motilidad

Raza	Motilidad. $\bar{x}$± D.E.
Pietrain	86,00±7,38
Belga	84,50±7,62
Duroc	92,00±2,58
Landrace	79,00±17,07
p-valor	0,0733

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

Los resultados de la normalidad de los datos de la variable motilidad dieron como resultado un p-valor de 0,0018, la misma muestra que los datos no cumplen con los supuestos de la normalidad.

Con respecto a los resultados de la tabla 8, se muestra el comportamiento de la motilidad espermática de cada una de las razas estudiadas. En cuanto a este parámetro se obtuvo que la raza no mostro variaciones significativas en la motilidad, encontrándose valores promedios de 79,00±17,07 a 92,00±2,58.

Estudios realizados por Tana (2017), describe como resultado que 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).

Por su parte Penadillo (2019), al estudiar la motilidad espermática de verracos de la raza Landrace describe como resultados que en las unidades experimentales se denotaron diferencias estadísticas con un nivel de 0.05, mostrando rangos de 53.33±5.77 a 63.33±5.77.

Tabla 9. Concentración espermática.

Raza	Concentración $\bar{x}$± D.E.
Pietrain	196,06±49,49 a
Belga	370,35±247,90 b
Duroc	430,40±245,02 b
Landrace	286,28±141,00 b
p-valor	0,0026

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

Con respecto a los análisis de normalidad de los datos de la concentración espermática de los cerdos se obtuvo diferencias significativas (p-valor=0,0003) de acuerdo con las pruebas de de Shapiro Wilks.

Los valores de la concentración (Tabla 9), muestran diferencias estadísticas de las razas, en este caso se obtuvo que la raza Pietrain mostró un comportamiento significativo con las demás razas (Belga, Duroc, Landrace), siendo estas últimas las que mayor concentración espermática presentaron, alcanzando promedio de 286,28±141,00 a 430,40±245,02.

Por su parte Cruz *et al.,* (2017), describe que los rango promedio de la concentración espermática de un verraco oscila entre 200-300 × 106 espermatozoides por mL. Estos resultados muestran que los valores promedios se encuentran cercanos a los documentados en la investigación.

Almaguer *et al.,* (2015), al estudiar la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial en cerdos de la raza Landrace obtuvieron como resultado una concentración espermática de 372,24.

Tabla 10. Viabilidad

Raza	Viabilidad $\bar{x}$± D.E.
Pietrain	90,00±4,71

Belga	85,00±6,24
Duroc	86,60±6,15
Landrace	78,00±17,19
p-valor	0,1294

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

De acuerdo con los análisis de normalidad de los resultados de la viabilidad seminal de los cerdos se encontró diferencias estadísticas (p-valor=0,0010), describiendo que no se cumple con los supuestos de la normalidad.

En la tabla 10 se describe los resultados de la viabilidad de los verracos de las razas Pietrain, Belga, Duroc y Landrace. De acuerdo con el análisis de varianza de los resultados de la viabilidad no mostró diferencias significativas entre cada una de las medias, alcanzando un promedio de 78,00±17,19 a 90,00±4,71. Penadillo (2019), especifica que estos valores muestran una mayor eficiencia al momento de efectuar inseminación artificial.

Córdova *et al.*, (2016), al estudiar las características microscópicas de verracos de la raza Landrace y Duroc describe valores de viabilidad de 90 a 98%, siendo estos levemente superiores a los descritos en la investigación.

Tabla 11. Morfología

Raza	**Morfología** **$\bar{x}$± D.E.**
Pietrain	91,50±3,37
Belga	87,00±5,37
Duroc	90,00±4,08
Landrace	89,50±2,84
p-valor	0,1993

[a,b,c,] medias con una letra en común en cada columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

Los resultados de normalidad de la morfología de la calidad seminal de los cerdos muestran que no se cumplen con los supuestos de la normalidad, dando como resultado un p-valor de 0,0001.

Al evaluar el comportamiento de la morfología seminal de las razas estudiadas muestra que no se presentaron diferencias significativas (p-valor>0,05), mostrando similitud en cuanto a la morfología. De acuerdo con las equivalencias establecidas se tiene que se encuentra dentro de los parámetros muy buenos debido a que se encuentran dentro de las escalas de 75 a 100.

Chan (2019), estudiaron la calidad espermática en verracos Pelón de Yucatán describe como resultado un porcentaje de morfología de 94,71%, el mismo que se encuentra dentro de documentados en la investigación.

Tabla 12. Aglutinación

Raza	Aglutinación.
Pietrain	++
Belga	++
Duroc	++
Landrace	++

La aglutinación del semen de los cerdos (tabla 12), muestra que la aglutinación se encuentra dentro de los rangos aglutinado (++), el mismo que presenta una equivalencia de 50 a 75%, en este caso se obtuvo que las razas mostraron un mismo comportamiento en cuanto a este parámetro. Vera (2018), al efectuar una valoración de la calidad espermática de verracos describe que a mayores niveles de aglutinación disminuye el porcentaje de motilidad espermática.

Estudios realizados por Del Valle (2017), describe como resultado un total de 46 (83,6 %) presentaron los espermatozoides ligeramente aglutinados (+), 7 (12,7 %) con espermatozoides aglutinados (++), solamente 2 muestras (3,6 %) no aglutinados y no se observaron muestras con espermatozoides muy aglutinados (+++).

4.3. Analizar la calidad bacteriológica del eyaculado de los animales en estudio.

Tabla 13. Análisis microbiológicos del eyaculado de los cerdos

Raza	*Escherichia coli*
Pietrain	Ausencia
Belga	Ausencia
Duroc	Ausencia
Landrace	Ausencia

Los resultados del análisis microbiológico del eyaculado de los cerdos de las razas Pietrain, Belga, Duroc y Landrace muestra la ausencia de *Escherichia coli*, denotando el cumplimiento de las normas de inocuidad al momento de efectuar el eyaculado.

Estudios realizados por Del Valle (2017), al estudiar la presencia de *Escherichia coli*, se presentó en un 43,6 % de las muestras (24 muestras) siendo el segundo germen mayormente aislado en los eyaculados estudiados, especificando que este tipos de bacterias pueden ser la causa de la aglutinación espermática en el eyaculado.

Por su parte Alfaro *et al.*, (2019), estudiaron la presencia *E. coli* en los prepucios de verracos, describe que esta bacteria está asociada con alteraciones en la calidad del semen, además de que se genera la muerte de los espermatozoides se produce de forma directa debido a que la bacteria se adhiere a la superficie del espermatozoide.

4.4. Determinar el efecto de la raza y calidad espermática sobre las características macro y microscópicas de los animales en estudio.

Tabla 14. Efecto de las características macroscópicas del eyaculado

	Volumen	Temperatura	Color	Olor	pH
Volumen	1,00	0,41	0,78	1,00	0,70
Temperatura	-0,13	1,00	0,20	1,00	0,06
Color	-0,05	-0,21	1,00	1,00	0,40
Olor	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00

pH	0,06	0,30	0,14	0,00	1,00

Los resultados de las correlaciones por medio de las pruebas Pearson muestran que la correlación entre las diferentes razas con respecto al volumen con la temperatura se encuentra dentro de los rango de correlación negativa (-0,13), de la misma manera este efecto se muestra en las variables color con el volumen y la temperatura con valores de -0,05 y -0,21. En el caso de pH se muestra que la relación existente con el volumen, temperatura, color y olor muestra una correlación positiva que se encuentra dentro de los rangos de correlación positiva débil.

Tabla 15. Efecto de las características microscópicas del eyaculado

	Motilidad	Concentración (millones)	Viabilidad	Morfología
Motilidad	1,00	0,31	0,00	0,28
Concentración (millones)	-0,17	1,00	0,46	0,07
Viabilidad	0,76	-0,12	1,00	0,34
Morfología	0,18	0,29	0,16	1,00

Con respecto a las correlación existente entre las propiedades microscópicas de los eyaculados de los cerdos muestra que la concentración registra una correlación negativa con la motilidad, el mismo comportamiento se observa en los entre la viabilidad y la concentración en millones en donde se obtuvo un coeficiente de -0,12. En cuanto a la morfología se tiene que muestra una mayor correlación con las variables motilidad, concentración en millones y viabilidad, esto debido a que los valores del coeficiente son superiores a cero.

5. Conclusiones

- La calidad macroscópicas del semen de verracos muestran que en cuanto al contenido de volumen del eyaculado fue mayor en la raza Pietrain, en tanto que para los parámetros temperatura, color, olor y pH no mostraron variaciones estadísticas entre cada una de las razas de verracos estudiadas.

- El comportamiento de las características microscópicas de los cerdos muestra que la mayor motilidad y la concentración espermática se la obtuvo en la raza Duroc, en tanto que la viabilidad y morfología fue mejor en la raza Pietrain, siendo este un indicador de calidad del eyaculado del cerdo.

- La calidad bacteriológica de eyaculado de los verracos de las razas Pietrain, Belga, Duroc y Landrace mostraron como resultado la ausencia de *Escherichia coli* sobre el eyaculado de los cerdos.

- Al determinar el efecto de los eyaculados de las diferentes razas se obtuvo que en las características macroscópicas el volumen no mostró correlación con los variables temperatura y color, en tanto que las microscópicas no mostraron relación entre la concentración con la motilidad y la concentración con la viabilidad. Por su parte la mayor correlación se registró en las variables macroscópicas se presentó en las variables temperatura y pH, mientras que en las microscópicas la mayor correlación se evidenció entre la morfología con concentración.

6. Recomendaciones

- Promover al uso de eyaculados proveniente de cerdos de las razas Pietrain, Belga, Duroc y Landrace debido a su buena calidad microscópica.

- Efectuar un seguimiento de las cerdas inseminadas con el semen de los verracos las razas Pietrain, Belga, Duroc y Landrace debido a su buena calidad microscópica.

- Implementar equipos de laboratorio con la finalidad de efectuar estudios más profundos sobre la calidad microbiológica de los eyaculados de cerdo de la Facultad de Ciencia Zootécnicas.

- Estudiar la influencia de las condiciones climáticas sobre la calidad de los eyaculados de cerdos.

7. Referencias bibliográficas

Acosta, M. (2005). Técnicas de contraste en la evaluación del semen porcino. *Instituto de Investigaciones Porcinas (Cuba), 12*(3). Obtenido de https://www.iip.co.cu/RCPP/123/Art%C3%ADculo%202.pdf

Acosta, M., Rueda, M., y Perdigón, R. (2004). Comparación de dos técnicas en la determinación de morfoanomalías del semen porcino. *Revista Computadorizada de Producción Porcina, 11*(1), 1-8. Obtenido de http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/UNELLEZ.pdf

Alergui, R. (2006). Principales puntos críticos en un Centro e Inseminación. *Transferencia de Tecnología*, 1-5. Obtenido de https://www.archivo-anaporc.com/2006/06/06/principales-puntos-cr%C3%ADticos-en-un-centro-e-inseminaci%C3%B3n/

Alfaro, M., Rivas, M., Silva, R., y Gómez, E. (2019). Presencia de Escherichia coli en el contenido prepucial de verracos en una unidad de producción y su influencia a problemas de fertilidad y prolificidad. *Revista Ciencia UNEMI, 12*(31), 95-101. Obtenido de https://www.redalyc.org/jatsRepo/5826/582661248010/582661248010.pdf

Almaguer, Y., Font, H., Rosell, R., Quirino, C., y Montes, I. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. *Revista electrónica de Veterinaria, 16*(7), 2-8. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/636/63638742006.pdf

Altamirano, A., García, M., y Fuentes, G. (2007). Evaluación de semen de cerdo. *CECORCEC*(21), 7-10.

Arranz, L., Tomás, C., Ciruelos, J., Gómez, E., y Mercado, E. (2021). Uso de antioxidantes en los medios de congelación y descongelación de semen de cerdo Ibérico.

Producción Vegetal, 117(5), 544-556. Obtenido de https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2021/117-5/ITEA%20117-5.pdf#page=70

Audet, I., Laforest, J., Martineau, G., y Matte, J. (2004). Effect of vitamin supplements on some aspects of performance, vitamin status, and semen quality in boars. *Journal of animal science, 82*(2), 626-633. Obtenido de https://academic.oup.com/jas/article-abstract/82/2/626/4834446

Becerro, J. (2020). *Cerdo Duroc y sus características.* Obtenido de https://julianbecerro.com/cerdo-duroc-y-sus-caracteristicas/#:~:text=Procedencia%20del%20cerdo%20Duroc,para%20llegar%20a%20este%20resultado.

Bernal, A., Literas, E., Chong, M., y Denis, R. (2008). *Manual de procedimientos técnicos para la crianza porcina.* Ediciones CIMA. La Habana.

Camacho, A. (2008). *Razas de ganado, del catálogo oficial de España.* Madrid: VA Impresores, SA. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/Razas%20de%20ganado%20del%20catalogo%20web_tcm30-118989.pdf

Chan, C. (2019). *Caracterización de los parámetros de calidad espermática en verracos pelón de yucatán.* [Tesis de pregrado, Tecnológico Nacional de México]. Obtenido de http://www.itconkal.edu.mx/images/POSGRADO_NEW/REPOSITORIO%20INSTITUCIONAL%20DE%20TESIS%20Y%20TRABAJO%20TERMINAL/2017-2019_Candelaria%20Chan%20D%C3%ADaz.pdf

Córdova, A., Iglesias, A., Espinosa, R., y Guerra, J. (2016). Efecto de la raza sobre la producción y calidad seminal en cerdos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-2. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-reproduccion_IA_porcinas/53-Efecto_raza.pdf

Cordóva, A., Iglesias, A., Guerra, J., Villa, E., Gómez, A., Juárez, L., . . . Velázquez, V. (2021). Efecto de la raza sobre la producción y calidad seminal en cerdos. *Sitio*

Argentino de Producción Animal. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-reproduccion_IA_porcinas/53-Efecto_raza.pdf

Córdova, A., Muñoz, R., y Córdova, S. (2004). *Características del semen de verraco y su evaluación práctica.* Porcinocultura.

Cruz, E., y Fuentes, H. (2017). *Efecto del consumo del estimulante reproductivo Innovo®, en la calidad del eyaculado de verracos.* [Tesis de pregrado, Escuela Agricola Panamericana]. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5989

Cuevas, L., Pedroza, C., y Jiménez, C. (2005). Evaluación de la técnica de inseminación artificial postcervical y su relación con los parámetros reproductivos. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 52*(2), 144-155. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639209006.pdf

Del Toro, Y. (1999). *Los centros de procesamiento de semen como elemento para disminuir los costos de la producción porcina.* [Tesis Doctoral, Instituto de Investigaciones Porcinas].

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. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/636/63653470023.pdf

Del Valle, A. (2017). Evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos utilizados en la monta natural. . *Revista Electrónica de Veterinaria,, 18*(10), 1-17. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/636/63653470023.pdf

Espinosa, W. (2012). *Efecto de la adición de un surfactante natural (aloe vera) al diluyente triladyl® para crioconservación de semen bovino en toros reproductores de agso-genes, Quito-Pichincha.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Manabí]. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/690/1/T-UTC-0549.pdf

Gadea, J. (2005). Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility. *Theriogenolog, 63*(2), 431-444. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X04003127

García, F. (2016). La morfometría del espermatozoide perfecto de verraco. *Foro Agro Ganadero*. Obtenido de https://foroagroganadero.com/la-morfometria-del-espermatozoide-perfecto-de-verraco/

García, J. (1995). Evaluación práctica del semen porcino. *Acontecer Porcino, 11*(32), 34-42.

González, L., Campi, S., Ferrari, M., y Fischman, M. (2010). Análisis intraindividuo de la frecuencia de núcleos espermáticos con distintas morfologías en eyaculados porcinos. *Revista InVet, 12*(2), 205-211. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982010000200010

Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. 1-4. Obtenido de https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf

Hafez, E. (1996). *Reproducción e inseminación artificial en animales.* (6ta ed.). Me-Graw-Hill-lnteramericana.

Hernández, I. (2012). E*valuación de la calidad espermática de sementales porcinos utilizados en la monta natural.* [Tesis de pregrado, Universidad Central´´ Marta Abreu´´ de Las Villas]. Obtenido de https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3526/tesis%20Idania.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernandez, J. (1976). Estudio comparativo entre la vagina artificial y mano enguantada para recolección de semen porcino. *Revista Cubana de Reproducción Animal, 2*(2), 65-70.

Hernández, L. (2020). *Evaluación de dos diluyentes alternativos para la preservación de semen porcino refrigerado en el trópico bajo colombiano.* [Tesis de pregrado,

Universidad Francisco de Paula Santander]. Obtenido de https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/4371/1630448.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kubus, S. (2012). Aglutinación espermática. *Boletín técnico*. Obtenido de https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3526/tesis%20Idania.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Le Coz, P. (2006). Las enfermedades y el semen. Obtenido de https://www.3tres3.com/articulos/las-enfermedades-y-el-semen_4030/

Lechowski, J. (2009). Effect of vitamin C on semen quality of duroc breed boars and their crossbreds with hampshire and pietrain. *Annales UMCS, Zootechnica, 27*(2), 12-18. Obtenido de https://access.portico.org/Portico/auView?auId=ark:%2F27927%2Fpgj2jzjf9p3

Marin, J., Mahan, D., Chung, Y., Pate, J., y Pope, W. (1997). Effects of dietary selenium and vitamin E on boar performance and tissue responses, semen quality, and subsequent fertilization rates in mature gilts. *Journal of animal science, 75*(11), 2994-3003. Obtenido de https://academic.oup.com/jas/article-abstract/75/11/2994/4638565

Martínez, J. (2016). *Razas de cerdo blanco: "Landrace"*. Obtenido de https://todocarne.es/razas-de-cerdo-blanco-landrace/

Nazaré, M., Scheid, R., y Cavicchioli, A. (2004). Envio de a mostras de sêmen para exámenes especiais. *Suínos & Cia, 8*, 1-10.

Oliva, J. (2004). *Efecto del pH de un extensor de semen porcino sobre la calidad espermática.* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/7451/1/Tesis%20Med%20Vet%20Juan%20Alejandro%20Oliva%20Trejo.pdf

Penadillo, A. (2019). *Influencia de la yema de huevo (Gallus gallus) y el agua de coco (Cocus nucífera) como dilutor en la conservación de semen en cerdos de la raza*

Landrace, 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermillo Valdizán]. Obtenido de https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6772

Petrocelli, H., Batista, C., y Gosalvez, J. (2015). Seasonal variation in sperm characteristics of boars in southern Uruguay. *Revista Brasileira de Zootecnia, 44*, 1-7. Obtenido de https://recia.edu.co/index.php/recia/article/view/397/438

Popper, R. (2008). ¿Cómo se seleccionan los métodos de prospectiva? *Previsión*. Obtenido de https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14636680810918586/full/html

AGROCALIDAD (2015). La supervisión metropolitana de control de transporte terrestre, tránsito y seguridad VlAL-AMT. Resolución 077. Recuperado de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-12/Base%20Legal%20RESOLUCI%C3%93N%20No.%20077-AMT-2015%20FACULTADES%20DE%20LA%20DIRECCI%C3%93N%20DE%20SEGURIDAD%20VIAL%20E%20INGENIERIA%20DE%20TR%C3%81NSITO.pdf

Rodríguez, H. (2021). Evaluación de la calidad seminal en el verraco. *Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas*. Obtenido de https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/21.pdf

Ruiño, R., Fernández, M., Areán, H., Viana, J., López, M., Fernández, A., y Peña, A. (2005). Nuevas tecnologías aplicadas al procesado y evaluación del semen bovino en centros de inseminación artificial. *Revista ITEA, 101*(3), 175-191. Obtenido de https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2005/101-3/ITEA_101-3_175-191.pdf

Salazar, L. (2016). *Evaluación del efecto de un suplemento dietario sobre la calidad seminal de cerdos reproductores*. [Tesis de pregrado, Universidad de Sucre]. Obtenido de https://repositorio.unisucre.edu.co/handle/001/563

Salazar, L., Pérez, J., Chamorro, J., Patiño, R., y Carrillo, D. (2017). Evaluación del efecto de un suplemento mineral sobre la calidad seminal de cerdos reproductores. *Revista*

Colombiana de Ciencia Animal-RECIA,, 9(1), 76-84. doi:10.24188/recia.v9.nS.2017.524

Saravia, W. M., Calvete, J., Sanz, L., Peña, J., Roca, J., y Rodríguez, H. (2009). Exposure to the seminal plasma of different portions of the boar ejaculate modulates the survival of spermatozoa cryopreserved in MiniFlatPacks. *Theriogenology, 71*(4), 662-675. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.09.037

Tana, H. (2017). *Concentración espermática de semen porcino (sus scrofa var. domesticus) mediante metodologías aplicadas comercialmente en la parroquia Conocoto del cantón Rumiñahui.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2727

Techakumphu, M. I. (2013). Improvement of semen quality by feed supplement and semen cryopreservation in swine. *Success in Artificial Insemination-Quality of Semen And Diagnostics Employe*, 17-37.

Trolliet, J. (2005). Productividad numérica de la cerda, factores y componentes que la afectan. *Producción Porcina*, 1-39. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/09-productividad_numerica_cerda.pdf

Tsakmakidis, I., Lymberopoulos, A., y Khalifa, T. (2010). Relationship between sperm quality traits and field-fertility of porcine semen. *Journal of veterinary science, 11*(2), 151-154. Obtenido de https://synapse.koreamed.org/articles/1041032

Valverde, A., y Madrigal, M. (2018). Sistemas de análisis computadorizado de semen en la reproducción animal. *Agronomía Mesoamericana, 29*(2), 469-484. doi:https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29852

Valverde, A., Madrigal, M., Solís, J., y Paniagua, W. (2019). Variabilidad en los métodos de estimación de la concentración espermática en verracos. *Agronomía Costarricense, 43*(2), 25-44. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242019000200025&script=sci_arttext

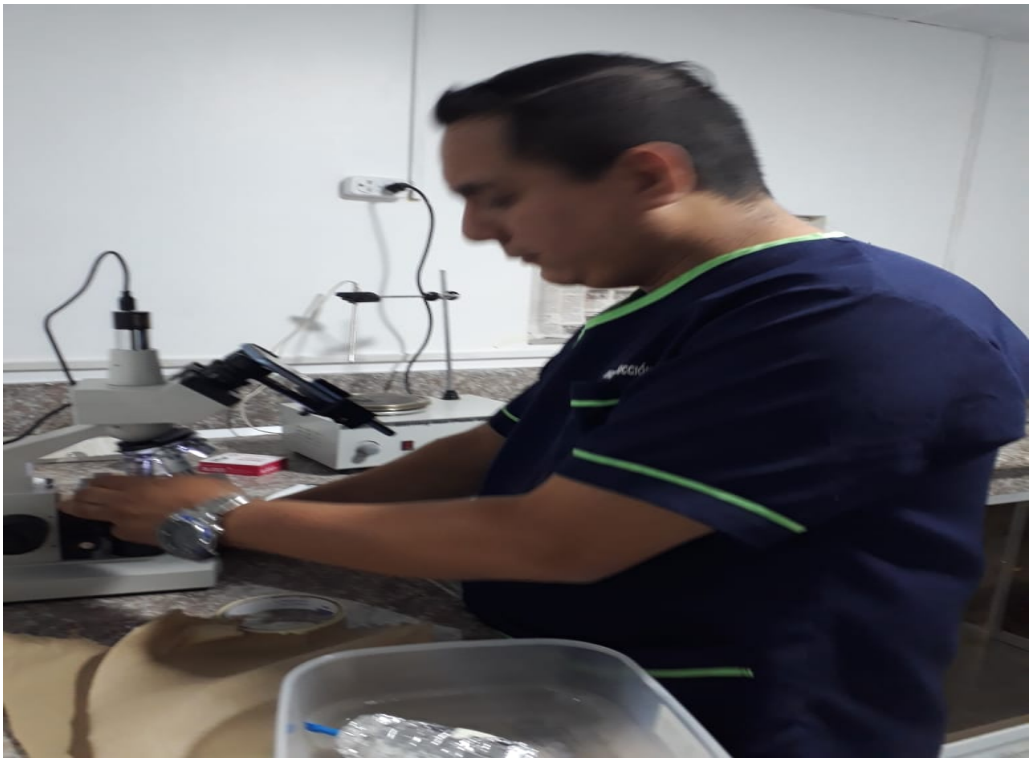
Velásquez, C. (2014). Factores que influyen en la calidad y principales características seminales del verraco. 1-14. Obtenido de http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/1562/FACTORES%20QUE%20INFLUYEN%20EN%20LA%20CALIDAD%20%20SEMINAL%20DEL%20VERRACO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Velástegui, M., y Tinillo, D. (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.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/823

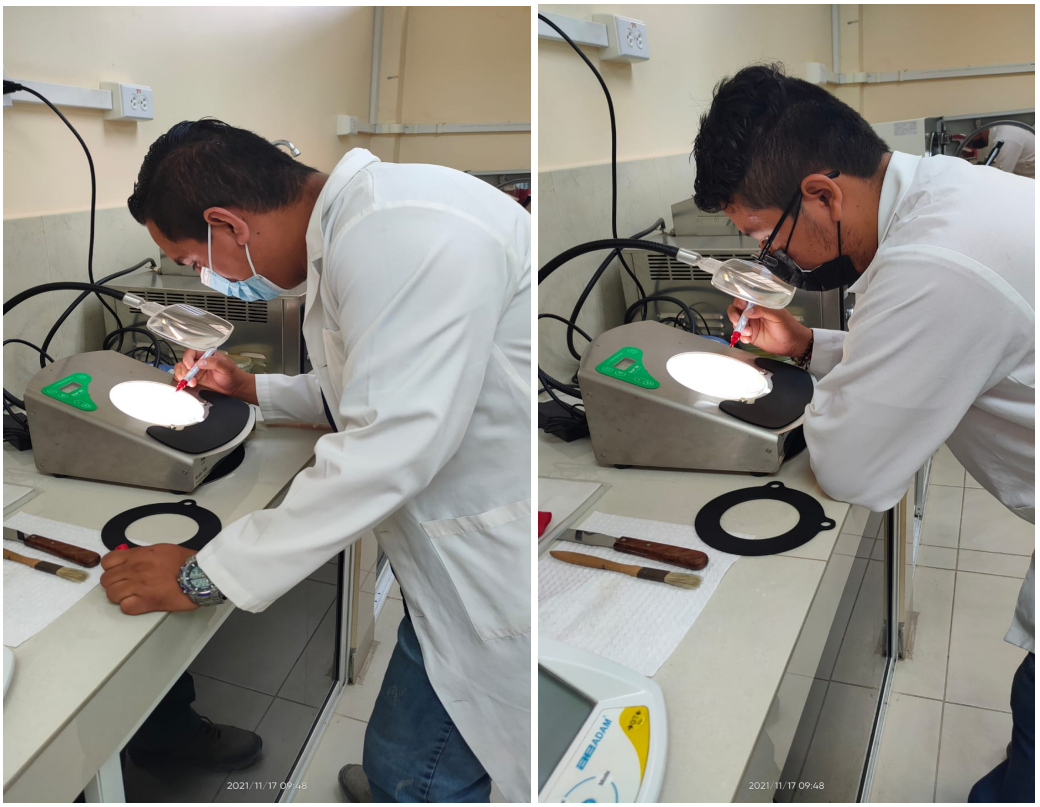
8. Anexos

Anexo 1. Recolección del semen

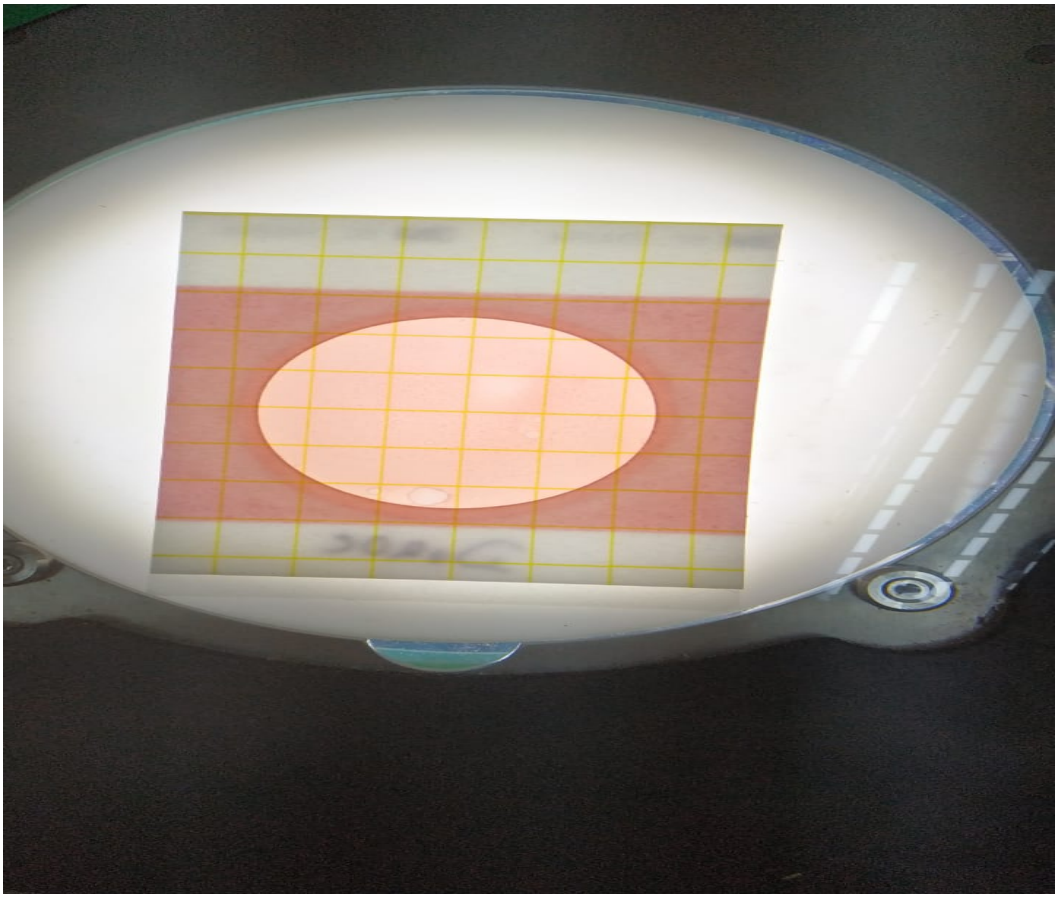
Anexo 2. Pruebas microscópicas

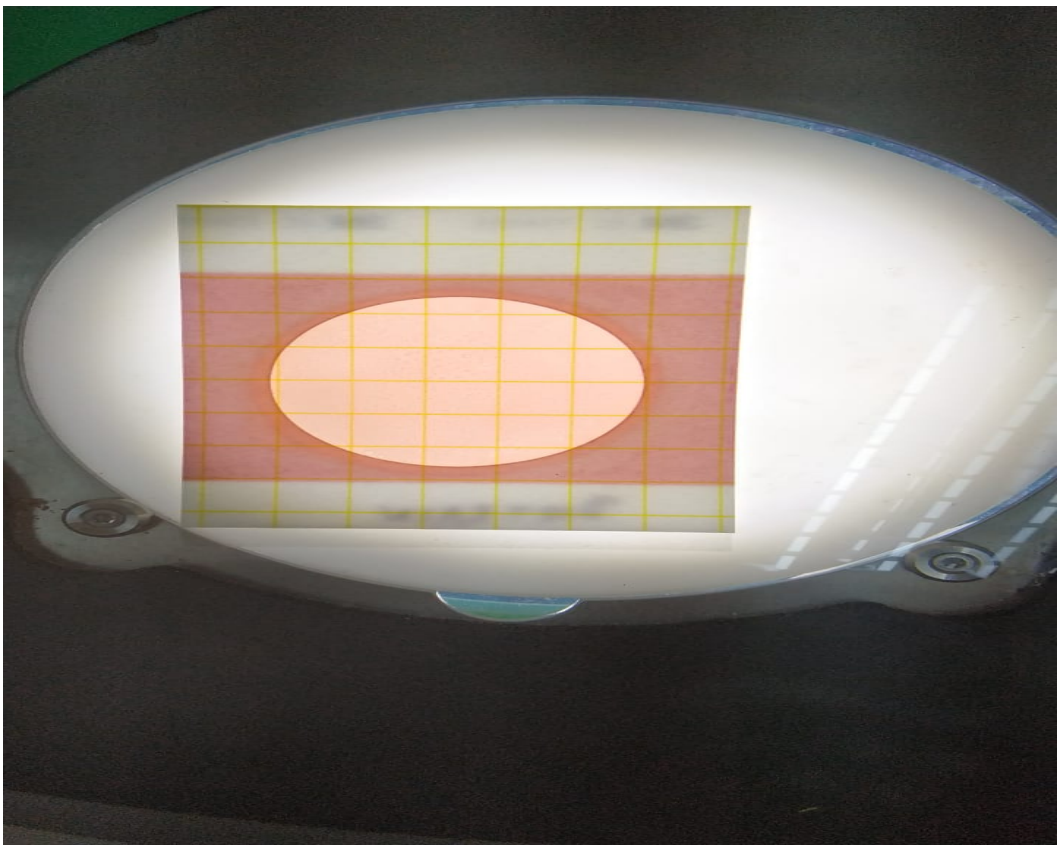


Anexo 3. Conteo microbiológico

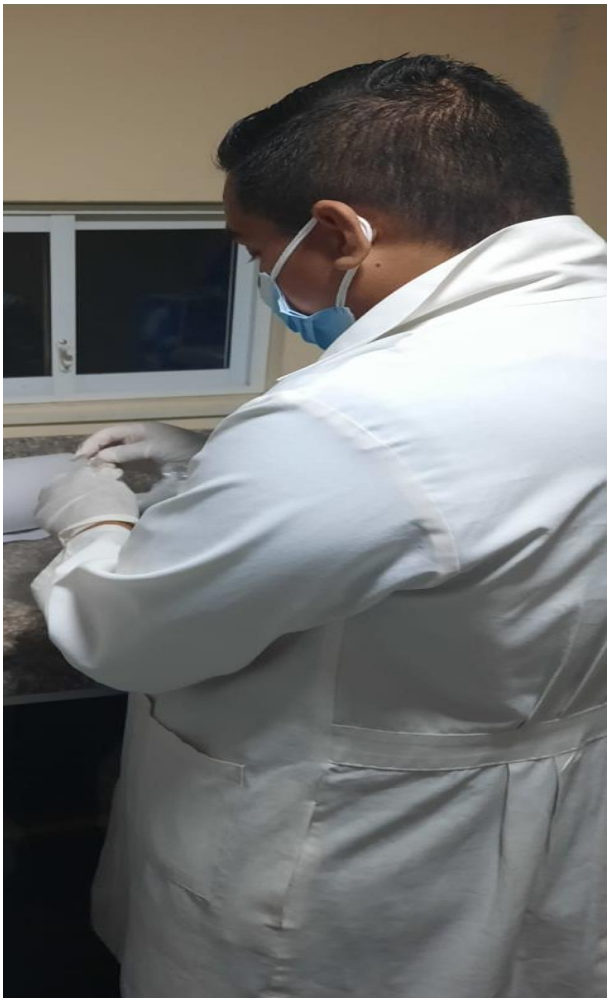


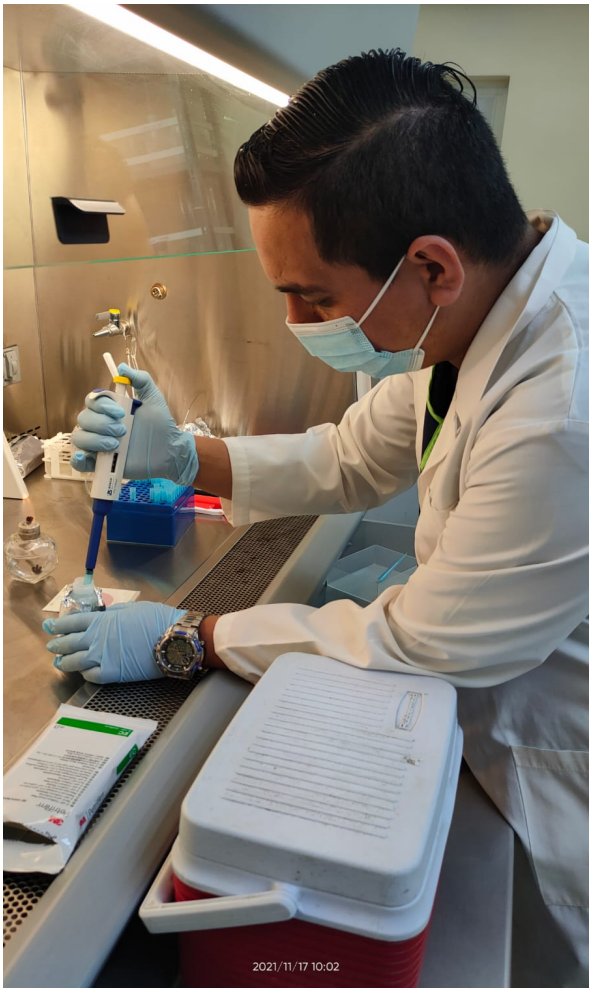
Anexo 4. Placas de conteo bacteriológico





Anexo 5. Pruebas de *Escherichia coli*





Anexo 4. Resultados del contenido microbiológico de los eyaculados.

FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS

EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Est, Pulido	**Nº de análisis: 4**
Dirección	SAN ANDRES	**Fecha de recibido**
Teléfono		17/11/2021
Muestra	SEMEN DE CERDO	**Fecha del análisis**
Cantidad recibida	100 ml	17/10/2021
Objetivo del análisis	Realizar un análisis Microbiológico de semen de cerdos.	**Fecha de reporte** 18/11/2021

RESULTADO DE ANÁLISIS

MICROBIOLOGICO. -

RAZA BELGA	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA PIETRAIN	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA DUROC	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA LANDRACE	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

MARIO JAVIER
BONILLA LOOR

Mario Javier Bonilla Loor, PhD

Responsable de los Laboratorios de la FCZ - LAB

FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS

EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Est, Pulido	**Nº de análisis: 4**
Dirección	SAN ANDRES	**Fecha de recibido**
Teléfono		17/11/2021
Muestra	SEMEN DE CERDO	**Fecha del análisis**
Cantidad recibida	100 ml	17/10/2021
Objetivo del análisis	Realizar un análisis Microbiológico de semen de cerdos.	**Fecha de reporte**
		18/11/2021

RESULTADO DE ANÁLISIS

MICROBIOLOGICO. -

RAZA BELGA	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA PIETRAIN	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA DUROC	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA LANDRACE	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

MARIO JAVIER
BONILLA LOOR

Mario Javier Bonilla Loor, PhD

Responsable de los Laboratorios de la FCZ - LAB

FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS

EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Est, Pulido	**Nº de análisis: 4**
Dirección	SAN ANDRES	**Fecha de recibido**
Teléfono		17/11/2021
Muestra	SEMEN DE CERDO	**Fecha del análisis**
Cantidad recibida	100 ml	17/10/2021
Objetivo del análisis	Realizar un análisis Microbiológico de semen de cerdos.	**Fecha de reporte**
		18/11/2021

RESULTADO DE ANÁLISIS

MICROBIOLOGICO. -

RAZA BELGA	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA PIETRAIN	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA DUROC	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

RAZA LANDRACE	Valor obtenido	Método
E. coli	AUSENCIA	PETRIFILM 3 M

MARIO JAVIER BONILLA LOOR

Mario Javier Bonilla Loor, PhD

Responsable de los Laboratorios de la FCZ - LAB