



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE AGROPECUARIA

**PERFIL ESPERMÁTICO DE TRES RAZAS PORCINAS MEDIANTE
TECNOLOGÍA MICROSCÓPICA EN CAMPO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

Ingenieras Agropecuarias

AUTORAS: Daniela Geomayra Cando Montaguano

Alejandra Estefania Monteros Moreira

TUTORA: Nancy Fabiola Bonifaz García

Quito-Ecuador

2025

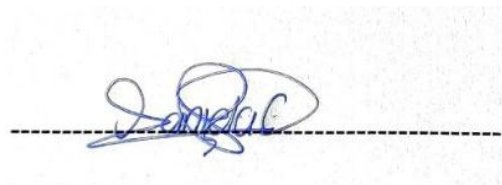
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Nosotras, Daniela Geomayra Cando Montaguano con número de identificación 1750370965 y Alejandra Estefania Monteros Moreira con número de identificación 1003869607, manifestamos que:

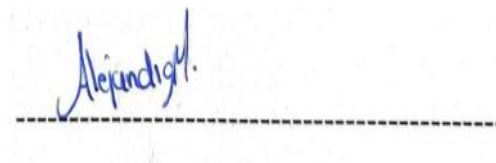
Somos las autoras y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 10 de febrero del año 2025

Atentamente,



Daniela Geomayra Cando Montaguano
1750370965



Alejandra Estefania Monteros Moreira
1003869607

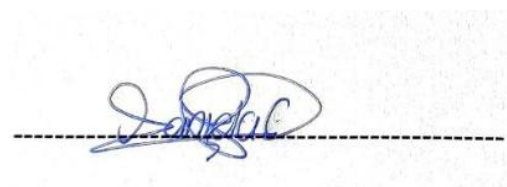
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, Daniela Geomayra Cando Montaguano con número de identificación 1750370965 y Alejandra Estefania Monteros Moreira con número de identificación 1003869607, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del Trabajo experimental: **“PERFIL ESPERMÁTICO DE TRES RAZAS PORCINAS MEDIANTE TECNOLOGÍA MICROSCÓPICA EN CAMPO”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieras Agropecuarias, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

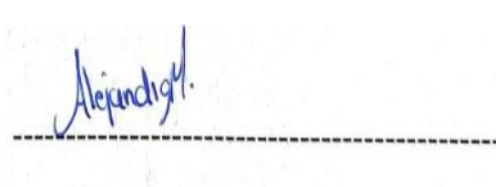
En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de febrero del año 2025

Atentamente,



Daniela Geomayra Cando Montaguano
1750370965



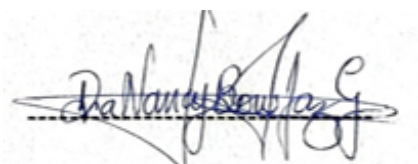
Alejandra Estefania Monteros Moreira
1003869607

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Nancy Fabiola Bonifaz García con documento de identificación N.º 0602085110, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PERFIL ESPERMÁTICO DE TRES RAZAS PORCINAS MEDIANTE TECNOLOGÍA MICROSCÓPICA EN CAMPO, realizado por Daniela Geomayra Cando Montaguano con número de identificación 1750370965 y Alejandra Estefania Monteros Moreira con número de identificación 1003869607, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de febrero del año 2025

Atentamente,



Nancy Fabiola Bonifaz García

0602085110

DEDICATORIA

Daniela Geomayra Cando Montaguano

Agradezco a Dios, por cuidarme y protegerme, por darme salud, sabiduría y la oportunidad de alcanzar esta meta. A mis padres, Anshelo Cando y Ana Lucia Montaguano por su amor incondicional, apoyo y enseñanzas, que han sido fundamentales para mí vida. En especial a mi madre por darme fuerzas en los momentos más difíciles de mi vida, por su esfuerzo incansable, sacrificios y dedicación. Su ejemplo de perseverancia y amor han sido mi mayor inspiración para seguir adelante y alcanzar este logro.

Alejandra Estefania Monteros Moreira

Agradezco a Dios por darme la fuerza y la determinación para completar esta etapa de mi vida, a mis padres Freddy Monteros y Flor Moreira, les agradezco profundamente por su apoyo incondicional, por ser una inspiración para mí, por su esfuerzo, dedicación, y sobre todo por enseñarme los valores que me acompañan en mi formación, su amor y confianza han sido fundamentales para alcanzar estos logros con responsabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana y a todos los docentes que conforman la carrera de Ingeniería Agropecuaria por habernos inculcado los conocimientos necesarios a nivel profesional como personal. Al Ing. Janss Beltrán director de carrera de Ingeniería Agropecuaria por su paciencia, dedicación y apoyo a lo largo de la carrera y de manera especial a la Dra. Nancy Bonifaz nuestra tutora que por su dedicación, confianza y apoyo logramos finalizar el estudio de investigación.

Agradecemos a la Ingeniera Paola Simbaña coordinadora de los laboratorios de la Extensión Cayambe-UPS por permitirnos el uso de las instalaciones, equipos y reactivos necesarios, que nos ayudaron con el desarrollo y análisis de nuestro trabajo de investigación. Al Dr. Fausto Guzmán por su valioso conocimiento y apoyo técnico en esta investigación. Al Sr. Israel Bastidas propietario de la granja porcina “Victoria” quien nos proporcionaron las muestras de las tres razas porcinas para el análisis y desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1 Evaluación de semen porcino.....	4
2.1.1 Color	4
2.1.2 Olor	4
2.1.3 Volumen	5
2.1.4 pH	5
2.2 Morfología Espermática.....	5
2.3 Anomalías de la morfología (%).....	5
2.4 Motilidad Espermática	6
2.5 Concentración Espermática.....	6
2.6 Recolección de semen.....	7
2.7 Biotecnologías de campo.....	8
2.8 Sistema CASA SCA.	8
2.9 AndroScope Casa System To GO	9
2.9.1 Parámetros cinemáticos	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Ubicación del área de estudio.....	11
3.2 Fase de campo	12
3.3 Extracción del Semen	12

3.4 Fase de laboratorio	13
3.4.1 <i>Determinación de motilidad y concentración espermática</i>	13
3.4.2 <i>Determinación de Anormalidades Espermáticas</i>	14
3.5 Análisis estadístico	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1 Análisis espermático de especie porcina	15
4.2 Calidad espermática entre las tres razas porcinas Duroc, Pietrain, Landrace	20
4.3 Morfología espermática.....	21
5. CONCLUSIONES.....	24
6. RECOMENDACIONES.....	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	26
8. ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evaluación seminal de la primera semana de colecta	15
Tabla 2 Evaluación seminal de la segunda semana de colecta	17
Tabla 3 Evaluación seminal de la tercera semana de colecta	18
Tabla 4 Evaluación seminal de la cuarta semana de colecta.....	19
Tabla 5 Calidad espermática entre tres razas porcinas Duroc, Pietrain, Landrace	20
Tabla 6 Análisis de la morfología espermática de tres razas porcinas.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Parámetros de movimientos de los espermatozoides	10
Figura 2 Zona de ubicación de la Porcicola “LA VICTORIA”	11
Figura 3 Ubicación geográfica del laboratorio docencia 1 de la UPS	12

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Llegada de muestras al laboratorio.....	30
Anexos 2 Análisis de motilidad y concentración	31
Anexos 3 Análisis de morfología	32
Anexos 4 Visualización de Aanomalias morfológicas	33
Anexos 5 Resultado de la semana 1, raza Duroc	34
Anexos 6 Resultado de la semana 1, raza Pietrain	35
Anexos 7 Resultado de la semana 1, raza Landrace	36
Anexos 8 Resultado de la semana 2, raza Duroc	37
Anexos 9 Resultado de la semana 2, raza Pietrain	38
Anexos 10 Resultado de la semana 2, raza Landrace	39
Anexos 11 Resultado de la semana 3, raza Duroc	40
Anexos 12 Resultado de la semana 3, raza Pietrain	41
Anexos 13 Resultado de la semana 3, raza Landrace	42
Anexos 14 Resultado de la semana 4, raza Duroc	43
Anexos 15 Resultado de la semana 4, raza Pietrain	44
Anexos 16 Resultado de la semana 4, raza Landrace	45

RESUMEN

En el transcurso de los últimos años, se ha incrementado el consumo de carne porcina, por su alta calidad proteica, debido a este incremento, los productores ponen más en práctica la IA, por lo tanto, la evaluación seminal de los cerdos donadores se hace indispensable para mejoramiento reproductivo y productivo en las granjas porcinas. Los objetivos de este estudio fueron: analizar las características espermáticas (motilidad, viabilidad y morfología) de tres razas porcinas utilizando el sistema microscópico computarizado AndroScope CASA móvil, además evaluar la variabilidad entre tres razas porcinas en términos de calidad espermática, por último, determinar los parámetros espermáticos de la especie. Según el análisis la calidad, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre las tres razas porcinas evaluadas, sin embargo, se observó una tendencia de mejor calidad seminal en las razas Duroc y Pietrain, excepto en motilidad circular y local, debido a que las tres razas presentaron valores superiores de acuerdo con las indicaciones del instructivo AndroVision para la especie porcina. En la evaluación morfológica de los tres ejemplares se detectó anomalías superiores al 20%, lo cual indica que están dentro de los valores normales de la especie, siendo el mayor porcentaje, cola en látigo, aglutinación, gota citoplasmática proximal y distal.

Palabras clave: motilidad espermática, morfología, porcinos.

ABSTRACT

In the course of the last years, the consumption of pork meat has increased due to its high protein quality, due to this increase, the producers put more in practice the AI, therefore, the seminal evaluation of the donor pigs becomes indispensable for reproductive and productive improvement in the pig farms. The objectives of this study were: to analyse the sperm characteristics (motility, viability and morphology) of three swine breeds using the AndroScope CASA mobile computerized microscopic system, to evaluate the variability among three swine breeds in terms of sperm quality, and finally, to determine the sperm parameters of the species. According to the quality analysis, no significant statistical differences were found among the three evaluated swine breeds, however, a tendency of better semen quality was observed in the Duroc and Pietrain breeds, except for circular and local motility, since the three breeds presented higher values according to the instructions in the AndroVision instructions for the swine species. In the morphological evaluation of the three specimens, abnormalities higher than 20% were detected, which indicates that they are within the normal values for the species, being the highest percentage, whip tail, agglutination, proximal and distal cytoplasmic drop.

Key words: sperm motility, morphology, swine.

1. INTRODUCCIÓN

La cría de cerdos es una actividad extendida a nivel mundial y la carne de cerdo es uno de los productos más consumidos tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Coello, 2024). En el Ecuador, la crianza de cerdos es una actividad común, ya sea de forma tecnificada o artesanal (Montesdeoca, 2022).

La producción porcina en el Ecuador tiene una población nacional de 1.8 millones de cabezas de ganado porcino, siendo Santo Domingo de los Tsáchilas la provincia más relevante con 450 mil unidades anuales (MAG, 2023). En esta actividad pecuaria se emplean tanto cerdos criollos como cerdos de raza. Entre las razas que se utilizan en el país se encuentran Duroc, Pietrain, Hampshire, Landrace (Montesdeoca, 2022).

Una de las características de la producción porcina es que alcanza mayores incrementos de población debido al número de crías por parto y al número de partos por año (Del Valle Rodríguez, 2017). Sin embargo, la producción porcina enfrenta algunas dificultades asociadas con la sanidad, la mortalidad, déficit en el crecimiento debido al ataque de enfermedades parasitarias, problemas de nutrición, microclima, entre otras (Montesdeoca, 2022). Es necesario tomar en consideración que la base de una explotación porcina eficiente es el manejo, alimentación, sanidad, genética y reproducción (Arellano, 2023).

La reproducción porcina es una de las fases importantes dentro de la producción de esta especie (Blas, 2024). En la reproducción, la fertilidad del macho desempeña un papel importante que influye en la eficiencia reproductiva (López et al., 2014).

El uso de la biotecnología reproductiva ha contribuido con los parámetros de eficiencia y rentabilidad del sector porcícola (Valverde et al., 2021). En este contexto, los cerdos son seleccionados observando su evolución desde el destete hasta la pubertad, donde luego de los análisis correspondientes se determina si son aptos para ser reproductores (Alcivar, 2023).

En el Ecuador los medianos productores de porcinos no realizan estudios de la calidad del semen, por varios motivos entre ellos: el alto costo de los análisis, el desconocimiento de los beneficios de técnicos especializados y de laboratorios que realicen este tipo de análisis, por lo cual es común la inseminación artificial con semen fresco (Peñafigueroa, 2018).

En el caso de la reproducción porcina, cuando se utiliza la inseminación artificial, uno de los requisitos más importantes es la calidad del semen (Balogh et al., 2020). La calidad seminal de los cerdos es multifactorial, está influenciada por la edad, la alimentación, la raza, el ambiente, frecuencia de colección y estimulación sexual previa a la colecta del semen (Velásquez, 2014; Córdova et al., 2016; Alcivar, 2023). La evaluación de la calidad del semen posee un alto valor de predicción, ya que está demostrada la relación entre esta evaluación y la fertilidad de los cerdos (Villa, 2015). Esto permite detectar a tiempo alteraciones en la fertilidad de los verracos (Alonso et al., 2011).

Los profesionales de campo deben contar con el apoyo de un laboratorio que ofrezca un diagnóstico especializado de evaluación del semen con resultados confiables para mejorar tasas de fertilidad (Almaguer et al., 2015). El análisis espermático asistido por ordenador (CASA) es un método en campo y laboratorio muy extendido que puede evaluar objetivamente las características del movimiento, la morfología y la concentración espermática (Balogh et al., 2020).

Con estos antecedentes se propone la presente investigación cuyo objetivo fue analizar las características espermáticas (motilidad, viabilidad y morfología) de tres razas porcinas utilizando el sistema microscópico computarizado AndroScope CASA móvil, en condiciones de campo, además evaluar la variabilidad entre tres razas porcinas en términos de calidad espermática bajo diferentes factores ambientales y de manejo, por último determinar los parámetros espermáticos clave que influyen directamente en la fertilidad y tasa de éxito

reproductivo en las tres razas porcinas, optimizando así la selección de semen para inseminación artificial.

2. MARCO CONCEPTUAL

La biotecnología de la reproducción animal como la inseminación artificial permite obtener crías con mejores rasgos genéticos que sus padres (Alcivar, 2023). Para el éxito de una inseminación artificial es necesario examinar todos los parámetros de cantidad y calidad del semen (Balogh et al., 2020).

La evaluación seminal es considerada como un punto crítico en el proceso de la inseminación artificial, ya que muchas veces una fertilidad reducida es un indicador de alteraciones detectables mediante un examen rutinario del semen (Almaguer et al., 2015). Por tanto, evaluar la calidad del semen resulta económicamente significativo (González et al., 2013).

2.1 Evaluación de semen porcino

El análisis del semen es crucial para identificar problemas de subfertilidad e infertilidad en los cerdos. Estos problemas pueden ser causados por diversos factores que afectan la calidad del semen, tales como el ambiente, la nutrición y las condiciones de salud (Torrentes et al., 2013).

2.1.1 Color

Generalmente, el semen presenta un color que varía entre gris y blanco cremoso. Si se colecta únicamente la segunda fracción espermática, esta será más densa y su color puede cambiar a tonalidades de blanco a amarillo claro (López et al., 2014).

2.1.2 Olor

Un olor fuerte en el semen puede indicar contaminación con orina, secreciones prepuciales o bacterias (Villarreal, 2023). Normalmente, el semen es inodoro (Cadena, 2024).

2.1.3 Volumen

La cantidad de semen en una eyaculación de un cerdo varía entre 100 y 300 ml, y está influenciada principalmente por factores como la edad, la raza, la frecuencia de servicio y las condiciones del entorno, además, si se recolecta menos de 50 ml y la concentración de espermatozoides es baja, existe una posibilidad que la eyaculación no haya sido completada, lo que podría requerir una nueva recolección (Rodríguez, 2005; Córdova et al., 2015).

2.1.4 pH

El pH de las secreciones de las glándulas seminales del verraco es ácido debido al ácido cítrico, y también contienen fructuosa e inositol (Villa, 2015). Generalmente, el pH del semen del cerdo varía entre 6.8 y 7.2, siendo más común entre 6.9 y 7.2 (Coronel, 2012).

Las variaciones en el pH afectan la viabilidad y motilidad espermática, por lo tanto, un pH superior a 8 indica una baja calidad de eyaculación o una infección en el tracto genital (Velásquez, 2014). Mientras que, un pH alcalino disminuye la capacidad fecundante del semen (Villa, 2015).

2.2 Morfología espermática

La morfológica espermática ayuda a la identificación de posibles anomalías en las diversas partes del espermatozoide, como la cabeza (incluyendo el acrosoma), el cuello, la pieza media, además de examinar la presencia de gotas citoplasmáticas y la cola (Rodríguez, 2005). Cada eyaculado contiene una serie de espermatozoides anormales, pero si su proporción es muy alta, entonces estaremos ante un semen de baja fertilidad (Arellano, 2023).

2.3 Anomalías de la morfología (porcentaje)

Es fundamental llevar a cabo una evaluación de morfoanomalías en el esperma, ya que se ha encontrado una correlación positiva entre la motilidad de los espermatozoides y su morfología, cabe destacar que un semen con un 15-20% de espermatozoides anormales no es

adecuado para la inseminación artificial, esta evaluación se realiza mediante una tinción con eosina-nigrosina, lo que facilita la visualización de las anomalías en los espermatozoides (Brogliatti, 2013).

Se evalúa el porcentaje de espermatozoides con defectos morfológicos, el 70 y 80% del eyaculado requiere de una morfología normal, es decir el 20 a 30% como máximo pueden tener anomalías espermáticas (Agüero, 2012). Si el porcentaje de anomalías supera el 30% se sugiere reevaluar la alimentación, el manejo del cerdo, condiciones de recolección y almacenamiento del semen.

2.4 Motilidad espermática

Una alta motilidad espermática en una muestra de control no solo enseña que la cola de los espermatozoides se mueve de manera correcta, sino que también asegura que la membrana espermática es funcional, lo cual es esencial para que el espermatozoide sea capaz de fecundar un óvulo (De Alba & Grossfeld, 2022).

La motilidad de los espermatozoides es uno de los parámetros más importantes en la evaluación de la calidad de eyaculado y en el control de calidad de las dosis de semen. La base del análisis de la motilidad mediante un sistema CASA es el análisis de varios parámetros del movimiento individual de los espermatozoides (detalles cinemáticos). En función de estos valores, los espermatozoides se clasifican en distintas clases de motilidad, lo que conduce al resultado del análisis: motilidad total (%) 62.65, motilidad progresiva (%) 61.58, motilidad rápida (%) 28.51, motilidad local (%) 1.07, sin motilidad (%) 37.35” (Becherer, 2023, p. 1).

2.5 Concentración espermática

Valverde et al., (2019), menciona que la concentración espermática en el semen de cerdos es crucial para la conservación y su utilización posterior, es decir, si solo se evalúa este

factor, puede disminuir la tasa de fertilidad, lo que aumentará el retorno al estro y reducirá tanto el tamaño de la camada como los números de parto; frecuentemente, la concentración espermática se ve afectada por el uso de diluyentes inapropiados.

2.6 Recolección de semen

Cuando los cerdos se acostumbran a usar el potro, la recolección de semen debe realizarse en un potro fijo dentro de la sala de recolección (Torrentes et al., 2013). Es esencial que el equipo que tenga contacto con el semen esté limpio y esterilizado, manteniendo una temperatura de 37°C, sin bajar de 32°C, posterior a la recolección, el semen debe ser trasladado al laboratorio para su análisis (Campos, 2015).

La primera secreción preeyaculatoria proveniente de las glándulas uretrales, que oscila entre 10 y 15 ml, no debe ser recolectada, ya que, carece de espermatozoides y puede contener residuos de orina y una alta carga bacteriana (Palma, 2008; pal et al., 2013). Luego, se obtiene una fracción rica en espermatozoides, que incluye células espermáticas y una pequeña cantidad de secreción, con un volumen de 30 a 50 ml, posteriormente, se recoge una fracción con baja cantidad de espermatozoides y una mayor proporción de secreción de vesículas seminales (Palma, 2008).

La secreción de las glándulas bulbouretrales, que se asemeja a granos, se libera de manera intermitente en la segunda mitad de la eyaculación y debe ser filtrada con un trozo de gasa colocado en la bolsa de recolección, ya que no es adecuada para la preparación y conservación del semen (Bermúdez, 2023).

El proceso de eyaculación puede durar entre 5 y 7 minutos, y el volumen del eyaculado suele ser superior a 300 ml (Althouse et al., 1998). Según Palma, (2008), la eyaculación puede extenderse hasta aproximadamente 10 minutos.

El semen recién eyaculado es muy sensible a cambios bruscos de temperatura y debe refrigerarse solo después de ser diluido a la misma temperatura que el semen y el diluyente, por lo tanto, es crucial que el recipiente colector esté térmicamente aislado para que el semen llegue al laboratorio con una temperatura mínima de 32°C (Bermúdez, 2023).

2.7 Biotecnologías de campo

El uso de biotecnologías en la ganadería, específicamente en la reproducción animal, tiene como finalidad intensificar el mejoramiento y la multiplicación de razas y ejemplares con alta calidad genética, lo que resulta en un avance significativo en el progreso genético de la especie o raza en cuestión (Uffo, 2011).

El sistemas de análisis de semen asistido por computadora (CASA) representan una innovación biotecnológica que sustituye el análisis tradicional subjetivo del semen, ofreciendo una amplia gama de datos que han permitido un examen más detallado de los eyaculados de los cerdos (Valverde et al., 2021).

2.8 Sistema CASA SCA.

Los sistemas de análisis de esperma asistidos por computadora permiten una evaluación más objetiva de la motilidad y otros parámetros cinéticos superando las limitaciones de la observación visual además proporcionan información detallada sobre la movilidad total y progresiva facilitando un análisis más completo utilizando una cámara de alta definición un escáner de imágenes y una computadora con software especializado para almacenar y analizar los datos, las principales diferencias entre estos sistemas radican en el desarrollo de sus propios programas para el análisis aunque todos comienzan con un conjunto básico de técnicas de análisis de imágenes (Valverde, 2021).

2.9 AndroScope Casa System To GO

Según Simmet, (2022), AndroScope es un sistema CASA móvil y compacto basado en AndroVision® que permite analizar muestras de semen en cualquier lugar monitoreando la motilidad y concentración durante todo el proceso de producción, transporte e inseminación, cuenta con una cámara profesional de alta velocidad y un enfoque robusto para un análisis preciso, su unidad de calentamiento alcanza rápidamente la temperatura óptima garantizando condiciones ideales para el análisis, es ideal para diversas aplicaciones especialmente en el campo y puede analizar semen de diferentes especies con perfiles estándar para toros, cerdos, sementales, perros, pequeños rumiantes y aves de corral, además permite añadir más perfiles en colaboración con Minitube y analizar semen fresco, refrigerado o descongelado.

2.9.1 Parámetros cinemáticos

Refleja tanto el porcentaje de espermatozoides móviles como diversos aspectos relacionados con la movilidad, incluyendo velocidad y desviación de la linealidad Abaigar et al., (como se citó en Bermúdez, 2023).

Movimiento Total (MT, %): Este parámetro indica el porcentaje de espermatozoides que tienen una Velocidad Curvilínea (VCL) superior a 10 $\mu\text{m/s}$.

Movimiento Progresivo (MP, %): Se refiere al porcentaje de espermatozoides que presentan un índice de rectitud (STR) igual o superior al 75% en la muestra.

Estáticos (%): Este término se utiliza para describir el porcentaje de espermatozoides que tienen una Velocidad Curvilínea (VCL) inferior a 10 $\mu\text{m/s}$.

Figura 1*Parámetros de movimientos de los espermatozoides*

Parámetro	Abreviatura	Unidad	Definición
Velocidad en línea recta	VSL	µm/sec	Velocidad de la cabeza de un espermatozoide a lo largo de la línea recta entre.
Velocidad en línea curva	VCL	µm/sec	Velocidad de la cabeza de un espermatozoide a lo largo de su trayectoria curvilínea , tal como se percibe en dos dimensiones en el microscopio. Es una medida del vigor celular.
Velocidad trayectoria media	VAP	µm/sec	Velocidad de la cabeza de un espermatozoide a lo largo de su trayectoria media . Esta trayectoria se calcula suavizando la trayectoria curvilínea según los algoritmos del sistema CASA.
Frecuencia de cruce	BCF	Hz	Velocidad media a la que la trayectoria curvilínea cruza la trayectoria media.
Amplitud del desplazamiento	ALH	µm	Magnitud del desplazamiento lateral de la cabeza de un espermatozoide con respecto a su trayectoria media.
Oscilación	WOB		VAP/VCL ; es una medida de oscilación de la trayectoria real respecto a la trayectoria media.
Linealidad	LIN		VSL/VCL ; la linealidad de una trayectoria curvilínea.
Rectitud	STR		VSL/VAP ; linealidad de la trayectoria media.
Actividad de la cabeza	HAC	rad	Para cada posición por fotograma del vídeo de análisis, se almacena el „ ángulo medio del eje “ (en un radián) (= línea de puntos). Se calcula la desviación de este ángulo de dos fotogramas consecutivos y se promedia sobre todos los fotogramas. El HAC es la media de todas las diferencias calculadas del ángulo medio del eje de dos fotogramas consecutivos. Resumiendo : cuanto más se mueve la cabeza, más probable es que el espermatozoide sea móvil.
Radio	RADIUS		Imagine un cuadrado como superposición de la trayectoria media, que cubre toda la trayectoria media del espermatozoide. El radio es la distancia desde el punto medio del cuadrado hasta la distancia más larga del recorrido medio.
Rotación	ROT	%	Se calcula en función de los cambios de orientación a lo largo de la trayectoria media de los espermatozoides. La rotación suma todos los cambios de orientación durante una secuencia de vídeo.

Nota. Detalles cinemáticos determinados por AndroVision ® y AndroScope.

Fuente: Becherer, (2023).

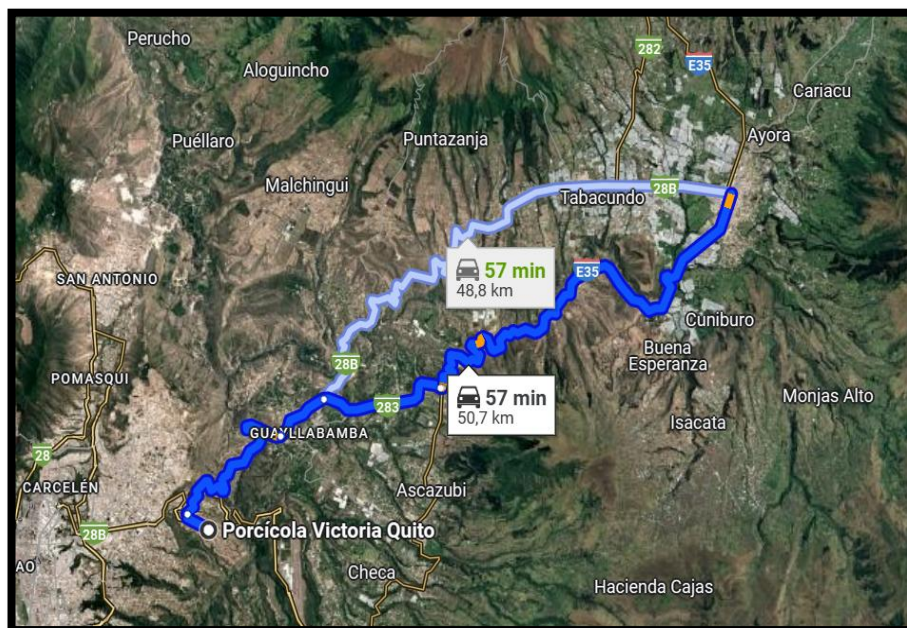
3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en dos localidades: en la empresa porcícola “Victoria”, ubicada en la parroquia Calderón, provincia de Pichincha y en el Laboratorio de Docencia 1 de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Politécnica Salesiana.

Figura 2

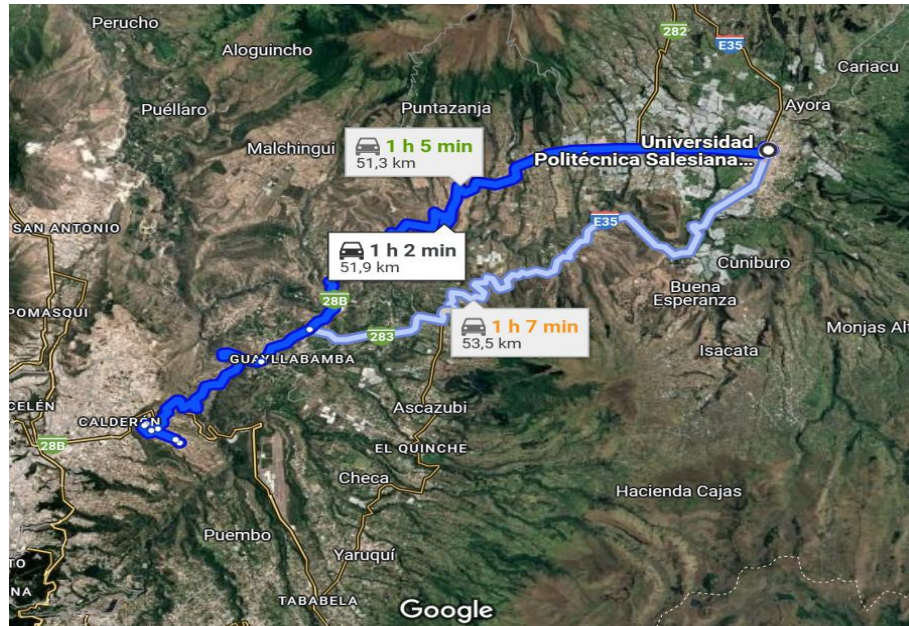
Zona de ubicación de la Porcicola “LA VICTORIA”



Elaborado por: Las autoras, (2025)

Figura 3

Ubicación geográfica del laboratorio docencia 1 de la UPS



Elaborado por: Las autoras, (2025)

3.2 Fase de campo

Para la investigación se emplearon tres razas de cerdos, de 2 a 3 años, la granja porcina cuenta con instalaciones de acuerdo con el sistema productivo y de bienestar animal, con una temperatura que oscila entre 15 y 23 °C, donde cada animal se alimenta con una ración de 3 Kg de sobrealimento elaborado por la empresa al 17% de proteína, agua con disponibilidad del animal en cada cubículo.

3.3 Extracción del semen

Se seleccionó el cerdo para la colecta, que fue entrenado para realizar la monta en el caballete, una vez encima de la monta artificial, se limpió la zona del pene con agua y papel, y se procedió a tomar el miembro con las debidas medidas de bioseguridad como es la mano con

doble guante, la primera porción del eyaculado se desechó, mientras que la segunda porción del eyaculado fue recolectada en el envase especial, con la funda de recolección, se tomó la mayor cantidad de semen posible (80 ml) y se almacenó en un cooler hasta llevar al laboratorio.

3.4 Fase de laboratorio

3.4.1 Determinación de motilidad y concentración espermática

Una vez las muestras ya en laboratorio, se procedió con el primer paso para el análisis de concentración espermática y motilidad, se realizó la desinfección del área de trabajo y de las manos del personal para evitar la contaminación de las muestras (Anexo 1).

Posteriormente, se prepararon los equipos necesarios: la placa térmica (baño maría) y el AndroScope, los cuales deben conectarse al menos 30 minutos antes del inicio del análisis para garantizar que alcancen la temperatura adecuada de 37 °C, especialmente la placa térmica que se utiliza para calentar las dosis seminales. Una vez listos los equipos, se desempacan las dosis seminales y se rotulan los tubos Eppendorf según la raza a analizar (Anexo 2).

Se vierten 750 µL de las dosis seminales en los tubos rotulados, esperando el tiempo necesario para que las muestras alcancen la temperatura deseada. Cuando están calientes, se agitan suavemente los tubos Eppendorf para activar los espermatozoides y garantizar resultados precisos en el análisis. Luego, con una pipeta calibrada con una medida de 3 µL, se transfiere la dosis seminal a una cámara de recuento, la cual cuenta con divisiones marcadas que sirven como referencia para posicionar las muestras.

La cámara se introduce en el AndroScope hasta la marca de llenado. Al encender el equipo, se ingresan los datos referenciales de cada muestra y, tras estabilizarse la temperatura óptima de análisis, la imagen de la muestra se visualiza en vivo en la pantalla de la computadora o Tablet conectada (Anexo 2).

Se procede al análisis de concentración espermática y motilidad bajo el microscopio (AndroScope), reflejando los resultados en tiempo real. Este procedimiento se repite dos veces por muestra para garantizar la reproducibilidad y fiabilidad de los resultados, evitando la exposición prolongada a la luz para no afectar la calidad de los espermatozoides (Anexos 5 a 16).

3.4.2 Determinación de anormalidades espermáticas

La evaluación de anormalidades en los espermatozoides se llevó a cabo utilizando la tinción de eosina-nigrosina. Para ello, se tomó una muestra de semen diluido en una proporción de 1:3 (semen: diluyente) 3 μ L con la ayuda de una micropipeta.

La muestra se depositó cuidadosamente sobre un portaobjetos, y se agregó una gota de la solución eosina nigrosina, sobre el cual se realizó un frotis utilizando otro portaobjetos, para que la muestra quede en una capa fina y homogénea. Posteriormente la muestra se observó bajo el microscopio óptico a un aumento de 40x (Anexo 3).

Se visualizó un promedio de 10 a 15 campos del portaobjetos para observar el porcentaje de anomalías, se identificó contando un total de 100 espermatozoides. Este procedimiento permitió calcular la frecuencia de las anomalías espermáticas, lo cual es fundamental para evaluar la calidad del semen y su relación con la fertilidad (Anexo 3).

3.5 Análisis estadístico

Las variables razas y semanas fueron analizadas con un Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 repeticiones y las medias de los tratamientos fueron separadas con una prueba de Tukey al nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$). Los resultados se analizaron con el software informático InfoStat.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis espermático de especie porcina

El análisis espermático asistido por computadora AndroScope que mide la motilidad y concentración de los espermatozoides se realizó durante cuatro semanas de colecta de las tres razas porcinas. “El objetivo de este informe técnico es ilustrar la clasificación de respectivas clases de motilidad y los parámetros cinemáticos se determinan en AndroVision® y AndroScope, cuál es su significado y cómo se utilizan para calcular y visualizar la motilidad de la muestra” (Becherer, 2023).

Tabla 1

Evaluación seminal de la primera semana de colecta

ANÁLISIS DE LA MUESTRA	DUROC	PIETRAIN	LANDRACE
Número total de espermios	3897	1154	3775
Concentración (millones)	7372 x10 ⁶	2183 x10 ⁶	7142 x10 ⁶
Motilidad total %	91,1	76,92	92,95
Motilidad progresiva %	86,83	68,76	88,61
Motilidad rápida%	66,19	35,09	70,7
Motilidad lenta%	16,35	32,26	13,44
Motilidad circular %	4,28	1,41	4,47
Motilidad local %	4,27	8,16	4,35
Sin motilidad %	8,9	23,08	7,05

Elaborado por: Las autoras, (2025)

Según la evaluación seminal de la primera de colecta, en la Tabla 1 se observa que el mayor número de espermatozoides por campo y concentración en millones presentaron las razas Duroc y Landrace, según este indicador la muestra de este estudio supera el valor presentado por Erazo, (2007), quien informó concentraciones espermáticas de 338,13 esp.x10⁹/mm³ en la raza Camborough.; para motilidad total, según los parámetros del software AndroVision del AndroScope es de 62,65% (Becherer, 2023). Las tres razas en el estudio tiene

un buen comportamiento mayor al promedio indicado, siendo la mejor muestra de Landrace; el porcentaje de motilidad progresiva es 61,58% y motilidad rápida es 28,51%, las tres razas están dentro de los valores estándar, siendo la mejor la raza Landrace; motilidad lenta el valor referencial es hasta 32,53%, las razas Landrace, Duroc, Pietrain estuvieron dentro del parámetro indicado, este valor puede reflejar alteraciones en la calidad espermática por envejecimiento celular, defectos morfológicos, baja calidad seminal del cerdo, por enfermedades infecciosas, nutricionales o estrés térmico; motilidad circular se permite un 0,54%, en los tres cerdos evaluados el resultado el porcentaje no es el ideal, la Tabla 1 indica valores superiores a lo mencionado anteriormente, ya que, según Oliva, (2004), “considera que estos espermatozoides presentan este tipo de movimiento por causas de choque térmico por temperaturas bajas, estos espermatozoides tienen menor probabilidad de fecundar” (p. 21). Posiblemente las causas pueden estar asociados por varios factores, alteraciones en la membrana plasmática, deficiencias nutricionales, efecto del diluyente o conservación, lesiones en el flagelo, efectos tóxicos y estrés oxidativo (Hafez, 2016); motilidad local es 1,07%, los tres ejemplares presentan una motilidad no deseada ya que sus valores son mayores, esto hace que el espermatozoide no tenga la capacidad para viajar en el tracto reproductivo de la hembra; sin movilidad el porcentaje más alto tiene la raza Pietrain con relación a las otras dos razas del estudio, pero, se encuentra dentro del parámetro que es menor al indicado por (Becherer, 2023) que es 37,35% de espermatozoides sin motilidad.

Tabla 2*Evaluación seminal de la segunda semana de colecta*

ANÁLISIS DE LA MUESTRA	DUROC	PIETRAIN	LANDRACE
Número total de espermios	2638	1332	1089
Concentración (millones)	4960 x10 ⁶	2520 x10 ⁶	2060 x10 ⁶
Motilidad total %	83,84	88,09	61,46
Motilidad progresiva %	78,54	82,84	44,04
Motilidad rápida%	56,08	54,98	5,59
Motilidad lenta%	16,04	19,38	38,12
Motilidad circular %	6,43	8,49	0,33
Motilidad local %	5,3	5,25	17,42
Sin motilidad %	16,16	11,91	38,54

Elaborado por: Las autoras, (2025)

En la Tabla 2, en cuanto a la evaluación seminal de la segunda colecta, se visualiza que el número superior de espermatozoides por campo y concentración por millones corresponde a la razas Duroc y Pietrain; en la concentración por millones de espermios, la raza Duroc obtuvo un valor 4960 x10⁶ por lo que se puede establecer en un nivel de alcance superior, los cuales se relacionan con los datos indicados por Hafez, (como se citó en Villegas, 2022), que al analizar la concentración alcanzo un promedio de 100 a 400x10⁶; para motilidad total se observó un porcentaje mayor en la raza Pietrain, considerando que las otras dos razas superan la media porcentual establecida para este parámetro; en motilidad progresiva las razas Duroc y Pietrain superan el valor porcentual, según Méndez (como se citó en Villegas, 2022), evaluó en su estudio un porcentaje de 66 a 89% de la motilidad, en cambio en la raza Landrace los resultados son menores; las muestras de Duroc y Pietrain superan el porcentaje indicado de motilidad rápida, mientras que, la muestra de Landrace descendió en este parámetro en la segunda semana; en cuanto motilidad lenta, Duroc y Pietrain tuvieron un porcentaje menor considerado bueno, pero, Landrace presentó un valor mayor de motilidad lenta lo cual es negativo para este parámetro; en motilidad circular se presenta mayores porcentajes en la raza

Duroc (6,43%) y Pietrain (8,49%) este tipo de motilidad reduce la eficiencia del semen por lo tanto tasas más bajas de concepción, la raza Landrace tiene un valor menor (0,33%) a lo indicado por (Becherer, 2023); la motilidad local y sin motilidad los ejemplares Duroc, Pietrain y Landrace obtuvieron valores superiores a lo normal, este aumento puede sugerir un mayor porcentaje de espermatozoides que están activos, con movimientos ineficaces para la fertilización. Se puede acotar que en la segunda semana del muestreo la raza Landrace presenta los peores valores de calidad seminal, esto demuestra que los espermatozoides con movimientos normales poseen distintas velocidades, dependiendo de la capacidad fecundante del semen (Velásquez, 2014).

Tabla 3

Evaluación seminal de la tercera semana de colecta

ANÁLISIS DE LA MUESTRA	DUROC	PIETRAIN	LANDRACE
Número total de espermios	1051	1715	1025
Concentración (millones)	1988 x10 ⁶	3244 x10 ⁶	1939 x10 ⁶
Motilidad total %	80,67	94,45	82,07
Motilidad progresiva %	75,33	91,24	73,34
Motilidad rápida%	15,27	45,8	10,5
Motilidad lenta%	49,91	35	57,79
Motilidad circular %	10,15	10,44	5,04
Motilidad local %	5,34	3,21	8,73
Sin motilidad %	19,33	5,55	17,93

Elaborado por: Las autoras, (2025)

Según la evaluación seminal de la tercera semana de colecta, en la Tabla 3 se observó que el mayor número de espermios por campo presentó la raza Pietrain, un valor mayor a 500 espermatozoides que mencionan (De Alba & Grossfeld, 2022); en cuanto a los valores de concentración por millones la raza Pietrain se destaca teniendo una aptitud 3244 x 10⁶ rebasando numéricamente a lo analizado por (Valverde et al., 2019), con un valor de 432,39 x 10⁶; para la motilidad total las tres razas son superiores, la más notable es la raza Pietrain con

(94.45%) siendo el mínimo 70% indicado en raza Pietrain Belga (PIC, 2017); respecto a motilidad progresiva y rápida, los porcentajes de los tres ejemplares analizados superaron los parámetros establecidos, Pietrain mostró el mejor desempeño en estas variables; para motilidad lenta y para motilidad circular según (Cadena, 2024), el valor aceptable se encuentra entre 41% y 60% en este estudio las tres cerdos evaluados presentaron valores elevados según la especificación del programa para esta especie, lo cual no es favorable. Además, se observó que la motilidad local en las razas Duroc, Pietrain y Landrace se encuentra por encima de lo normal, lo que sugiere un mal potencial reproductivo en estas razas. Sin embargo, el parámetro de espermatozoides sin movilidad reflejó un valor alto en los tres verracos, lo que es preocupante en términos de calidad seminal como para la práctica de inseminación artificial.

Tabla 4

Evaluación seminal de la cuarta semana de colecta

ANÁLISIS DE LA MUESTRA	DUROC	PIETRAIN	LANDRACE
Número total de espermios	1454	2737	1025
Concentración (millones)	2751 x10 ⁶	5178 x10 ⁶	3666 x10 ⁶
Motilidad total %	83,01	94,12	92,48
Motilidad progresiva %	78,45	90,66	89,61
Motilidad rápida%	51,71	60,62	67,32
Motilidad lenta%	23,78	14,92	18,1
Motilidad circular %	2,96	15,12	4,2
Motilidad local %	4,56	3,46	2,87
Sin motilidad %	16,99	5,88	7,52

Elaborado por: Las autoras, (2025)

Los resultados de la cuarta semana en la Tabla 4, se analizó qué para los parámetros de número total de espermios por campo, concentración por millones, motilidad total, progresiva, rápida, lenta, circular y sin motilidad en los cerdos evaluados, se obtuvo valores porcentuales positivos que determina el sistema de análisis espermático asistido por computadora (CASA) (Becherer, 2023); sin embargo, para motilidad local, y sin motilidad las tres razas evaluadas

dieron un porcentaje mayor a lo dispuesto, tomando en cuenta que es muy preocupante ya que afectará directamente la eficiencia reproductiva de los cerdos donadores de semen.

4.2 Calidad espermática entre las tres razas porcinas Duroc, Pietrain, Landrace

En los sistemas productivos porcinos se realiza el manejo reproductivo mayormente utilizando la técnica de IA con semen diluido, por lo cual, es esencial asegurar que la calidad seminal debe estar por encima de los parámetros estándar, ya que, una motilidad espermática deficiente puede indicar alteraciones morfológicas que están relacionadas con una baja fecundidad y menor número de camadas.

Tabla 5

Calidad espermática entre tres razas porcinas Duroc, Pietrain, Landrace

ANÁLISIS DE VARIANZA (TUKEY)			
	DUROC $\bar{x}$	PIETRAIN $\bar{x}$	LANDRACE $\bar{x}$
Número total de espermios	2260 a	1690 a	1728,5 a
Concentración	53,35 a	41,02 a	46,28 a
Motilidad total %	84,66 a	88,4 a	82,24 a
Motilidad progresiva %	79,79 a	83,38 a	73,9 a
Motilidad rápida%	47,31 a	49,12 a	38,53 a
Motilidad lenta%	26,52 a	25,39 a	31,86 a
Motilidad circular %	5,96 a	8,87 a	3,51 a
Motilidad local %	4,87 a	5,02 a	8,34 a
Sin motilidad %	15,35 a	11,61 a	17,76 a

Elaborado por: Las autoras, (2025)

En la Tabla 5 se demuestra que no hubo diferencias estadísticas significativas entre las tres razas porcinas ($p > 0,05$) los parámetros evaluados fueron (número total de espermios, concentración y motilidad), sin embargo, a pesar de que no hubo diferencias significativas, se observó una tendencia numérica mayor en la raza Duroc en número total de espermios y concentración; en cuanto a motilidad rápida y progresiva las tres razas superan los valores

normales siendo Duroc y Pietrain los mejores para una muestra de eyaculado diluido; en motilidad lenta los tres ejemplares mostraron valores por debajo del límite permitido; en motilidad circular y local las tres razas presentaron medias mayores a lo establecido en los parámetros para semen porcino, encontrándose que estas dos cuantificaciones fueron las peores; y por último, para espermios sin motilidad los tres cerdos evaluados mostraron valores menores a la normalidad. También se debe acotar que la raza Landrace presentó los valores más bajos en la evaluación durante las cuatro semanas de estudio en comparación a las otras dos razas.

4.3 Morfología espermática

La mayor parte de las muestras de semen de casi todos los animales contienen algunos espermatozoides de estructura anormal, por lo común esto no se asocia a bajas tasas de fecundidad, a menos que la proporción de espermatozoides anormales exceda alrededor del 20% e incluso en estos casos algunos tipos de anormalidades pueden no asociarse a la infecundidad (Hafez, 2016, p. 384).

Tabla 6*Análisis de la morfología espermática de tres razas porcinas*

MORFOLOGÍA			
RAZAS	REPETICIÓN	NORMALES %	ANORMALES %
Duroc	1	60,58	39,42
Duroc	2	53,27	46,73
Duroc	3	72,52	27,48
Duroc	4	70,59	29,41
Pietrain	1	69,61	30,39
Pietrain	2	51,46	48,54
Pietrain	3	65,55	34,45
Pietrain	4	49,66	50,34
Landrace	1	63,44	36,56
Landrace	2	43,81	56,19
Landrace	3	71,43	28,57
Landrace	4	75,47	24,53

Elaborado por: Las autoras, (2025)

En la Tabla 6 se describe el porcentaje de anormalidades encontradas en el análisis mediante microscopia por tinción específica (eosina-nigrosina), según los estándares normales una muestra debería contener más 70% de espermatozoides normales, en este estudio se detectó que los tres cerdos evaluados superan al 20% de anomalías en las cuatro semanas de evaluación, estas anomalías se pueden presentar por varios factores, como manejo del verraco, alimentación, manipulación de la muestra, contaminación, temperatura, etc.

Las anomalías que más se presentaron en los tres cerdos evaluados fueron, cola en látigo 25,44% esto revela que el cerdo está sometido a un shock térmico o su alimentación no es correcta (Caiza, 2009); en aglutinación se encontró un 1,77%, superior de 0-10% de espermatozoides aglutinados se considera de grado 1, esta anomalía puede presentarse por presencia de impurezas en el semen, acúmulo de espermatozoides (muertos o vivos), unidos a células epiteliales, se puede observar en el eyaculado fresco y en semen diluido (Ashok et al., 2005; Carvajal et al., 2004; Gadea, 2005), también pueden aglutinarse por las siguientes causas:

aparición de restos de gel originado por las glándulas bulbouretrales (filtrado incorrecto), concentración muy elevada de espermatozoides en el eyaculado, mala calidad espermática, por manejo inadecuado del semen (Córdova et al., 2015); la gota citoplasmática proximal y distal se observó en un 3,66%. Las gotas proximales deben considerarse como verdaderas anomalías ya que se deben a una falta de maduración en los túbulos seminíferos estrictamente en las células de Sertoli (Allende & Arisnabarreta, 2020). Las gotas distales a menudo desaparecen algunas horas después de la recolección o durante la conservación en frío; se trata de un indicador a ser considerado “con indulgencia” ya que corresponde a una falta de maduración mucho más leve (Córdova et al., 2015); además se encontró dos espermatozoides con doble cabeza y dos con doble cola 0,22%, estas anomalías principales se presentan generalmente por una carencia espermática de la extensión de la espermatogénesis, especialmente en la cabeza y cola puesto que pueden ser un factor determinante en la salud reproductiva (PIC, 2017) (Anexo 4).

5. CONCLUSIONES

Según el análisis la calidad espermática utilizando el equipo portátil AndroScope del sistema CASA, en este estudio no se encontró diferencias estadísticas significativas entre las tres razas porcinas evaluadas, sin embargo, se observó una tendencia de mejor calidad seminal en las razas Duroc y Pietrain, excepto en motilidad circular y local, debido a que las tres razas presentaron valores superiores de acuerdo con las indicaciones del instructivo AndroVision para la especie porcina. Es importante señalar que el ejemplar de la raza Landrace presentó los parámetros más bajos de valoración seminal durante las cuatro semanas.

En la evaluación morfológica de los tres ejemplares se detectó anomalías superiores al 20%, lo cual indica que no están dentro de los valores normales de la especie, siendo el mayor porcentaje cola en látigo, aglutinación, gota citoplasmática proximal y distal como verdaderas anomalías, también se encontró espermatozoides con doble cabeza y con cola doble, estas alteraciones se pueden presentar por factores genéticos, ambientales, hormonales y manejo del cerdo.

La importancia de la evaluación seminal de animales donadores para la IA con tecnología de punta se hace indispensable para mejorar y ampliar información reproductiva de los ejemplares, predecir su fertilidad, mejorar las tasas de fecundación y el número de camadas, además, detectar a tiempo las morfoanomalías y los factores que pueden afectar la viabilidad espermática.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo con el estudio realizado se recomienda la utilización de tecnología microscopia computarizada que es un sistema automatizado de alta precisión para el análisis de semen, proporciona análisis clásicos de motilidad, concentración y morfología, así como evaluaciones basadas en fluorescencia de la funcionalidad de los espermatozoides con el fin de optimizar el control reproductivo y mejorar los programas de inseminación artificial.

Orientar a unidades productoras porcinas que realicen el análisis de forma periódica para un buen control de calidad espermática de los ejemplares donadores utilizando tecnología en cualquier punto del proceso de producción para mejorar parámetros reproductivos, productivos y económicos de las granjas porcícolas.

Realizar más estudios sobre parámetros cinemáticos de motilidad espermática para establecer valores estándar por especie, además, determinar cualquier desviación con respecto a valores normales.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, G. (2012). *Evaluación de las características seminales de sementales bovinos mediante el analizador seminal computarizado (CASA)*. Tesis de grado-Universidad Central De Venezuela-Venezuela.
- Alcivar, O. (2023). *Evaluación andrológica en cerdos reproductores destinados a la producción de semen en la granja López Suarez Parroquia Guare*. Tesis de grado-Universidad Técnica de Babahoyo-Ecuador.
- Allende, R., & Arisnabarreta, E. (2020). *Fisiología espermática, producción de semen y evaluación de la calidad seminal* (p. 62).
- Almaguer, Y., Font, H., Rosell, R., Quirino, C., & Torres, I. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un centro de inseminación artificial. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(7), 1–7.
- Alonso, R., Nava, L., Cama, J., & Gutiérrez, M. (2011). Influencia del tiempo de extracción en el volumen, concentración y motilidad del eyaculado de verracos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 83(1), 1–4.
- Althouse, G., Levis, D., & Diehl, J. (1998). *Semen collection, evaluation and processing in the boar* (p. 6).
- Arellano, L. (2023). *Evaluación morfológica y la calidad seminal de verracos criollos de la parroquia Palmira-Chimborazo*. Tesis de grado- Escuela Superior Politécnica De Chimborazo-Ecuador.
- Ashok, A., Allamaneni, S., Nallella, K., George, A., & Mascha, E. (2005). Correlation of reactive oxygen species levels with the fertilization rate after in vitro fertilization: A qualified meta-analysis. *Fertility and Sterility*, 84(1), 228–231.
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2004.12.057>
- Balogh, E., Dalnoki, A., Rozsa, L., Debnar, V., Varga, O., Ratky, J., Zsolnai, A., & Anton, I. (2020). Evaluation of porcine semen quality by portable and desktop CASA systems – Short communication. *Acta Veterinaria Hungarica*, 68(2), 197–199.
<https://doi.org/10.1556/004.2020.00023>
- Becherer, D. (2023). *Cómo interpretar los análisis de motilidad en AndroVision® y AndroScope* (p. 2). Minitube. www.minitube.com

- Bermúdez, G. (2023). *Evaluación de la viabilidad del semen porcino con la adición de conservantes para mejorar su calidad*. Tesis de grado-Universidad Politécnica Salesiana-Ecuador.
- Blas, J. (2024). *Evaluación de la calidad seminal en correlación a los factores asociados al manejo, nutrición y sanidad de verracos en granjas porcinas de la Provincia de Virú, Región la Libertad, Perú*. Tesis de grado-Universidad Privada Antenor Orrego-Perú.
- Brogliatti, G. (2013). Evaluación de la capacidad reproductiva del toro y su impacto de calidad seminal. *XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría*, 120–124.
- Cadena, J. (2024). *Evaluación de semen porcino centrifugado de raza Pietrain para la obtención de dosis con alta concentración espermática*. Tesis de grado-Universidad Técnica De Ambato-Ecuador.
- Campos, C. (2015). *Efeitos da utilização de plasma seminal sintético (predil® mr-a®) no desempenho reprodutivo da porca*. Tesis de grado-Universidad De Lisboa-Portugal.
- Carvajal, G., Cuello, C., Ruiz, M., Vázquez, J., Martínez, E., & 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>
- Coello, J. (2024). *Evaluación comparativa de los parámetros reproductivos entre inseminación artificial cervical, post cervical y monta directa en cerdas*. Tesis de grado-Universidad Técnica de Babahoyo-Ecuador.
- Córdova, A., Iglesias, A., Román, E., Guerra, J., Inzunza, J., Villa, E., Méndez, W., Huerta, R., Juárez, M., Méndez, M., Gómez, A., Olivares, J., & Velázquez, V. (2016). *Efecto de la raza sobre la producción y calidad seminal en cerdos*. Sitio Argentino de Producción Animal. www.produccion-animal.com.ar
- Córdova, A., Pérez, J., Méndez, W., Villa, A., & Huerta, R. (2015). Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana. *Revista Veterinaria*, 26(1), 69–74.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402015000100013
- Coronel, T. (2012). *Evaluación de los índices reproductivos de marranas híbridas de 2Do, 3Ro, 4To Y 5To parto, fertilizadas con inseminación artificial y monta natural en la granja “Pork” Tiquipaya – Cochabamba*. Tesis de grado-Universidad Mayor de San

Andres-Bolivia.

De Alba, C., & Grossfeld, R. (2022). *La motilidad del semen porcino: control de calidad* (p. 3).

Del Valle Rodríguez, A. (2017). Evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos utilizados en la monta natural. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(10), 1–17.

Dolors, M., & Fábrega, A. (2013). The Boar Spermatozoon. In S. Bonet, I. Casas, W. Holt, & M. Yeste (Eds.), *Boar reproduction: Fundamentals and New Biotechnological Trends* (pp. 3–47). Springer.

Erazo, E. (2007). *Efecto de la criopreservación sobre las características microscópicas del espermatozoide porcino*. Proyecto de grado-Escuela Agrícola Panamericana-Honduras.

Gadea, J. (2005). Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility. *Theriogenology*, 63, 431–444. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09.023>

González, L., Fischman, M., Boquet, M., Acerbo, M., Miguez, M., Cisale, H., & Ferrari, M. (2013). Boar semen : complementary techniques for its evaluation. *InVet*, 15(1), 37–46. <http://www.scielo.org.ar/pdf/invet/v15n1/v15n1a04.pdf>

Hafez, E. (2016). *Reproducción e inseminación artificial en animales* ([4a ed. en). Interamericana.McGraw-Hill.

López, R., Losada, V., & Solarte, A. (2014). Evaluación Reproductiva de Verraco. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 6(1), 29–34.

MAG. (2023). *Boletín situacional carne de cerdo* (p. 6). Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Montesdeoca, I. (2022). *Mejoras en los procesos de producción para la crianza de cerdos en la granja Monpal ubicada en el cantón Baba*. Tesis de maestría- Universidad Politécnica Salesiana- Ecuador.

Oliva, J. (2004). *Efecto del pH de un extensor de semen porcino sobre la calidad espermática*. Tesis de grado-Universidad De San Carlos De Guatemala-Guatemala.

Palma, G. (2008). *Biotechnología de la Reproducción* (p. 676).

Peñafiel, J. (2018). *Calidad seminal en reproductores porcinos de la Granja Porkrib – Santa Elena*. Tesis de grado- Universidad Técnica de Babahoyo-Ecuador.

- PIC. (2017). *Manual de manejo del Centro de Sementales* (p. 66). www.pic.com
- Rodríguez, H. (2005). Evaluación de la calidad seminal en el Verraco. *Avances En Tecnología Porcina*, 2, 1–16.
- Simmet, C. (2022). *Porcine reproduction technology AndroScope CASA System To Go* (p. 4).
- Torrenes, R., Kairo, T., Julio, L., & Luis, G. (2013). *Manual de inseminación artificial porcina*. (p. 74). <https://cenida.una.edu.ni/textos/NL10U58.pdf9>
- Uffo, O. (2011). Producción Animal Y Biotecnologías Pecuarias : Nuevos Retos. *Revista de Salud Animal*, 33(1), 8–14. [/scielo.php?script=sci_arttext&pid=&lang=pt](http://scielo.php?script=sci_arttext&pid=&lang=pt)
- Valverde, A. (2021). Importancia de la evaluación de la aptitud reproductiva mediante el análisis de semen por sistemas CASA. *Investiga TEC*, 1, 1–12.
- Valverde, A., Barquero, V., & Carvajal, V. (2021). Biotecnología aplicada al estudio de la movilidad del semen porcino. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 662–680. <https://doi.org/10.15517/am.v32i2.40628>
- Valverde, A., Madrigal, M., Solís, J., & Paniagua, W. (2019). Variabilidad en los métodos de estimación de la concentración espermática en verracos. *Agronomía Costarricense*, 43(2), 25–43. <https://doi.org/10.15517/rac.v43i2.37793>
- Velásquez, C. (2014). *Factores que influyen en la calidad seminal del verraco*. Artículo Científico-Vicerrectorado de Investigación-Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión-Perú.
- Villa, P. (2015). *Evaluación de semen porcino sometido a dilución en dos etapas térmicas y su efecto reproductivo sobre la inseminación artificial en cerdas*. Tesis de grado-Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- Ecuador.
- Villarreal, E. (2023). Identificación de factores humanos para conseguir la preñez de cerdas inseminadas artificialmente. *La Calera*, 23(40), 67–76. <https://doi.org/10.5377/calera.v23i40.16204>
- Villegas, J. (2022). *Evaluación de la calidad seminal de cerdos criollos (Sus scrofa domesticus)*. Tesis de grado-Universidad Estatal Península De Santa Elena-Ecuador.

8. ANEXOS

Anexos 1

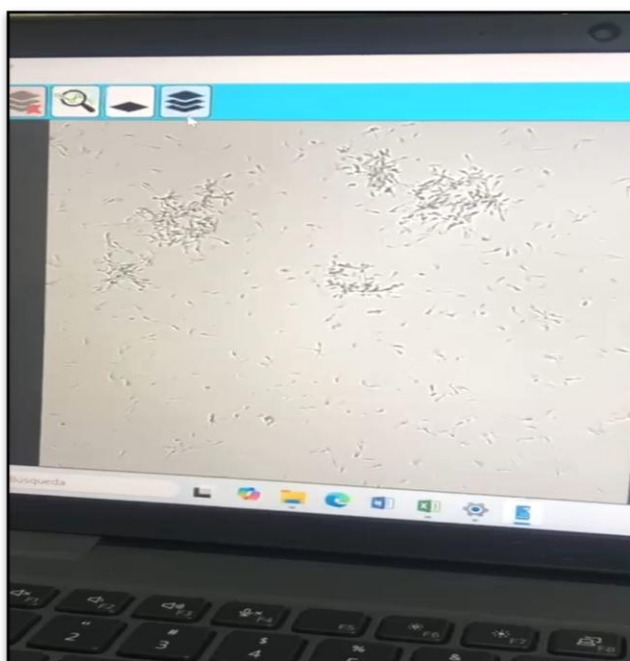
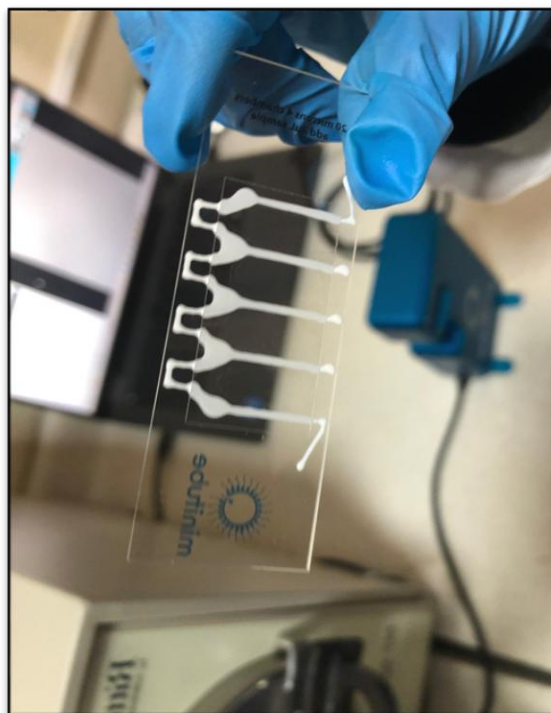
Llegada de muestras al laboratorio



Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 2

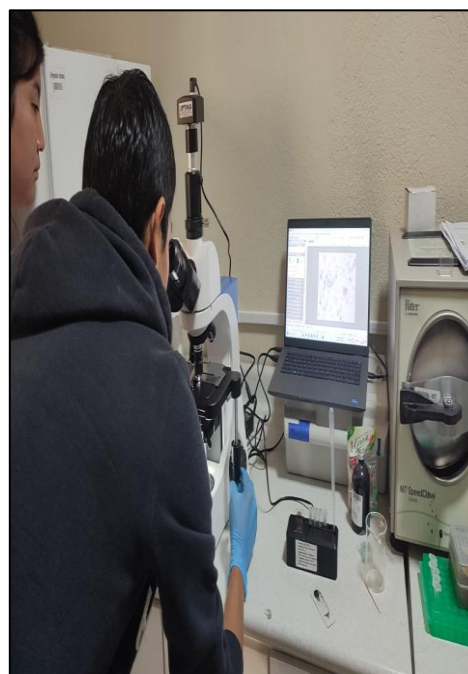
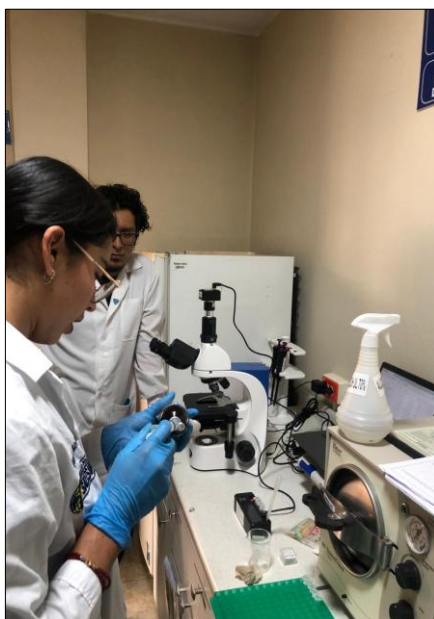
Análisis de motilidad y concentración



Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 3

Análisis de morfología



Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 4

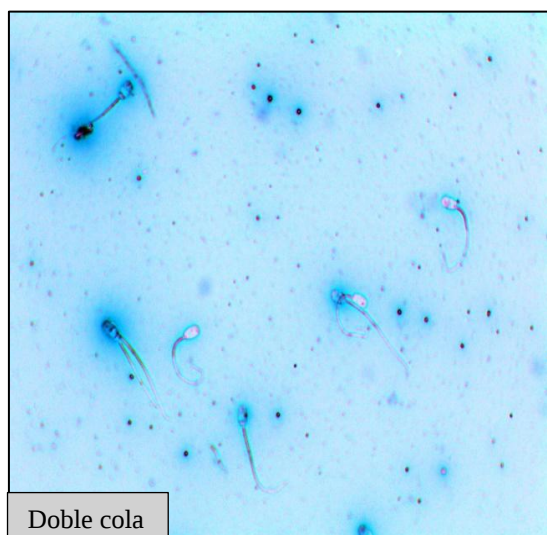
Visualización de Anomalías morfológicas



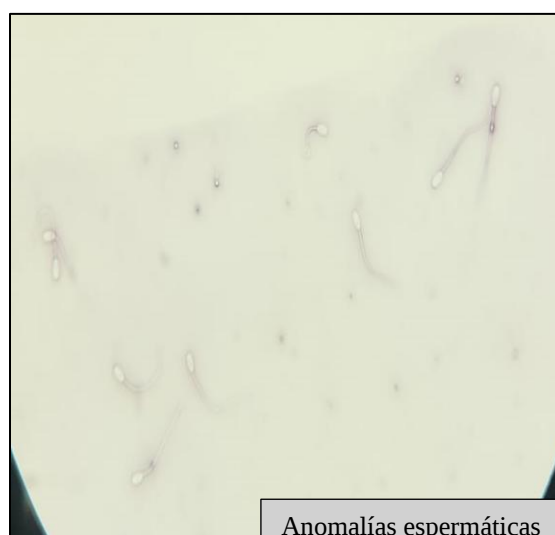
Doble cabeza



Colas en látigo y aglutinación



Doble cola



Anomalías espermáticas



Espermatozoides aglutinados

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 5

Resultado de la semana 1, raza Duroc



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR**

Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe
Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre
Cayambe
Ecuador

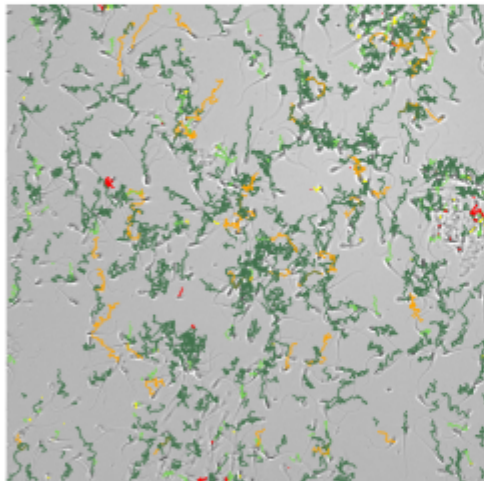
Teléfono: 02 3962946
Email: bioagrolab@ups.edu.ec
Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:	AD	Especie:	Verraco
ID:	3 DE DICIEMBRE 01	Raza:	DUROC

Motilidad y concentración

Análisis de muestra



Fecha del análisis:	12/3/2024
Número total de espermios analizados:	3897
Número de campos:	5
Tasa de dilución:	1+0
Concentración:	[10 ⁶ /ml] 92.16
Motilidad total:	[%] 91.10
Motilidad progresiva:	[%] 86.83
Motilidad rápida:	[%] 66.19
Motilidad lenta:	[%] 16.35
Motilidad circular:	[%] 4.28
Motilidad local:	[%] 4.27
Inmóviles:	[%] 8.90

Promedio cinemático	VCL [μm/s]	VSL [μm/s]	VAP [μm/s]	DCL [μm]	DSL [μm]	DAP [μm]	ALH [μm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total [=]	166.84	51.23	70.18	51.93	14.86	21.23	3.95	11.75	0.48	0.32	0.70
[σ]	73.83	37.92	37.89	31.68	12.16	13.88	1.76	7.27	0.23	0.22	0.26
Motilidad progresiva [=]	174.26	53.30	73.03	54.24	15.47	22.10	4.11	12.16	0.50	0.31	0.69
[σ]	69.24	37.99	37.09	31.03	12.22	13.77	1.67	7.18	0.22	0.21	0.27
Motilidad rápida [=]	191.24	56.53	78.22	59.26	16.43	23.66	4.51	12.30	0.53	0.30	0.69
[σ]	44.23	34.11	29.08	28.45	11.72	12.69	1.19	6.65	0.17	0.17	0.24
Motilidad lenta [=]	89.64	28.26	38.59	29.69	8.59	12.26	2.23	10.93	0.32	0.33	0.69
[σ]	22.33	18.64	16.72	14.36	6.80	7.21	0.66	6.77	0.18	0.21	0.23
Motilidad circular [=]	211.52	91.48	114.29	63.54	24.79	32.71	4.68	14.33	0.56	0.44	0.78
[σ]	190.20	178.76	141.06	105.01	41.86	43.81	4.81	25.72	0.71	0.80	0.87
Motilidad local [=]	26.94	12.17	16.36	8.36	3.37	4.83	0.89	3.89	0.19	0.54	0.77
[σ]	11.33	4.98	5.92	5.75	2.04	3.04	0.39	4.51	0.12	0.28	0.21

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 6

Resultado de la semana 1, raza Pietrain



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR**

Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe
Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre
Cayambe
Ecuador

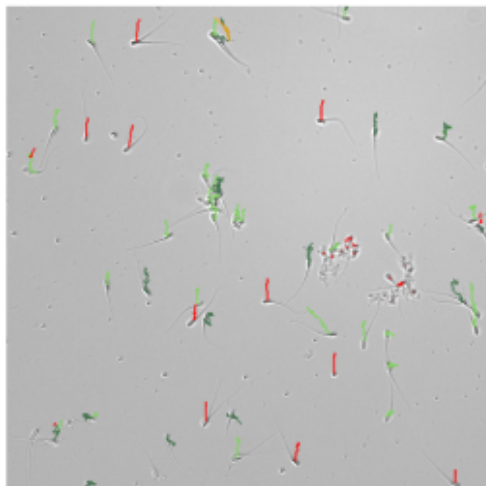
Teléfono: 02 3962946
Email: bioagrolab@ups.edu.ec
Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:	AD	Especie:	Verraco
ID:	3 DE DICIEMBRE 02	Raza:	PIETRAIN

Motilidad y concentración

Análisis de muestra



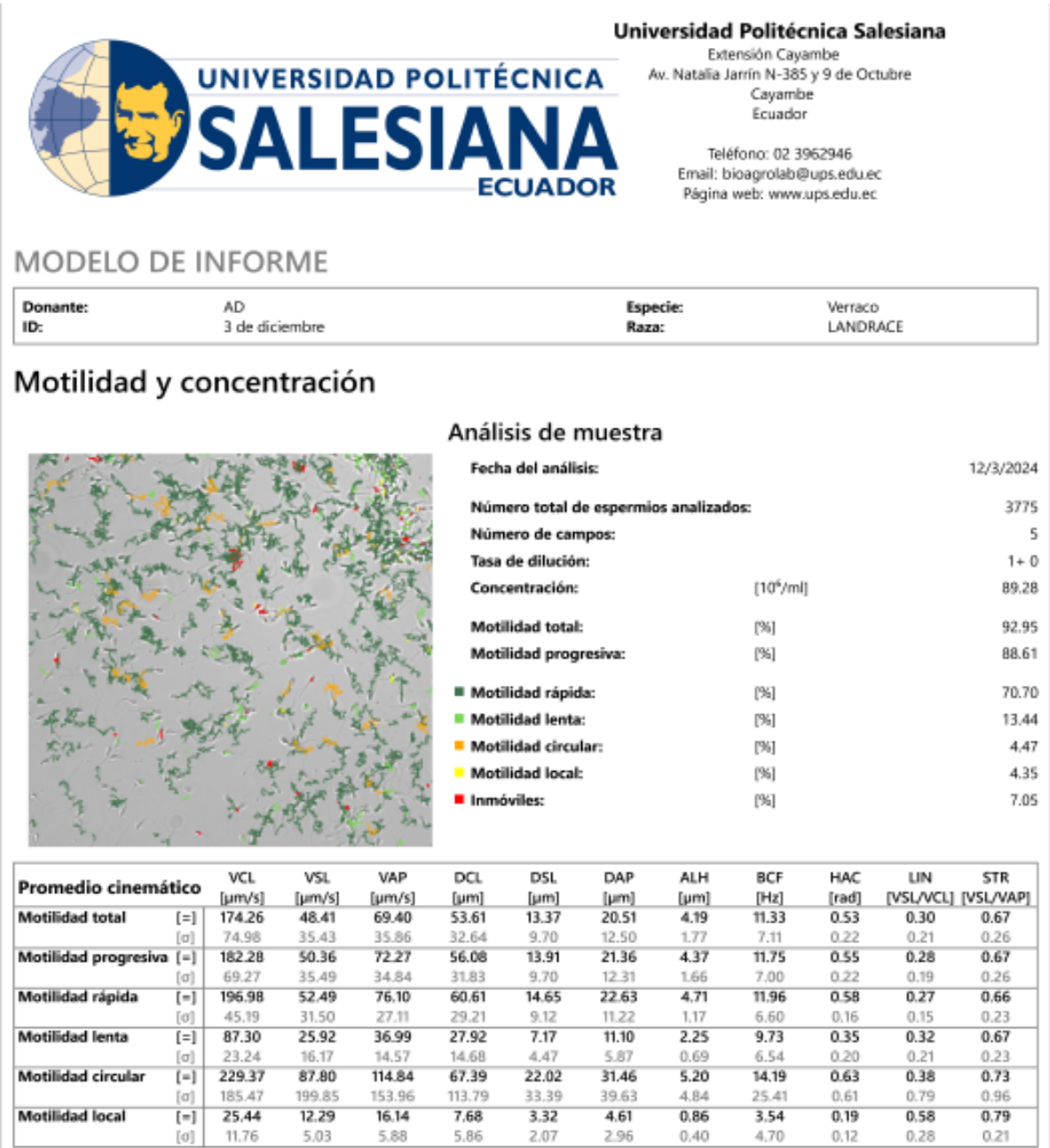
Fecha del análisis:	12/3/2024
Número total de espermios analizados:	1154
Número de campos:	5
Tasa de dilución:	1 + 0
Concentración:	[10 ⁶ /ml] 27.29
Motilidad total:	[%] 76.92
Motilidad progresiva:	[%] 68.76
Motilidad rápida:	[%] 35.09
Motilidad lenta:	[%] 32.26
Motilidad circular:	[%] 1.41
Motilidad local:	[%] 8.16
Inmóviles:	[%] 23.08

Promedio cinemático	VCL [μm/s]	VSL [μm/s]	VAP [μm/s]	DCL [μm]	DSL [μm]	DAP [μm]	ALH [μm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total [=]	123.61	38.91	53.57	35.77	9.97	14.68	2.95	10.98	0.34	0.34	0.70
[σ]	76.38	35.89	38.30	26.08	8.67	10.65	1.82	8.24	0.24	0.29	0.32
Motilidad progresiva [=]	134.60	42.12	58.00	38.80	10.73	15.80	3.19	11.63	0.36	0.33	0.69
[σ]	76.68	37.21	39.18	26.57	8.98	10.92	1.85	8.41	0.25	0.29	0.32
Motilidad rápida [=]	172.37	50.27	71.39	47.80	12.17	18.70	4.04	11.82	0.42	0.29	0.66
[σ]	41.73	32.70	28.68	23.51	8.03	9.51	1.14	7.25	0.19	0.19	0.25
Motilidad lenta [=]	82.79	28.24	37.03	26.76	8.30	11.38	2.04	11.32	0.27	0.36	0.72
[σ]	22.97	18.22	16.10	13.64	5.97	6.27	0.71	7.04	0.18	0.24	0.23
Motilidad circular [=]	194.43	99.59	121.90	47.75	20.23	27.53	4.26	12.95	0.42	0.51	0.77
[σ]	126.81	139.23	103.65	57.18	17.91	18.47	3.12	16.54	0.41	0.62	0.65
Motilidad local [=]	30.00	11.55	15.84	9.95	3.56	5.14	0.92	5.44	0.18	0.44	0.74
[σ]	10.92	5.25	5.67	5.75	2.06	2.85	0.38	5.00	0.13	0.24	0.20

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 7

Resultado de la semana 1, raza Landrace



Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 8

Resultado de la semana 2, raza Duroc



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR**

Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe
Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre
Cayambe
Ecuador

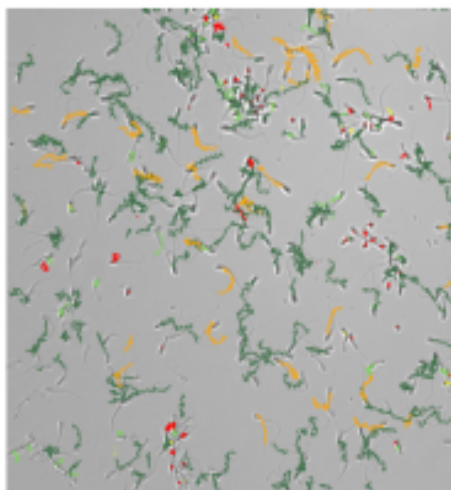
Teléfono: 02 3962946
Email: bloagrolab@ups.edu.ec
Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:	AD	Especie:	Verraco
ID:	10 DE DICIEMBRE 01	Raza:	DUROC

Motilidad y concentración

Análisis de muestra



Fecha del análisis:	12/10/2024
Número total de espermios analizados:	2638
Número de campos:	5
Tasa de dilución:	1 + 0
Concentración:	[10 ⁶ /ml] 62.39
Motilidad total:	[%] 83.84
Motilidad progresiva:	[%] 78.54
■ Motilidad rápida:	[%] 56.08
■ Motilidad lenta:	[%] 16.04
■ Motilidad circular:	[%] 6.43
■ Motilidad local:	[%] 5.30
■ Inmóviles:	[%] 16.16

Promedio cinemático	VCL [μm/s]	VSL [μm/s]	VAP [μm/s]	DCL [μm]	DSL [μm]	DAP [μm]	ALH [μm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total	[=] 161.22	48.98	65.57	52.09	15.03	20.82	3.56	14.57	0.48	0.32	0.71
	[σ] 82.94	37.42	39.17	33.72	12.81	14.81	1.79	9.85	0.27	0.22	0.28
Motilidad progresiva	[=] 170.54	51.63	69.12	55.07	15.86	21.95	3.75	15.27	0.50	0.31	0.71
	[σ] 80.09	37.83	38.90	33.39	12.99	14.87	1.74	9.83	0.27	0.21	0.29
Motilidad rápida	[=] 190.61	56.63	75.71	60.55	17.26	23.79	4.17	15.68	0.55	0.30	0.71
	[σ] 44.79	31.28	26.71	28.36	11.76	12.71	1.13	8.65	0.19	0.16	0.23
Motilidad lenta	[=] 84.56	24.03	33.70	28.43	7.09	10.56	2.09	11.37	0.31	0.30	0.67
	[σ] 22.62	16.64	15.78	13.27	4.96	5.67	0.65	7.45	0.21	0.21	0.22
Motilidad circular	[=] 205.47	77.20	100.15	73.09	25.79	34.67	4.16	21.90	0.60	0.38	0.76
	[σ] 131.07	94.58	74.24	74.63	26.40	29.45	3.27	25.29	0.50	0.45	0.59
Motilidad local	[=] 29.31	11.37	15.22	9.93	3.35	4.79	0.88	4.59	0.19	0.48	0.77
	[σ] 12.51	4.93	5.72	6.82	2.11	3.00	0.42	5.04	0.13	0.29	0.20

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 9

Resultado de la semana 2, raza Pietrain



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR**

Universidad Politécnica Salesiana
Extensión Cayambe
Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre
Cayambe
Ecuador

Teléfono: 02 3962946
Email: bioagrolab@ups.edu.ec
Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

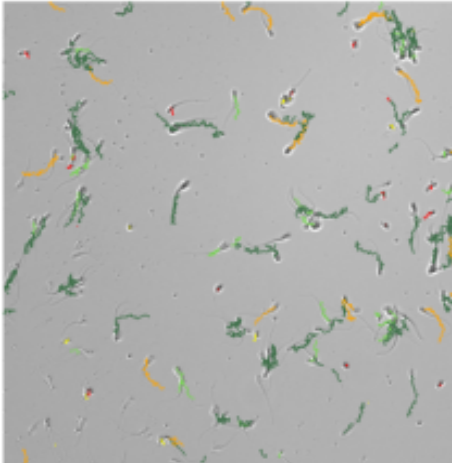
Donante:
ID:

AD
10 DE DICIEMBRE 02

Especie:
Raza:

Verraco
PIETRAIN

Motilidad y concentración



Análisis de muestra

Fecha del análisis:

12/10/2024

Número total de espermios analizados:

1332

Número de campos:

5

Tasa de dilución:

1+ 0

Concentración:

[10⁶/ml]

31.50

Motilidad total:

[%]

88.09

Motilidad progresiva:

[%]

82.84

Motilidad rápida:

[%]

54.98

Motilidad lenta:

[%]

19.38

Motilidad circular:

[%]

8.49

Motilidad local:

[%]

5.25

Inmóviles:

[%]

11.91

Promedio cinemático	VCL [μm/s]	VSL [μm/s]	VAP [μm/s]	DCL [μm]	DSL [μm]	DAP [μm]	ALH [μm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total	[=] 151.48	56.25	69.26	49.08	18.01	22.40	3.31	14.79	0.40	0.39	0.78
	[σ] 73.42	37.82	37.81	30.27	14.02	15.01	1.66	8.98	0.22	0.23	0.24
Motilidad progresiva	[=] 159.04	58.97	72.56	51.48	18.88	23.47	3.47	15.38	0.41	0.39	0.78
	[σ] 70.20	37.67	37.01	29.84	14.08	14.94	1.61	8.89	0.22	0.23	0.25
Motilidad rápida	[=] 179.63	62.35	77.82	56.63	19.47	24.56	3.93	15.42	0.45	0.36	0.77
	[σ] 41.43	31.60	26.57	26.04	12.97	13.23	1.11	7.85	0.18	0.18	0.22
Motilidad lenta	[=] 88.09	36.42	44.37	30.33	12.12	14.92	2.01	13.15	0.31	0.42	0.78
	[σ] 23.08	21.52	19.09	14.35	8.84	8.73	0.64	6.98	0.18	0.23	0.21
Motilidad circular	[=] 179.78	89.33	102.82	65.17	31.18	36.44	3.61	20.65	0.44	0.52	0.86
	[σ] 98.70	65.41	59.36	49.17	21.58	22.74	2.62	16.88	0.31	0.35	0.31
Motilidad local	[=] 27.27	11.64	14.92	9.63	3.71	4.89	0.77	5.10	0.18	0.50	0.80
	[σ] 11.25	4.67	5.55	5.96	1.92	2.48	0.36	5.57	0.13	0.26	0.17

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 10

Resultado de la semana 2, raza Landrace



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**
ECUADOR

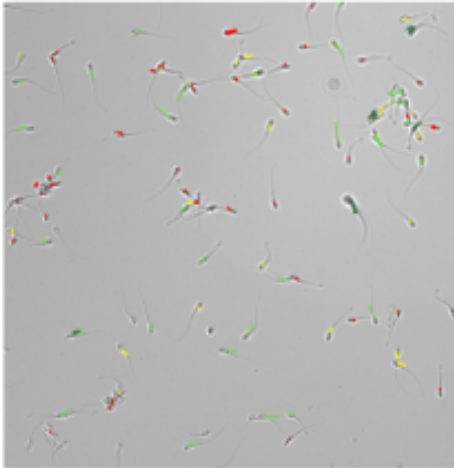
Universidad Politécnica Salesiana
Extensión Cayambe
Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre
Cayambe
Ecuador

Teléfono: 02 3962946
Email: bioagrolab@ups.edu.ec
Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:	AD	Especie:	Verraco
ID:	10 DICIEMBRE 01	Raza:	LANDRACE

Motilidad y concentración



Análisis de muestra

Fecha del análisis:	12/10/2024
Número total de espermios analizados:	1089
Número de campos:	5
Tasa de dilución:	1+ 0
Concentración:	[10 ⁶ /ml] 25.75
Motilidad total:	[%] 61.46
Motilidad progresiva:	[%] 44.04
■ Motilidad rápida:	[%] 5.59
■ Motilidad lenta:	[%] 38.12
■ Motilidad circular:	[%] 0.33
■ Motilidad local:	[%] 17.42
■ Inmóviles:	[%] 38.54

Promedio cinemático	VCL [μm/s]	VSL [μm/s]	VAP [μm/s]	DCL [μm]	DSL [μm]	DAP [μm]	ALH [μm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total	[=] 69.66	26.01	31.89	25.68	9.51	11.68	1.72	11.29	0.19	0.42	0.80
	[σ] 53.49	22.93	24.45	19.37	8.17	8.68	1.34	8.55	0.17	0.36	0.35
Motilidad progresiva	[=] 82.55	30.44	37.45	29.91	10.92	13.48	2.01	12.58	0.21	0.42	0.80
	[σ] 63.39	27.10	28.99	22.78	9.58	10.22	1.59	9.74	0.20	0.40	0.40
Motilidad rápida	[=] 153.98	38.05	54.75	46.41	9.63	15.32	3.66	12.41	0.29	0.25	0.66
	[σ] 26.13	25.82	22.65	22.10	5.22	7.46	0.87	5.94	0.16	0.16	0.24
Motilidad lenta	[=] 68.10	28.64	33.58	26.48	11.06	12.93	1.68	12.61	0.19	0.45	0.82
	[σ] 21.36	15.39	14.12	10.35	6.43	6.05	0.68	6.15	0.13	0.24	0.19
Motilidad circular	[=] 179.84	66.57	96.25	61.47	20.75	32.22	4.09	12.97	0.26	0.44	0.71
	[σ] 160.45	53.18	48.88	57.91	10.05	20.61	4.24	17.18	0.26	0.44	0.44
Motilidad local	[=] 33.12	13.45	16.13	13.70	5.53	6.61	0.90	7.64	0.13	0.43	0.83
	[σ] 9.46	5.35	5.28	5.03	2.58	2.57	0.30	5.05	0.08	0.19	0.16

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 11

Resultado de la semana 3, raza Duroc



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe

Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre

Cayambe

Ecuador

Teléfono: 02 3962946

Email: bioagrolab@ups.edu.ec

Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:
ID:

AD
17 DE DICIEMBRE 01

Especie:
Raza:

Verraco
DUROC

Motilidad y concentración



Análisis de muestra

Fecha del análisis:

12/17/2024

Número total de espermios analizados:

1051

Número de campos:

5

Tasa de dilución:

1+ 0

Concentración:

[10⁶/ml]

24.86

Motilidad total:

[%]

80.67

Motilidad progresiva:

[%]

75.33

Motilidad rápida:

[%]

15.27

Motilidad lenta:

[%]

49.91

Motilidad circular:

[%]

10.15

Motilidad local:

[%]

5.34

Inmóviles:

[%]

19.33

Promedio cinemático	VCL [µm/s]	VSL [µm/s]	VAP [µm/s]	DCL [µm]	D _{SL} [µm]	DAP [µm]	ALH [µm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total	[=] [σ] 97.03 47.62	44.64 31.32	51.21 31.19	35.86 20.41	16.48 12.51	18.97 12.86	2.09 0.99	15.07 9.35	0.34 0.21	0.46 0.26	0.84 0.28
Motilidad progresiva	[=] [σ] 102.25 47.26	47.27 31.82	54.12 31.48	37.87 20.35	17.50 12.71	20.10 13.00	2.18 0.99	15.77 9.42	0.35 0.22	0.47 0.27	0.84 0.29
Motilidad rápida	[=] [σ] 144.09 26.97	59.09 30.56	68.42 26.64	48.54 18.88	19.45 11.13	22.73 10.95	3.00 0.70	18.08 8.70	0.44 0.17	0.41 0.19	0.83 0.18
Motilidad lenta	[=] [σ] 87.44 18.86	40.09 19.92	45.99 17.88	32.74 12.95	14.91 9.06	17.17 8.90	1.93 0.49	14.40 6.94	0.33 0.15	0.46 0.21	0.83 0.18
Motilidad circular	[=] [σ] 111.60 42.07	67.41 26.42	75.17 28.33	48.13 17.51	28.98 10.04	32.33 10.88	2.17 0.96	19.55 9.80	0.34 0.24	0.62 0.20	0.90 0.12
Motilidad local	[=] [σ] 31.49 10.32	11.58 4.78	14.72 5.15	10.63 5.76	3.70 2.05	4.87 2.68	0.86 0.31	6.22 5.14	0.18 0.12	0.41 0.20	0.79 0.16

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 12

Resultado de la semana 3, raza Pietrain



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe

Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre

Cayambe

Ecuador

Teléfono: 02 3962946

Email: bioagrolab@ups.edu.ec

Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:

ID:

AD

17 DE DICIEMBRE 01

Especie:

Raza:

Verraco

PIETRAIN

Motilidad y concentración



Análisis de muestra

Fecha del análisis:

12/17/2024

Número total de espermios analizados:

1715

Número de campos:

5

Tasa de dilución:

1+ 0

Concentración:

[10⁶/ml]

40,56

Motilidad total:

[%]

94.45

Motilidad progresiva:

[%]

91.24

Motilidad rápida:

[%]

45.80

Motilidad lenta:

[%]

35.00

Motilidad circular:

[%]

10.44

Motilidad local:

[%]

3.21

Inmóviles:

[%]

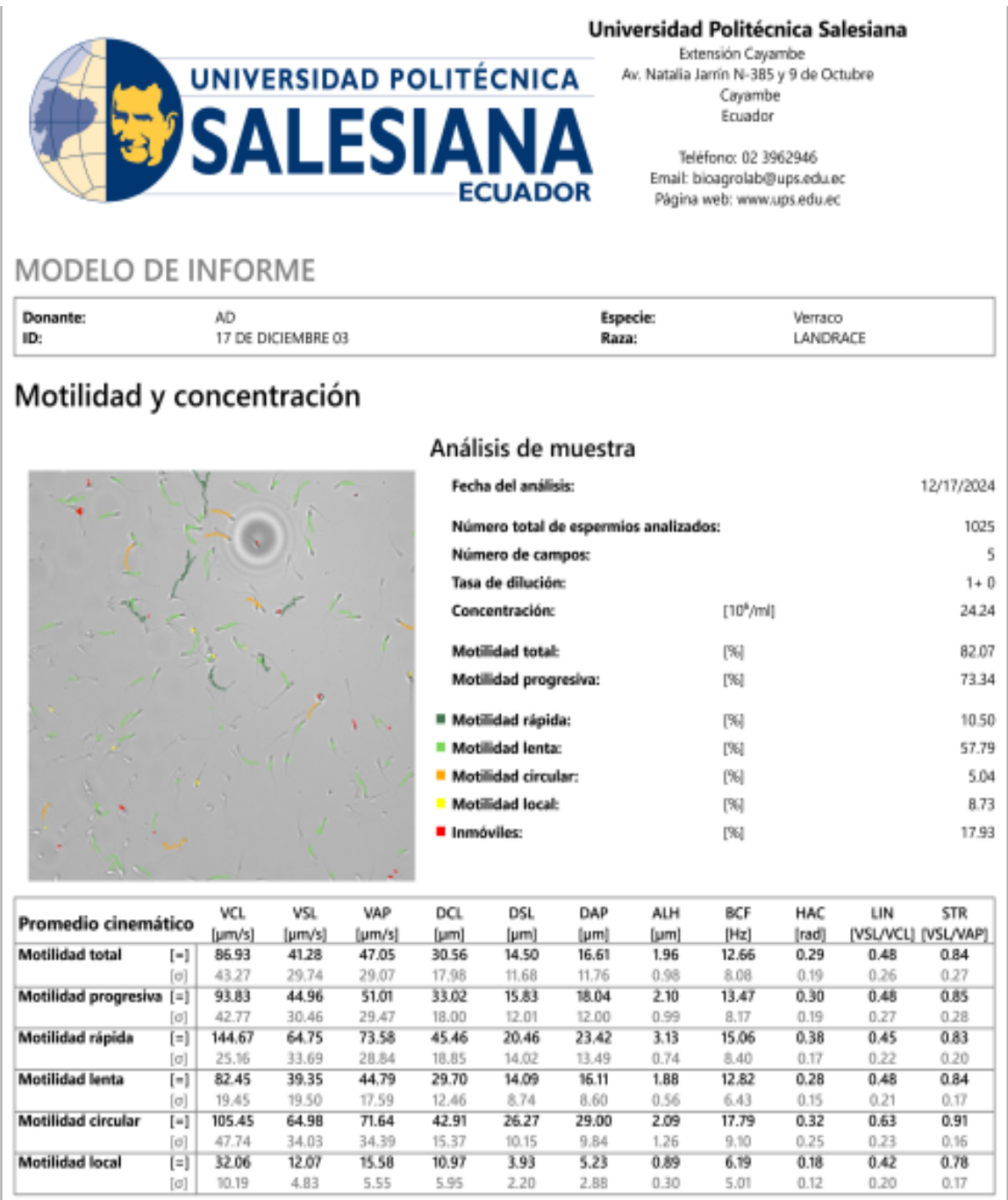
5.55

Promedio cinemático	VCL	VSL	VAP	DCL	DSL	DAP	ALH	BCF	HAC	LIN	STR
	[µm/s]	[µm/s]	[µm/s]	[µm]	[µm]	[µm]	[µm]	[Hz]	[rad]	[VSL/VCL]	[VSL/VAP]
Motilidad total	[=] 134.29	47.93	59.04	43.39	14.61	18.60	2.76	16.71	0.48	0.36	0.77
	[o] 56.95	35.06	35.34	24.24	11.37	12.75	1.15	9.30	0.21	0.21	0.23
Motilidad progresiva	[=] 138.71	49.40	60.86	44.86	15.09	19.21	2.84	17.20	0.49	0.35	0.77
	[o] 54.05	35.09	35.01	23.66	11.38	12.68	1.11	9.10	0.20	0.20	0.23
Motilidad rápida	[=] 165.74	57.85	71.12	51.29	16.82	21.44	3.39	17.48	0.53	0.35	0.77
	[o] 38.43	33.67	30.44	23.25	10.98	11.82	0.87	8.50	0.18	0.18	0.21
Motilidad lenta	[=] 91.66	28.31	36.04	31.27	8.94	11.78	1.97	15.22	0.42	0.31	0.74
	[o] 19.47	17.63	16.49	13.74	6.18	6.73	0.50	8.00	0.18	0.18	0.19
Motilidad circular	[=] 170.41	82.66	98.33	61.20	28.58	34.77	3.21	23.01	0.57	0.49	0.83
	[o] 110.87	78.35	73.86	47.12	22.09	26.22	2.21	20.75	0.47	0.35	0.34
Motilidad local	[=] 27.97	12.37	15.28	8.02	3.06	4.01	0.76	4.85	0.21	0.54	0.81
	[o] 11.88	5.24	5.02	6.17	2.05	2.61	0.32	6.09	0.14	0.30	0.20

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 13

Resultado de la semana 3, raza Landrace



Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 14

Resultado de la semana 4, raza Duroc



Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe
Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre
Cayambe
Ecuador

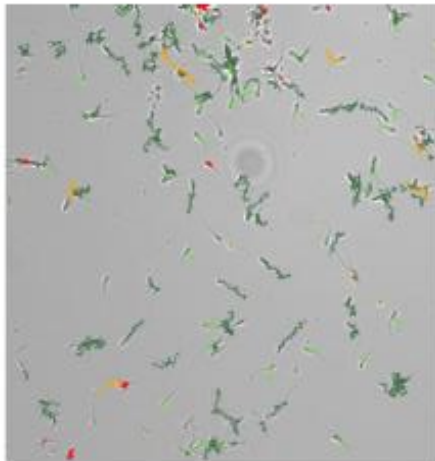
Teléfono: 02 3962946
Email: bioagrolab@ups.edu.ec
Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:	AD	Especie:	Verraco
ID:	002	Raza:	ROSADO

Motilidad y concentración

Análisis de muestra



Fecha del análisis:	11/26/2024
Número total de espermios analizados:	1454
Número de campos:	5
Tasa de dilución:	1 + 0
Concentración:	[10 ⁶ /ml] 34.39
Motilidad total:	[%] 83.01
Motilidad progresiva:	[%] 78.45
Motilidad rápida:	[%] 51.71
Motilidad lenta:	[%] 23.78
Motilidad circular:	[%] 2.96
Motilidad local:	[%] 4.56
Inmóviles:	[%] 16.99

Promedio cinemático	VCL [μm/s]	VSL [μm/s]	VAP [μm/s]	DCL [μm]	DSL [μm]	DAP [μm]	ALH [μm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total	[=] 148.93	43.48	57.73	48.85	13.61	18.48	3.31	14.94	0.48	0.30	0.72
	[σ] 77.63	34.52	36.08	30.23	11.33	12.57	1.71	9.46	0.27	0.21	0.29
Motilidad progresiva	[=] 155.69	45.31	60.14	51.01	14.17	19.23	3.45	15.43	0.50	0.30	0.72
	[σ] 76.07	34.97	36.17	30.04	11.50	12.65	1.69	9.49	0.27	0.20	0.30
Motilidad rápida	[=] 181.39	51.04	68.62	58.28	15.65	21.54	4.01	15.28	0.53	0.28	0.71
	[σ] 42.57	30.58	26.57	25.88	11.01	11.28	1.03	8.00	0.19	0.16	0.23
Motilidad lenta	[=] 88.41	26.79	34.52	32.33	9.41	12.32	2.01	15.34	0.42	0.32	0.75
	[σ] 20.91	14.84	13.58	13.16	5.57	5.87	0.61	8.47	0.23	0.18	0.20
Motilidad circular	[=] 191.08	79.12	97.02	58.59	22.65	28.74	3.96	18.78	0.57	0.43	0.81
	[σ] 148.33	91.23	85.99	47.89	17.50	18.69	3.19	16.78	0.39	0.36	0.43
Motilidad local	[=] 31.21	11.57	15.72	11.10	3.90	5.40	0.93	6.44	0.19	0.44	0.75
	[σ] 11.55	4.82	5.55	6.11	2.16	2.80	0.37	5.59	0.13	0.26	0.19

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 15

Resultado de la semana 4, raza Pietrain



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe

Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre

Cayambe

Ecuador

PIETRAIN

Teléfono: 02 3962946

Email: bioagrolab@ups.edu.ec

Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:

VERDE

Especie:

Verraco

ID:

001

Raza:

VERDE

Motilidad y concentración

11/26/2024

Número total de espermios analizados:

2737

Número de campos:

5

Tasa de dilución:

1+ 0

Concentración:

[10⁶/ml]

64.73

Motilidad total:

[%]

94.12

Motilidad progresiva:

[%]

90.66

Motilidad rápida:

[%]

60.62

Motilidad lenta:

[%]

14.92

Motilidad circular:

[%]

15.12

Motilidad local:

[%]

3.46

Inmóviles:

[%]

5.88



Promedio cinemático	VCL	VSL	VAP	DCL	DSL	DAP	ALH	BCF	HAC	LIN	STR
	[µm/s]	[µm/s]	[µm/s]	[µm]	[µm]	[µm]	[µm]	[Hz]	[rad]	[VSL/VCL]	[VSL/VAP]
Motilidad total	[=] 175.24	52.62	70.43	56.87	16.10	22.48	3.69	17.29	0.61	0.31	0.72
	[σ] 74.40	34.62	35.73	31.92	10.98	13.71	1.57	9.41	0.25	0.18	0.24
Motilidad progresiva	[=] 181.62	54.39	72.83	58.95	16.66	23.27	3.82	17.83	0.62	0.30	0.72
	[σ] 69.80	34.40	34.74	31.07	10.91	13.50	1.49	9.21	0.25	0.17	0.24
Motilidad rápida	[=] 196.65	57.31	76.05	61.01	16.79	23.20	4.17	17.18	0.65	0.29	0.72
	[σ] 48.64	31.03	26.89	28.07	10.02	11.57	1.12	8.36	0.19	0.14	0.22
Motilidad lenta	[=] 86.49	24.69	33.12	30.73	7.96	11.11	1.92	14.80	0.41	0.29	0.70
	[σ] 22.67	16.58	15.50	13.61	5.73	6.09	0.55	8.29	0.23	0.20	0.21
Motilidad circular	[=] 210.84	72.12	99.84	79.28	25.38	36.67	4.16	24.21	0.72	0.35	0.72
	[σ] 146.32	92.32	78.45	75.09	22.31	29.49	3.35	22.64	0.45	0.41	0.57
Motilidad local	[=] 26.86	11.55	14.64	8.61	3.09	4.18	0.77	4.86	0.21	0.54	0.80
	[σ] 12.27	4.74	5.28	6.54	1.81	2.58	0.34	5.55	0.14	0.29	0.19

Elaborado por: Las autoras, 2025

Anexos 16

Resultado de la semana 4, raza Landrace



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

Universidad Politécnica Salesiana

Extensión Cayambe
Av. Natalia Jarrín N-385 y 9 de Octubre
Cayambe
Ecuador

Teléfono: 02 3962946
Email: bioagrolab@ups.edu.ec
Página web: www.ups.edu.ec

MODELO DE INFORME

Donante:	AD	Especie:	Verraco
ID:	001	Raza:	NARANJA

Motilidad y concentración

Análisis de muestra



Fecha del análisis:	11/26/2024
Número total de espermios analizados:	1938
Número de campos:	5
Tasa de dilución:	1 + 0
Concentración:	[10 ⁶ /ml] 45.83
Motilidad total:	[%] 92.48
Motilidad progresiva:	[%] 89.61
Motilidad rápida:	[%] 67.32
Motilidad lenta:	[%] 18.10
Motilidad circular:	[%] 4.20
Motilidad local:	[%] 2.87
Inmóviles:	[%] 7.52

Promedio cinemático	VCL [μm/s]	VSL [μm/s]	VAP [μm/s]	DCL [μm]	DSL [μm]	DAP [μm]	ALH [μm]	BCF [Hz]	HAC [rad]	LIN [VSL/VCL]	STR [VSL/VAP]
Motilidad total	[=] 164.24	44.27	62.02	52.33	12.69	18.86	3.74	13.54	0.57	0.29	0.69
	[σ] 71.35	33.52	34.40	30.48	9.21	11.48	1.65	8.30	0.22	0.20	0.26
Motilidad progresiva	[=] 169.96	45.56	63.92	54.20	13.08	19.47	3.86	13.93	0.58	0.27	0.68
	[σ] 67.53	33.67	33.96	29.77	9.21	11.35	1.57	8.17	0.21	0.19	0.26
Motilidad rápida	[=] 187.55	48.41	68.97	59.10	13.73	20.81	4.27	13.63	0.60	0.26	0.67
	[σ] 46.24	30.97	27.95	27.50	8.71	10.37	1.16	7.35	0.16	0.15	0.23
Motilidad lenta	[=] 90.97	25.41	34.46	31.70	8.04	11.37	2.12	13.99	0.49	0.30	0.71
	[σ] 21.43	15.46	14.32	14.75	4.95	5.65	0.62	8.44	0.22	0.19	0.21
Motilidad circular	[=] 206.42	82.29	102.74	66.41	23.44	31.00	4.30	18.66	0.65	0.40	0.78
	[σ] 165.95	118.01	105.70	73.97	18.41	24.39	3.78	21.46	0.40	0.45	0.49
Motilidad local	[=] 25.23	12.75	15.83	6.91	3.00	4.03	0.77	3.98	0.21	0.61	0.82
	[σ] 11.88	5.42	6.14	5.64	1.85	2.81	0.37	5.91	0.15	0.30	0.19

Elaborado por: Las autoras, 2025