



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES  
PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médicos  
Veterinarios**

**Autores:**

Lalaleo Panchi Emily Elizabeth  
Quilachamin Veloz Edwin Stev

**Tutora:**

Veloz Veloz Dina Maricela

**Latacunga – Ecuador**

**Marzo - 2026**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lalaleo Panchi Emily Elizabeth, con cédula de ciudadanía No. 1752618544 y Quilachamin Veloz Edwin Stev con cédula de ciudadanía No. 1750849091, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo la Médica Veterinaria Zootecnista. Veloz Veloz Dina Maricela, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 24 de febrero del 2026

Emily Elizabeth Lalaleo Panchi

C.C: 1752618544

**ESTUDIANTE**

Edwin Stev Quilachamin Veloz

C.C: 1750849091

**ESTUDIANTE**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LALALEO PANCHI EMILY ELIZABETH**, identificada con cédula de ciudadanía **1752618544** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de la calidad espermática de dosis seminales porcinas comercializadas en la provincia de Cotopaxi”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 - Marzo 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Mvz. Dina Maricela Veloz Veloz, Msc.

**Tema:** “Evaluación de la calidad espermática de dosis seminales porcinas comercializadas en la provincia de Cotopaxi”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 24 días del mes de febrero del 2026.

Emily Elizabeth Lalaleo Panchi

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **QUILACHAMIN VELOZ EDWIN STEV**, identificado con cédula de ciudadanía **1750849091** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2021 - Marzo 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Mvz. Dina Maricela Veloz Veloz, Msc.

**Tema: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 24 días del mes de febrero del 2026.

Edwin Stev Quilachamin Veloz

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**EL CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación sobre el título:

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, de Lalaleo Panchi Emily Elizabeth y Quilachamin Veloz Edwin Stev, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 24 de febrero del 2026

MVZ. Veloz Veloz Dina Maricela, Mg.

C.C: 1720299302

**DOCENTE TUTORA**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Lalaleo Panchi Emily Elizabeth y Quilachamin Veloz Edwin Stev, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 24 de febrero del 2026

MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.  
C.C: 0501942940  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

MVZ. Vanessa del Rosario Herrera Yunga, Mtr.  
C.C: 1103758999  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Dr. Rafael Alfonso Garzón Jarrin, PhD.  
C.C: 0501097224  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco profundamente a mis pilares fundamentales, mi mamá Lourdes Panchi y mi hermana Alison Lalaleo, por su apoyo incondicional, su paciencia y sus constantes palabras de aliento. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por estar presentes en cada obstáculo que se presentó en este camino. Gracias por caminar conmigo y ayudarme a cumplir este sueño. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque sin su amor y respaldo nada de esto habría sido posible.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi por formarme profesionalmente y brindarme un espacio acogedor. De manera especial, a mi tutora, la Dra. Dina Veloz, por su guía, dedicación y valioso acompañamiento durante este trabajo; su experiencia y observaciones fueron fundamentales para culminar con éxito este proyecto.*

*A mis amigos Carolina Concha, Alex Barreros y Ángel Arias por acompañarme a lo largo de mi vida universitaria. Su apoyo, comprensión y motivación hicieron este camino más llevadero y significativo.*

*A mi familia, gracias por su apoyo, su cariño y confianza en mí han sido una fuente constante de motivación para no rendirme, por estar presentes aún en la distancia en cada llamada y cada muestra de interés por mi progreso académico significaron mucho más de lo que imaginan. Agradezco a mis abuelitos, que hoy me acompañan con su presencia y su cariño, les agradezco profundamente por ser un ejemplo de esfuerzo, humildad y amor incondicional.*

*Vivir lejos de casa no fue fácil, pero contar con el amor de mi familia y con las puertas siempre abiertas de su hogar hizo este camino más llevadero. Agradezco profundamente a mi abuelita Griselda Terán y a mi tía Miriam Herrera por su cariño y apoyo.*

*Emily Elizabeth Lalaleo Panchi*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por darme una familia de mujeres, en la cual pude criarme con ellas desde pequeño agradezco a Dios por darme inteligencia, fortaleza y sabiduría de seguir la carrera de Medicina Veterinaria, logrando superar cada obstáculo en mi camino.*

*A la Universidad Técnica De Cotopaxi y a la carrera de Medicina Veterinaria por ser mi segundo hogar, en donde aquí adquirí conocimientos, en la cual pude aplicar para ayudar a los que no tienen voz, agradezco mucho a la Clínica Veterinaria Doctor Vet, en donde me abrieron las puertas para poner en práctica lo que he aprendido en la vida de ser profesional en Medicina Veterinaria.*

*A mi tutora de tesis, Veloz Veloz Dina Maricela. Muchas gracias por guiarme a este camino de los porcinos y por guiarme a culminar este tema de tesis, le deseo mucha suerte en su vida profesional y le mando un fuerte abrazo. espero poder contar con usted en algunos proyectos a futuro.*

*Agradecer a mi madre Gabriela Veloz, mi tía Jessica Veloz que fueron mi pilar fundamental, para poder culminar mis estudios y dedicarle mi título hacia ellas, a mi abuelita Emma Tapia, la cual me guió desde pequeño y siempre me cuidaba y a mi tío Guillermo Veloz un abrazo muy fuerte.*

*A mis compañeros de trabajo Adrian, Miguel, Alejandro, Santiago, Andy etc. amigos de la carrera, Roberto, Angel, Alex, Michael, Christian, Ivan, Didier, y a todos los de mi curso, muchas gracias por esa amistad que he tenido desde el primer semestre. Espero poder conversar más de la vida dentro de varios años. les mando un fuerte abrazo y bendiciones en sus vidas. y por último a mi chica que me ha soportado hasta ahora Micaela Ortega, espero poder compartir más aventuras junto a tu lado y trabajar como lo hemos hecho, me has apoyado cuando me he dado por vencido pero tu me decias que puedes y eso me hacía levantarme y seguir adelante. con la bendición de Dios he culminado mi carrera.*

*Edwin Stev Quilachamin Veloz.*

## **DEDICATORIA**

*A mi mamá, por su esfuerzo incansable, por enseñarme el valor de la perseverancia y por ser mi mayor ejemplo de fortaleza y dedicación. Todo lo que soy y cada logro alcanzado llevan también tu amor y sacrificio.*

*A mi hermana, por acompañarme en cada etapa de este proceso, por brindarme su apoyo emocional y por motivarme a seguir adelante cuando el camino parecía complicado.*

*A mis abuelitas, que, aunque ya no están físicamente conmigo, viven en mi corazón y en cada paso que doy. Gracias por el amor sembrado, sus enseñanzas y por ser una inspiración permanente. Estoy segura de que desde donde estén, me acompañan y celebran este logro.*

*Gracias por todo, les amo.*

*Emily Elizabeth Lalaleo Panchi.*

## **DEDICATORIA**

*Aunque no tuve el apoyo de un padre, siempre tuve el apoyo de mis dos madres Gabriela Veloz y Jessica Veloz, Dios me la bendiga madres mías, muchas gracias por criarme desde pequeño, gracias por consentirme desde pequeño y darme lo que un padre nunca me supo dar, el amor verdadero. muchas gracias por apoyarme en mi carrera universitaria y al fin podré decir soy Médico Veterinario.*

*Dedico esto a Dios, quien me fue guiando en la carrera, gracias a ti logré culminar mis estudios. protégame ante todo peligro, dame sabiduría. dame inteligencia, ahora que tendré el título de Médico Veterinario.*

*Dedico mi título hacia mis familiares, amigos, colegas y a mis caninos chihuahuas quienes estuvieron hasta cuando tenía que madrugar estudiando, (Brandy, Tequila, Nala, Jagger, Whisky, Bayly).*

*Gracias a todos por apoyarme y darme lecciones de vida.*

*De antemano muchos abrazos y bendiciones.*

*Edwin Stev Quilachamin Veloz.*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES  
PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**Autores:**

Lalaleo Panchi Emily Elizabeth

Quilachamin Veloz Edwin Stev

**RESUMEN**

El presente estudio tuvo como propósito determinar la calidad espermática del semen porcino. Se realizó la investigación con un tamaño de 45 muestras de dosis seminales en los cantones Latacunga, Salcedo, Saquisilí y Pujilí, analizando parámetros espermáticos macroscópicos como la temperatura, volumen y pH; además se usó el sistema CASA (Computer Assisted Semen Analysis), utilizando la tecnología iSperm. Esta herramienta permitió una valoración de los parámetros microscópicos como la concentración, motilidad y morfología, complementariamente se realizaron exámenes bacteriológicos usando técnica de microbiología básica. Los resultados evidenciaron que el 60% de las muestras presentó apariencia acuosa, con una concentración mediana de  $40 \times 10^6$  espermatozoides/ml y una motilidad individual promedio del 20%, valores inferiores a los estándares recomendados. Se encontró diferentes tipos de bacterias en las dosis seminales entre ellas la más predominante *Corynebacterium* (77,42%), *Staphylococcus spp* (6,45%), *Streptococcus dysgalactie* (6.45%) y *Streptococcus uberis* (9.68%). Se concluye que la mayoría de las dosis seminales comercializadas no cumplen los parámetros mínimos de calidad para inseminación artificial, representando un riesgo para la eficiencia reproductiva porcina regional.

Palabra clave: Calidad espermática, Motilidad, Morfología, Porcino, Bacterias.

# COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**THEME:** "EVALUATION OF THE SPERM QUALITY OF COMMERCIALIZED PIG SEMEN DOSES IN THE PROVINCE OF COTOPAXI"

### **Authors:**

Lalaleo Panchi Emily Elizabeth

Quilachamin Veloz Edwin Stev

### **ABSTRACT**

The present study aimed to determine the sperm quality of porcine semen. The research was conducted using a sample size of 45 seminal dose samples collected in the cantons of Latacunga, Salcedo, Saquisilí and Pujilí.

Macroscopic sperm parameters such as temperature, volume, and PH were analyzed. In addition, the Computer Assisted Semen Analysis (CASA) system was used, applying iSperm technology. This tool enabled the evaluation of microscopic parameters, including concentration, motility, and morphology. Furthermore, bacteriological examinations were performed using basic microbiological techniques.

The results showed that 60% of the samples had a watery appearance, with a median concentration of  $40 \times 10^6$  spermatozoa / ml and an average individual motility of 20% values below the recommended standards. Different types of bacteria were identified in the seminal doses, with the most predominant being *Corynebacterium* (77.42 %), *Staphylococcus* spp. (6.45 %), *Streptococcus dysgalactiae* (6.45 %), and *Streptococcus uberis* (9.68 %).

It is concluded that most of the commercialized seminal doses do not meet the minimum quality parameters required for artificial insemination, representing a risk to regional porcine reproductive efficiency.

**Keywords:** Sperm quality, Motility, Morphology, Porcine, Bacteria.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA .....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	v
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
DEDICATORIA .....	xi
DEDICATORIA .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
3.1 Directos .....	3
3.2 Beneficiarios indirectos.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS .....	4
5.1 Objetivo General .....	4
5.2 Objetivos Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA .....	6
7.1 Antecedentes reproductivos .....	6
<b>7.1.1 Edad.....</b>	<b>6</b>
<b>7.1.2 Nutrición .....</b>	<b>6</b>

<b>7.1.3 Raza</b> .....	<b>6</b>
<b>7.1.4 Tamaño testicular</b> .....	<b>6</b>
7.2 Biotecnología Reproductiva.....	7
7.3 Inseminación artificial.....	7
7.4 Evaluación espermática.....	8
<b>7.4.1 Volumen</b> .....	<b>8</b>
<b>7.4.2 pH</b> .....	<b>8</b>
<b>7.4.3 Temperatura</b> .....	<b>8</b>
<b>7.4.4 Color</b> .....	<b>9</b>
<b>7.4.5 Olor</b> .....	<b>9</b>
<b>7.4.6 Transporte de las dosis seminales</b> .....	<b>9</b>
7.5 Análisis microscópicos.....	10
<b>7.5.1 Concentración</b> .....	<b>10</b>
<b>7.5.2 Motilidad individual</b> .....	<b>10</b>
<b>7.5.3 Motilidad progresiva</b> .....	<b>11</b>
<b>7.5.4 Morfología</b> .....	<b>12</b>
7.6 Diluyentes.....	12
7.7 Caracterización de la microbiota bacteriana del semen .....	14
7.8 Método de análisis Espermático.....	16
<b>7.8.1 Sistema CASA (Sistema de análisis computarizado automático) - iSperm</b> .....	<b>16</b>
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	17
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	17
9.1 Ubicación del estudio .....	17
9.2 Periodo de la investigación .....	18
9.3 Tipo de investigación .....	18
<b>9.3.1 Diseño de estudio</b> .....	<b>18</b>
9.4 Población y tamaño de muestra.....	19
<b>9.4.1 Tamaño de muestra</b> .....	<b>19</b>
9.5 Materiales y equipos.....	19
<b>9.5.1 Biológicos</b> .....	<b>19</b>
<b>9.5.2 Oficina</b> .....	<b>19</b>
<b>9.5.3 Laboratorio</b> .....	<b>19</b>

9.6 Procedimiento experimental.....	20
<b>9.6.1 Adquisición</b> .....	<b>20</b>
9.7 Fase de laboratorio .....	20
<b>9.7.1 Toma de temperatura</b> .....	<b>20</b>
<b>9.7.2 Medición de pH</b> .....	<b>21</b>
<b>9.7.3 Volumen de las dosis seminales</b> .....	<b>21</b>
<b>9.7.4 Visualización del color</b> .....	<b>21</b>
<b>9.7.5 Análisis con sistema computarizado (CASA) Sperm</b> .....	<b>21</b>
<b>9.7.6 Análisis microbiológicos</b> .....	<b>22</b>
<b>9.7.7 Resultados bioquímicas</b> .....	<b>22</b>
<b>9.7.8 Análisis de los resultados</b> .....	<b>23</b>
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	23
10.1 Análisis de los parámetros macroscópicos de las dosis seminales.....	23
10.2 Temperatura .....	24
10.3 pH.....	24
<b>10.1.2 Volumen</b> .....	<b>25</b>
10.2 Análisis microscópicos.....	28
<b>10.2.1 Concentración</b> .....	<b>28</b>
<b>10.2.2 Morfología</b> .....	<b>29</b>
<b>10.2.3 Motilidad individual</b> .....	<b>31</b>
10.3 Bacterias presente en las dosis seminales .....	32
11. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS .....	34
11.1 Impacto técnico .....	34
11.2 Impacto Social.....	34
11.3 Impactos Económicos .....	34
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
12.1 Conclusiones .....	35
12.2 Recomendaciones.....	35
13. BIBLIOGRAFÍAS .....	36
14. ANEXOS	

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación. ....	5
Tabla 2 Clasificación de movimiento individual. ....	11
Tabla 3 Porcentaje de motilidad progresiva. ....	11
Tabla 4 Recolección de dosis seminales. ....	19
Tabla 5 Materiales que se utilizaron en el proyecto. ....	19
Tabla 6 Resultados bioquímicos de las dosis seminales. ....	22
Tabla 7 Media ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) por cantón. ....	23
Tabla 8 Color de las dosis seminales. ....	26
Tabla 9 Resultados totales de las dosis seminales con presencia de bacterias. ....	32

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Morfología de los espermatozoides. ....	12
Figura 2 Conteo de espermatozoides en cada cuadrante en forma de “L” ....	17
Figura 3 Cantones en los que se realizó la investigación. Ubicación geográfica de la provincia de Cotopaxi (41) ....	18

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfica 1 Resultados concentración espermática. ....	28
Gráfica 2 Resultados de morfología espermática. ....	29
Gráfica 3 Resultados motilidad individual en las dosis seminales. ....	31

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

Evaluación de la calidad espermática de dosis seminales porcinas comercializadas en la provincia de Cotopaxi

**Fecha de inicio:** Octubre 2025

**Fecha de finalización:** Marzo 2026

### **Lugar de ejecución:**

Cantón de Latacunga

Cantón de Saquisilí

Cantón de Salcedo

Cantón de Pujilí

**Facultad que auspicia:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

### **Coordinador del Proyecto:**

**Tutor/a:** MVZ. Veloz Veloz Dina Maricela, Msc (Anexo 1)

**Estudiantes:** Quilachamin Veloz Edwin Stev y Lalaleo Panchi Emily Elizabeth (Anexo 2)

### **Área de Conocimiento:**

Veterinaria, auxiliar de veterinaria

### **Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales / Producción y biotecnología animal.

### **Sublínea de investigación de la carrera:**

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La porcicultura constituye un pilar fundamental del desarrollo rural en la provincia de Cotopaxi, ocupando el tercer lugar en producción pecuaria, con una población aproximada de 83.199 porcinos (1). En la producción porcina actual, la inseminación artificial desempeña un papel fundamental como herramienta biotecnológica para el incremento de la eficiencia reproductiva y el progreso genético. Por lo tanto, la calidad del eyaculado es un factor crítico, ya que influye directamente en la fertilidad del cerdo y en el éxito reproductivo del sistema. La evaluación seminal permite detectar problemas de subfertilidad o infertilidad, los cuales pueden originarse por múltiples factores, y cuya identificación temprana contribuye a optimizar el rendimiento productivo mediante un mayor número de camadas, la reducción de repeticiones de celo y la reducción del riesgo de transmisión de enfermedades de origen sexual (2).

Resulta indispensable que los productores porcinos cuenten con información confiable y objetiva sobre el estado real de las dosis seminales disponibles en el mercado local al momento de su adquisición. La presente investigación se orienta al análisis integral de los parámetros asociados a la calidad seminal, tales como concentración espermática, motilidad (individual y progresiva) y morfología, complementados con análisis microbiológicos, con el fin de obtener una evaluación más completa y precisa (3).

Para ello, se emplea el sistema CASA (Computer Assisted Sperm Analysis), el cual permite una medición objetiva y reproducible de la motilidad espermática y de la calidad del movimiento de los espermatozoides, reduciendo significativamente la subjetividad propia de las evaluaciones microscópicas convencionales. Este sistema posibilita la cuantificación de parámetros clásicos, así como la obtención automática de parámetros cinéticos avanzados como la velocidad, el desplazamiento lateral de la cabeza y la frecuencia del batido flagelar, contribuyendo a una mejor correlación entre la calidad seminal y la capacidad fecundante del espermatozoide (4).

De esta manera los resultados de esta indagación brindan información científica y confiable sobre la calidad seminal del cerdo en la provincia de Cotopaxi, proporcionando un apoyo para los productores y contribuyendo a la toma de decisiones orientadas a mejorar la eficiencia reproductiva, la productividad porcina y la sostenibilidad del sector.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Directos**

- Investigadores del proyecto.
- Productores porcinos de la provincia de Cotopaxi.

#### **3.2 Beneficiarios indirectos**

- Instituciones públicas y privadas.
- Médicos veterinarios y estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria.

### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En la producción porcina en la provincia de Cotopaxi, a pesar de su importancia económica y productiva, existe una limitada disponibilidad de información técnica y científica relacionada con la calidad seminal y con los centros de procesamiento y comercialización de semen autorizados por laboratorios establecidos en el país, lo que representa una debilidad para el mejoramiento reproductivo del sector (5)

En la especie porcina, la evaluación de la calidad espermática, surge por la necesidad de predecir la fertilidad que podemos esperar de los eyaculados antes de ser utilizados, principalmente, para la IA (inseminación artificial), ya sea en forma de semen fresco, refrigerado o espermatozoides criopreservados. No obstante, la eficacia de esta biotecnología no depende únicamente de una detección correcta del celo o la técnica al momento de la inseminación, sino altamente de la calidad seminal (6).

Asimismo, factores como las condiciones de transporte, almacenamiento, tiempo transcurrido desde la elaboración de la dosis, manejo higiénico y uso de diluyentes con antibióticos, pueden influir de manera significativa en la calidad final del semen al momento de su utilización. La ausencia de controles sistemáticos y estudios comparativos en el contexto local podría estar permitiendo la comercialización de dosis seminales con parámetros inferiores a los recomendados, lo que se traduce en bajas tasas de concepción, repeticiones de celo, incremento en los días no productivos y pérdidas económicas para los productores porcinos de la provincia (7).

Adicionalmente, estudios realizados nos indican que, para comparar la calidad espermática de dosis seminales en cerdos, administraron artificialmente dos tipos de bacterias entre ellas *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens* en dosis seminales de cerdo. En el almacenamiento se determinaron los cambios en la calidad de los espermatozoides mediante la evaluación del pH y la viabilidad, movilidad y morfología de los espermatozoides, así como el grado de aglutinación espermática y la interacción espermatozoides-bacterias. Los resultados de la infección por *Escherichia coli*, muestran que la calidad del esperma recae tanto en la carga bacteriana como en el período de almacenamiento, en tanto los efectos de *Clostridium perfringens* fueron dependientes de la carga bacteriana, deteriorando así la calidad del esperma en las dosis seminales (8).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

- Evaluar la calidad espermática de dosis seminales porcinas comercializadas en la provincia de Cotopaxi.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la temperatura, pH, volumen y color de recepción como parámetro macroscópico para garantizar la estabilidad metabólica de los espermatozoides.
- Caracterizar los parámetros de motilidad, concentración y morfología mediante tecnología CASA.
- Identificar los principales agentes bacterianos contaminantes y evaluar su impacto en la calidad biológica y sanitaria del semen.

## 6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

*Tabla 1. Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación.*

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Analizar la temperatura, pH, volumen y color de recepción como parámetro macroscópico para garantizar la estabilidad metabólica de los espermatozoides.	Registrar la temperatura, pH, volumen y la evaluación de color al momento de recepción de las dosis seminales en los diferentes cantones.	La temperatura se realizó con un termómetro digital. El pH se lo midió con cintas de pH. La cantidad del volumen con una probeta. Color se clasificó visualmente y se optó por una escala cuantitativa.	Se determinó el rango de temperatura óptimo (de 16 a 17.33°C). Se encontró que en Saquisilí tenía una inestabilidad crítica de pH con valores que alcanzan la alcalinidad de 8.83 en Saquisilí. El 60% de las muestras tenían un color acuoso, lo que indica una baja densidad celular.
OBJETIVO 2	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Caracterizar los parámetros de motilidad, concentración y morfología mediante tecnología CASA.	Evaluación automatizada de la concentración de espermatozoides, la motilidad individual y morfología	Se utilizó un sistema computarizado (CASA), se colocó una muestra de	Los resultados obtenidos fueron que la mayoría de las dosis seminales comercializadas en la provincia de Cotopaxi, no cumplen con los parámetros adecuados.
OBJETIVO 3	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Identificar los principales agentes bacterianos contaminantes y evaluar su impacto en la calidad biológica y sanitaria del semen.	Recolección de las dosis seminales, para determinar qué bacterias prevalecen	Tomar muestras con una jeringa de 20 ml, y mandar a laboratorio para que nos den los resultados de las bacterias presentes.	La mayoría de las dosis seminales, presentan una bacteria en particular denominado: <i>Corynebacterium spp</i>

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA**

### **7.1 Antecedentes reproductivos**

En la evaluación andrológica se debe considerar varios factores como la edad, el nivel nutricional, la presencia de enfermedades intercurrentes, el manejo y otros factores ambientales que puedan afectar su fertilidad. La capacidad reproductiva se relaciona directamente con la salud general y bienestar, especialmente el adecuado funcionamiento del sistema endocrino y de los testículos, su tracto genital y sus glándulas sexuales accesorias, todo lo cual incide en la eficiencia de la capacidad del servicio. Pudiendo modificarse de manera continua estas funciones, dependiente o independiente entre sí, afectando el grado de variable dado que puede pasar de muy buena o muy mala en un corto plazo. Logrando que el valor de este sea eficaz y nos permita predecir el uso del reproductor o de su semen. Este examen nos permite considerar la aptitud del reproductor y su calidad seminal (9).

#### **7.1.1 Edad**

La edad del cerdo está relacionada con diferentes componentes con la raza, las condiciones climáticas, los sistemas de funcionamiento e ingestión de alimentos y el desarrollo morfológico del animal; afectando de manera directa en el comportamiento reproductivo, se menciona que la calidad del semen es baja luego de la pubertad (10).

#### **7.1.2 Nutrición**

Un correcto uso en la alimentación y nutrición, afecta significativamente sobre la lívido, la producción espermática y la calidad seminal, por ello se aconseja la administración de un pienso particular para los cerdos (10).

#### **7.1.3 Raza**

Existe una diferencia referente al tamaño, desarrollo testicular y la capacidad de producción de espermatozoides, las razas como son: Large White, Landrace y Duroc, producen mayor volumen de eyaculado y mayor número de células espermáticas (10).

#### **7.1.4 Tamaño testicular**

El tamaño testicular se enlaza con la edad del animal en la cual también encontramos presentes afecciones por variaciones estacionales, se correlaciona por el peso del testículo en

la pubertad y la producción de espermatozoides, esta correlación se observa asimismo en cerdos adultos (10).

Antes del uso del cerdo sobre un grupo de hembras es muy importante saber si éste tiene la capacidad adecuada para inducir la monta para proceder con la recolección espermática del mismo la cual se mandará de inmediato al laboratorio para confirmar la eficacia del semen, antes de ser usadas en cerdas, es de primordial importancia para prevenir caídas en la eficiencia reproductiva del hato porcino (4).

## **7.2 Biotecnología Reproductiva**

Las biotecnologías reproductivas son esenciales para mejorar los niveles de producción y la eficiencia reproductiva, su implementación es indispensable debido a que el uso de métodos tradicionales es ineficiente para cubrir la demanda y resultados que se requieren a largo plazo (11).

La biotecnología de la reproducción es un conjunto de técnicas que abarcan la inseminación artificial hasta la clonación, con un enfoque en el crecimiento de la eficiencia reproductiva en los animales. Ayudando con un manejo estratégico del material genético y la adquisición de descendencia con características previamente definidas. Comprende una serie de técnicas que permiten el uso de programas de selección y mejora genética (12).

### **7.3 Inseminación artificial**

El uso de la inseminación artificial como una biotecnología reproductiva se emplea desde los años de 1965, siendo esta una herramienta útil para transmitir los rasgos genéticos de machos en numerosas descendencias a través de hembras inseminadas (13).

Es una técnica empleada que brinda a los productores un mayor control sobre sus hatos, favoreciendo al mejoramiento genético según el tipo de producción y contribuyendo a disminuir la proliferación de enfermedades infecciosas.

La inseminación artificial es un método de reproducción asistida de gran relevancia en los programas de mejoramiento genético, ya que permite acceder en menor tiempo a los animales con altos niveles productivos y aumentar la competitividad en el mercado. Radica mediante instrumentos especializados, del semen de un macho fértil en el tracto reproductivo de la hembra antes de la ovulación, con la finalidad de lograr la gestación. Esta biotecnología

favorece la reducción o prevención de enfermedades de transmisión sexual y posibilita el aprovechamiento intensivo de machos con alto valor genético (13, 14).

## **7.4 Evaluación espermática**

### **7.4.1 Volumen**

Se encuentra un volumen normal del eyaculado en un rango de 125 a 500 ml en cerdos adultos, siendo este también con un promedio de 200 ml. A pesar de ello, se obtienen eyaculados de 700 a 800 ml, en el caso de cerdos muy maduros (14).

El volumen de dosis seminal indicado para la inseminación postcervical en cerdas varía entre 30 y 35 ml, siendo 45 ml el volumen ideal para mantener un margen de seguridad. No se debe pasar por sobre los 60 ml para impedir una respuesta defensiva del útero. La dosis total debería ser de aproximadamente 90 ml para hembras de múltiples parejas y de hasta 50 ml para cerdas nulíparas (15).

La extracción del semen con frecuencia afecta el volumen de recolección y la concentración espermática del eyaculado. Cuando existe un exceso de extracción a lo recomendado aumenta el porcentaje de anomalías en los espermatozoides recolectados (16).

### **7.4.2 pH**

El pH es un indicador de la concentración de iones de hidrógeno. La medición es de gran importancia debido a que puede haber variaciones en poco tiempo de su recolección. El pH de la fracción rica del semen porcino oscila entre 6.8 a 7.4 y de la fracción post espermática de 7.0 a 7.6, los aumentos de pH se pueden verse influenciados por procesos infecciosos o alteraciones en las glándulas del aparato reproductor. Por otra parte, en cerdos sanos los valores se da una participación leve de las vesículas seminales o fluido prostático. Indica que el pH del semen porcino oscila entre 7 a 7.8, con un promedio de 7.4 (un poco alcalino). Usualmente, cuando se presenta una condición inflamatoria en las glándulas accesorias, se observa un incremento en el pH. El semen porcino con un pH alcalino tiene poca probabilidad de fecundar (17).

### **7.4.3 Temperatura**

La temperatura de las dosis seminales es de 16-18 °C (61-64 °F) para evitar la sedimentación de los espermatozoides. Es recomendable ubicar en posición horizontal y separadas,

preferentemente en rejillas de alambre o estantes abiertos para permitir una circulación de aire adecuada (18).

Es importante recalcar que distintas muestras podemos encontrarlas en temperatura ambiente para así evitar que este material genético en rangos menores de temperatura, provoque un choque térmico en el cual las colas de los espermatozoides se alargarán alrededor de la cabeza o se alargarán en espiral bajo la cabeza del espermatozoide, desprendimiento de la cabeza y la cola. Más del 10% de colas rizadas vinculadas a una temperatura inferior a 32 °C puede ser una clara señal de shock por el frío (19)

Si la temperatura de almacenaje varía más allá del rango mínimo o máximo sugerido, la motilidad puede disminuir y puede ocurrir la aglutinación del esperma, lo que provoca una reducción en la cantidad total de esperma por dosis y, en consecuencia, se desperdicia un recurso valioso. Por ende, es susceptible a variaciones térmicas disminuyendo su viabilidad cuando se encuentra en temperaturas superiores a 20°C, se reduce la viabilidad y el esperma puede morir por debajo de los 15°C (18).

#### **7.4.4 Color**

El color nos permite identificar una alta o baja concentración espermática, por ello el color blanco lechoso se asocia a una alta concentración espermática, en tanto al color blanco acuoso la concentración espermática es menor. Por otra parte, la presencia de un color rojizo o amarillento se evidencia contaminación durante su extracción ya sea por sangre, orina, líquido prepucial u otros contaminantes, descartando esta dosis seminal impidiendo que esta afecte su calidad (20).

#### **7.4.5 Olor**

El olor de las pajuelas está presente desde el momento de su extracción por ello un indicador fundamental de calidad en la extracción de semen porcino es la ausencia de olores fétidos. Estos olores suelen provenir de la contaminación con fluidos del divertículo prepucial, un órgano bilobulado en el que existe acumulación de restos de orina y semen. Por esta razón una higiene rigurosa de los especímenes es crucial para garantizar la pureza de la muestra (21).

#### **7.4.6 Transporte de las dosis seminales**

Desde que las dosis son retiradas del laboratorio hasta que se lleva a cabo la inseminación

artificial, es imprescindible mantener la temperatura de refrigeración (15°C) durante este procedimiento. Esta temperatura se logra mantener a través de dos sistemas. Uno de estos es mediante el uso de cajas transportadoras, fabricadas con material aislante, que el interior contenga bolsa de gel refrigerante que contiene ácido acético glacial congelado (congela a 16°C), se debe procurar tener el ácido acético siempre congelado tendremos en el interior de la caja la temperatura de refrigeración. El otro método se realiza a través de cajas acondicionadoras que cuentan con un control electrónico de temperatura estable (15-16°C). Los dos sistemas facilitan la conservación de enfriamiento adecuado durante el traslado, llegando las dosis en condiciones ideales al lugar de destino (22).

## 7.5 Análisis microscópicos

### 7.5.1 Concentración

La concentración es una medida esencial del total de espermatozoides en el eyaculado. Esta medida es importante para determinar el número de dosis y el total de espermatozoides (móviles y normales) en cada una. La determinación de la concentración espermática es parte del análisis básico necesario para la valoración de un eyaculado. Una concentración normal oscila entre 200 y 300 millones de espermatozoides por mililitro (23).

### 7.5.2 Motilidad individual

Analizar cada uno de los espermatozoides e identificar el movimiento, la velocidad y acciones más habituales en los espermatozoides como son:

- **Movimiento progresivo rectilíneo:** El movimiento de las células espermáticas es rápido en línea recta hacia adelante
- **Movimiento circular:** El movimiento del cuello y la cola provocan que la célula se mueva en círculos.
- **Movimiento retroactivo:** El desplazamiento de la célula espermática es en círculos hacia atrás.
- **Movimiento pendular:** Los espermias efectúan movimientos espasmódicos de serpiente, sin progresión del lugar.

El porcentaje de células con movimiento individual progresivo presente en la *tabla 2*. En la muestra se clasificó de acuerdo con la escala propuesta por Zemjanis (1987) (21)

**Tabla 2.** Clasificación de movimiento individual.

<b>Clasificación de la calidad del movimiento individual progresivo de los espermatozoides</b>	
Muy bueno	80%-100%
Buena	60%-80%
Regular	40%-60%
Pobre	20%-40%

**Fuente:** (Zemjanis 1987)

### 7.5.3 Motilidad progresiva

La motilidad progresiva se refiere al porcentaje de espermatozoides que se mueven en línea recta o en grandes círculos, avanzando de manera efectiva hacia el óvulo. Es uno de los indicadores más confiables de fertilidad en el semen porcino, ya que únicamente los espermatozoides con desplazamiento axial mantienen el impulso necesario para llegar a cabo el recorrido por el tracto reproductivo femenino. Se presenta este parámetro en porcentajes, (24).

**Tabla 3.** Porcentaje de motilidad progresiva.

<b>Porcentaje de motilidad</b>	<b>Características</b>
0 a 20%	Muy pocos espermatozoides presentan movimiento progresivo. Se observa gran cantidad sin movimiento fijo.
20 a 40%	Una pequeña proporción de espermatozoides tienen movimientos progresivos, una cantidad mayor tienen movimientos oscilatorios.
40 a 60%	Una buena proporción de espermatozoides tienen movimiento pero de tipo circular o fijo, con una baja proporción de espermatozoides con movimientos progresivos.
60 a 80%	La mayoría de los espermatozoides muestran movimientos progresivos y vigorosos, pero de movimientos lentos a través del campo.
80 a 100%	La mayoría de los espermatozoides muestran movimientos progresivos vigorosos.

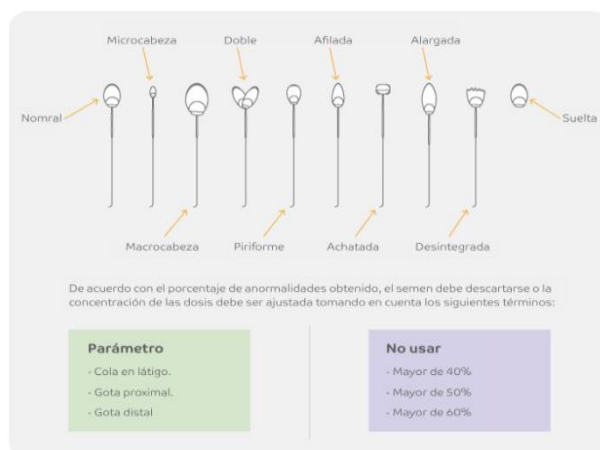
**Fuente:** (Laboratorio de Inseminación Artificial porcina)

### 7.5.4 Morfología

En el semen del cerdo podemos identificar varias anomalías que se encuentren presentes como son: Cabezas y colas desprendidas, gota citoplasmática (proximal y distal), cola enrollada compacta, cola enrollada alrededor de la cabeza, defectos de la cabeza como (Piriforme, estrecha, pequeña, larga). Cada una de estas anomalías se clasifican en primarias y secundarias (24). *Presente en la figura 1.*

Las anomalías espermáticas suelen vincularse con patologías genitales en los cerdos. Las pruebas determinadas para dichas anomalías no muestran una relación directa con la fertilidad, pero identificar los cerdos que tiene una baja calidad seminal y se descartan como donantes en programas de inseminación artificial. El examen microscópico tiene prioridad ya que nos ayuda con la detección de anomalías morfológicas y valorar la integridad de la membrana celular y la del acrosoma. Se clasifican como primarias a las anomalías morfológicas que afectan la cabeza del espermatozoide y la función mitocondrial, siendo esta una estructura importante en el movimiento del flagelo. Las secundarias no comprometen de manera determinada la fertilidad ya que la presencia de gota citoplasmática proximal o distal y defectos de cola, se puede compensar con el aumento de dosis seminal. Las anomalías terciarias son provenientes del procesamiento del semen, la “cola enrollada” es la más frecuente en el grupo (25).

**Figura 1.** Morfología de los espermatozoides



**Fuente:** (Laboratorio de Inseminación Artificial porcina)

### 7.6 Diluyentes

El principal enfoque de los diluyentes es el aumento en el volumen de eyaculado, manteniendo la viabilidad de los espermatozoides. Su aporte con nutrientes permite la protección de los espermatozoides frente a la descendencia de temperatura, el mantenimiento de electrolitos para una adecuada presión osmótica, el cambio extremo en el pH nos protege mediante sustancias buffer y el impedimento del crecimiento bacteriano mediante antibióticos (26).

Se refiere a la solución acuosa que facilita el incremento del volumen del eyaculado, conservando las propiedades funcionales de los espermatozoides y manteniendo un nivel de fertilidad apropiado (27). Los actuales diluyentes de semen, en particular los de larga duración, los encontramos con un tiempo de 7 a 12 días, mientras que diluyentes de mínima duración en un periodo de 3 días, contienen diversos elementos para preservar a los espermatozoides de los factores de estrés. Estos diluyentes tienen sus funciones las cuales son:

- **Diluyentes de corta duración:** El uso de este diluyente se establece para lugares de corta distancia, permitiendo conservar la viabilidad de los espermatozoides en una temperatura de 15-20°C y un periodo de tres días. El uso del agente amortiguador tris como fuente de energía y compuestos como citrato, glucosa y fructosa. La posibilidad de trabajar con concentraciones espermáticas bajas es una de sus ventajas, facilitando más inseminaciones con una sola recolección. Su costo de preparación es bajo, contribuyendo al mantenimiento adecuado de la motilidad espermática durante el periodo de almacenamiento. Algunos de estos diluyentes que se pueden encontrar de forma comercial son: Beltsville Thawing Solution (BTS) y Formula F3 (28).
- **Diluyentes de mediana duración:** Método de mayor uso en la conservación de almacenamiento, debido a las ventajas que ofrece. Entre ellas destaca la posibilidad de preservar el semen durante un periodo de 4 a 6 días a temperaturas entre 4 y 6 °C, lo que facilita su transporte a largas distancias y contribuye a disminuir los costos asociados al mantenimiento de los sementales. No obstante, este sistema requiere un control más estricto de la contaminación bacteriana, por lo que los diluyentes empleados incluyen antimicrobianos que no afectan la viabilidad de los espermatozoides. Entre los diluyentes de mediana duración que se distribuyen de forma comercial están Androstar, MR-A, F5 y F8 (28).
- **Diluyentes de larga duración:** El uso de este diluyente es para lugares alejados tanto del lugar de producción como el sitio de inseminación artificial. Tener en cuenta que varios diluyentes no son compatibles con el semen del animal, Verificar a través de un

examen andrológico si el semen proviene de cerdos con mejores resultados. Estos diluyentes han sido investigados de manera extensa con el fin de prolongar el tiempo de conservación sin afectar la calidad espermática. Sin embargo, en el caso de los cerdos no se ha logrado establecer estos diluyentes, realizando adaptaciones de diluyentes utilizados en bovinos. Varias empresas crearon sus diluyentes, con ello al ser marcas registradas siguen en constante investigación para optimizar su eficacia y estabilidad. Diluyentes como: Androstar plus, Acromax Plus y Fórmula F12 (28).

### 7.7 Caracterización de la microbiota bacteriana del semen

La presencia de microorganismo en el semen del cerdo, bacterias como:

- ***Staphylococcus spp***: Bacteria Gram-positiva, no se encuentra la infección interna en los testículos del cerdo se encuentra la contaminación por acciones externas. Detectado en muestras de semen fresco y diluido, no afecta directamente a la calidad seminal pero su alta carga indica una falta de higiene durante la recolección (28). Las especies de *Staphylococcus* consumen los nutrientes del diluyente y *Proteus* altera el pH del semen, lo que compromete aún más su calidad (29).

Las bacterias gramnegativas, como *Escherichia coli* y especies de *Pseudomonas*, son especialmente dañinas porque contienen lipopolisacáridos que desestabilizan las membranas espermáticas y provocan respuestas inflamatorias en el tracto reproductivo de la cerda (30).

- ***Pseudomonas***: Su presencia se asocia con una disminución significativa en los porcentajes de integridad de la membrana y esperma con bajo desorden lipídico de la membrana, y también con una reducción en los parámetros cinéticos de la motilidad espermática cuando se compara con los resultados obtenidos de la muestra control (31).
- ***Escherichia coli***: Bacteria común y problemática en la porcicultura, presente en el intestino de los cerdos y con frecuencia contamina el semen, se produce cambios en la calidad de los espermatozoides en el pH, la viabilidad, movilidad y morfología de los espermatozoides, así como el grado de aglutinación espermática y la interacción espermatozoides-bacterias (32).
- ***Corynebacterium***: Esta bacteria (*Corynebacterium spp*) está presente en dosis seminales, también se encuentra a nivel de su prepucio y en las glándulas genitales del propio porcino. El material en donde se recolecta el semen podría albergar este tipo de bacteria y el ambiente en donde se lo extrae puede obtener contaminación cruzada. Los

diluyentes acompañados de un pH inadecuado pueden favorecer a la presencia de esta bacteria, estos microorganismos pueden dar como resultado fertilidad reducida, bajos rangos de concepción y una vida útil más corta de la dosis seminal (33).

- ***Micrococcus***: Contaminación bacteriana común, su presencia junto con otras bacterias disminuye la calidad del esperma, afectando negativamente la motilidad y viabilidad de los espermatozoides, y puede ser origen de infecciones uterinas en las hembras (34).
- ***Proteus***: Se origina frecuentemente en el tracto urinario o genital del porcino, afectando la calidad seminal y la fertilidad de las cerdas, aunque es menos común que otras bacterias, su presencia indica un problema sanitario que requiere monitoreo y bioseguridad estricta para prevenir enfermedades y pérdidas reproductivas (34, 35).
- ***Streptococcus uberis***: Bacteria gram positiva, principal patógeno estreptocócico ambiental responsable de una elevada proporción de mastitis clínicas (MC) y subclínicas (MSC). No es uno de los contaminantes más habituales del semen porcino frente a otras bacterias. *Streptococcus uberis* en semen de verraco, debe considerarse potencial riesgo para la fertilidad y la salud uterina de las cerdas, y se recomiendan extensores bien seleccionados (no solo gentamicina), o estrategias alternativas como péptidos antimicrobianos o centrifugación en coloide con frío para controlar la carga bacteriana (36)
- ***Streptococcus dysgalactiae***: Bacteria gram positiva, es un patógeno porcino y zoonótico emergente, pero la literatura actual sobre semen de verraco se centra principalmente en contaminantes gramnegativos. Los informes directos de *Streptococcus dysgalactiae* en semen de verraco son escasos, por lo que las conclusiones deben extrapolarse del trabajo sobre *Streptococcus dysgalactiae* en cerdos, además de la investigación general sobre bacteriospermia (37)

En el proceso de colecta, requiere que los donadores sean previamente examinados clínicamente por el representante técnico del centro, verificando así su estado sanitario general y su aptitud reproductiva. Los animales seleccionados deben mantenerse en adecuadas condiciones de higiene, incluye limpieza y cepillado periódico. Se debe tener mayor importancia en la limpieza de los machos estos deben tener higiene de la región ventral del abdomen y el área prepucial, recortando el penacho de los pelos cuando sea necesario para evitar contaminación del material genético. Al ser la recolección con un maniquí este debe mantenerse limpio y desinfectado en los cuartos traseros del maniquí (sea animal o instrumento inerte) y después de cada procedimiento. De la misma forma si la colecta se utiliza

electroejaculador, la sonda debe permanecer limpia para cada colecta. El personal encargado no debe entrar en contacto con el pene del animal, utiliza guantes desechables para cada toma seminal. (38).

## **7.8 Método de análisis Espermiático**

### **7.8.1 Sistema CASA (Sistema de análisis computarizado automático) - iSperm**

Es una herramienta automatizada de análisis de semen del cerdo, proporcionando precisión y objetividad superiores a los métodos tradicionales, el sistema CASA nos brinda información detallada sobre varios parámetros microscópicos. Posee un sistema para analizar la motilidad y concentración complementando con módulos de programas opcionales, incluyendo el programa reconocimiento inmediato de gotas citoplasmáticas (proximales y distales), colas dobladas en los espermatozoides de diferentes especies. El análisis de morfología y morfometría determina la longitud, ancho y forma de la cabeza del espermatozoide, esto nos ayuda a tener diferentes referencias brindando una visión más profunda del análisis espermiático de cada cerdo optimizando la producción y mejorando significativamente la genética del mismo. Actualmente se hace uso del sistema CASA en centros de mejoramiento genético e investigaciones obteniendo la correlación de resultados según los objetivos proporcionados, el sistema CASA ayuda en la obtención de resultados confiables y precisos para producción de alta demanda (39).

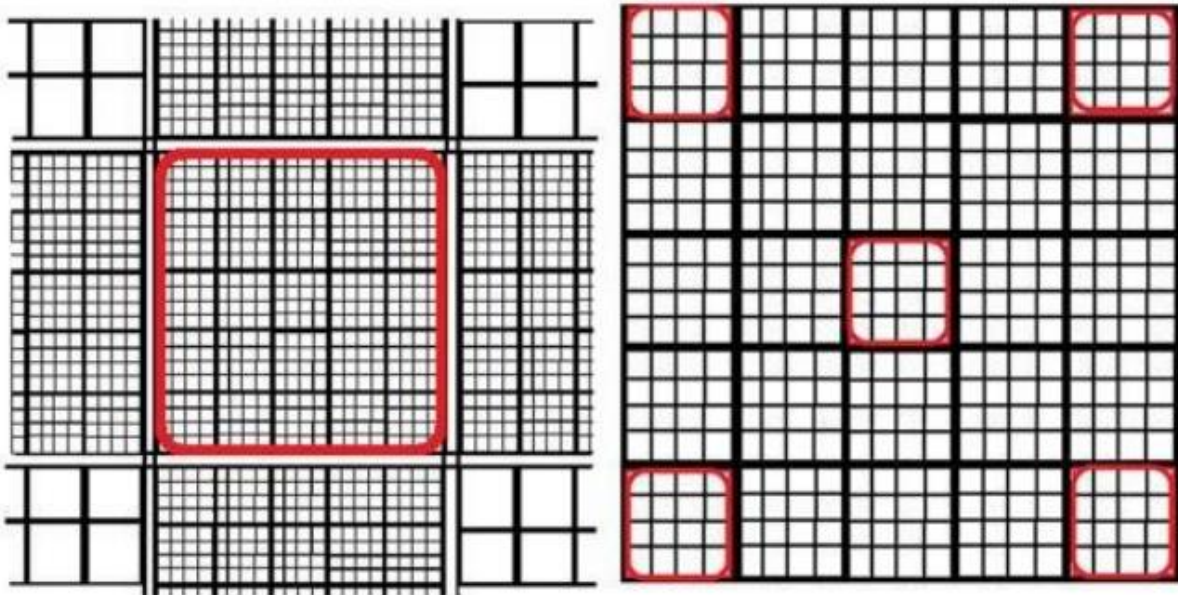
### **Sistema de recuento con cámara Neubauer**

En el siglo XIX fueron consideradas como método “Gold Standard” para determinar la concentración espermiática, ya en la actualidad existen sistemas más eficientes. Este tipo de cámaras de recuento se consideran variables como el área de la superficie, la altura de la cámara y el grado de dilución aplicado a la muestra seminal. Consiste en un procedimiento económico, siempre que se lo realice por un mismo operador con experiencia. De lo contrario, puede volverse un método subjetivo, susceptible a variaciones entre distintos analistas. En su defecto podría decirse que es un sistema subjetivo, ya que puede dar lugar a variación entre operarios (40).

Utilizamos una placa de cristal en la cual encontramos dos cámaras cuadradas, su uso es principalmente para la técnica cuantitativa de concentración espermiática por ml del eyaculado. El procedimiento es utilizar semen fresco con una pipeta. Posteriormente se hace el

llenado de las cámaras por capilaridad y se realiza la observación en el microscopio en 40x, este mismo paso se realizó para ambas cámaras con el objetivo de comparar si existe diferencia significativa. Luego de estar debidamente el llenado de la cámara pasamos a la observación en el microscopio en el objetivo 40x, nos ubicamos en el cuadrante central de las dos cámaras, en el interior de este se observa otra cuadrícula en la cual contaremos el contenido de cinco cuadrículas: las cuatro posicionadas en las esquinas del cuadrante y la central (40).

*Figura 2. Conteo de espermatozoides en cada cuadrante en forma de “L”*



*Fuente: (Silva, 2017)*

Para el conteo de los espermatozoides lo realizamos en forma de “L” teniendo en cuenta a los que se encuentran dentro del cuadro, si encontramos en borde superior izquierdo no se los contabiliza, si existen cabezas dentro del cuadrante estos no son considerados parte de la sumatoria. Se cuenta en zigzag en orden descendente. Se realiza la suma de los cinco cuadrantes y se promedia con la otra cámara (40).

## **8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

H0: Las dosis seminales porcinas comercializadas en los cantones de la provincia de Cotopaxi no cumplen con los parámetros mínimos requeridos para inseminación artificial.

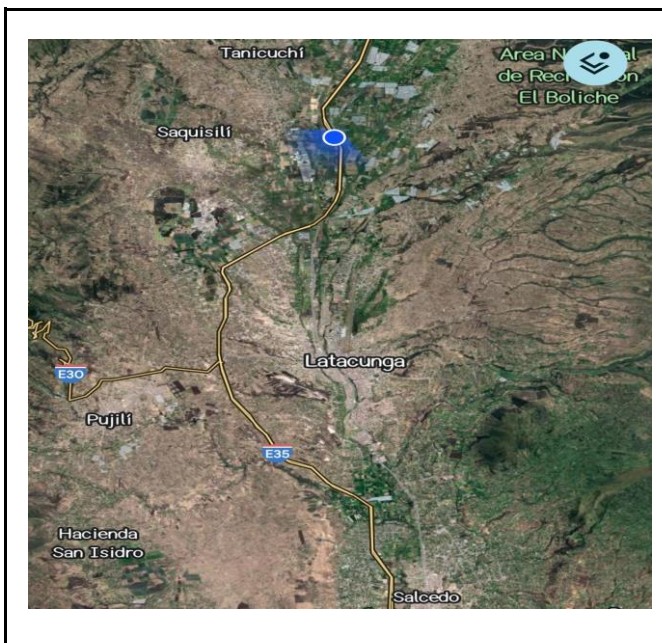
## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1 Ubicación del estudio**

La investigación realizada se llevó a cabo en la provincia de Cotopaxi, la cual se encuentra

ubicada en la región interandina del Ecuador cuenta con una extensión aproximada de 6 446 km<sup>2</sup> con altitudes que oscilan entre 1 900 y 5 897 m.s.n.m., además posee una temperatura variada de 10 °C a 20 °C, humedad relativa de 62% lo cual representa un ambiente moderadamente húmedo dependiendo los factores ambientales ya mencionados, de igual forma esta zona territorial cuenta con una gran combinación de valles agrícolas, páramos y volcanes, proporcionando así un clima templado en los valles y bajas temperaturas en zonas altas.

**Figura 3** Cantones en los que se realizó la investigación. Ubicación geográfica de la provincia de Cotopaxi (41)



## 9.2 Periodo de la investigación

La recolección de las dosis seminales inició el 19 de octubre del 2025 hasta su finalización que se llevó a cabo el día 23 de noviembre del 2025, durante este periodo, las colectas se realizaron con una periodicidad de 15 días. En consecuencia, la fase correspondiente a la recolección de muestras se desarrolló a lo largo de un periodo total de 35 días.

## 9.3 Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca bajo un enfoque cuantitativo, dado que se procedió a la recolección de datos numéricos y medibles (porcentajes de motilidad, concentración espermática, unidades formadoras de colonias, pH, etc.) para su posterior análisis estadístico, con el fin de establecer patrones de comportamiento en la calidad de las dosis seminales.

### 9.3.1 Diseño de estudio

Diseño No Experimental de Corte Transversal (con muestreos repetidos)

## 9.4 Población y tamaño de muestra

### 9.4.1 Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra estuvo constituido por 15 lugares de distribución de las dosis seminales comercializada, se adquirió por 3 veces con diferentes fechas las cuales son :

*Tabla 4. Recolección de dosis seminales.*

<b>Dosis</b>	<b>Fecha</b>	<b>Total</b>
Dosis seminal	19/10/2025	15
Dosis seminal	9/11/2025	15
Dosis seminal	23/11/2025	15

*Nota: Se trabajó con un total de 45 dosis seminales de cerdos.*

## 9.5 Materiales y equipos

*Tabla 5. Materiales que se utilizaron en el proyecto.*

<b>9.5.1 Biológicos</b>	<b>9.5.2 Oficina</b>	<b>9.5.3 Laboratorio</b>
Dosis seminales porcinas	Hojas impresas	Termómetro
-	Esferos	Sistema CASA
-	Computador	Cooler
-	-	Probetas

-	-	Tiras de pH
-	-	Pipeta
-	-	Puntas de pipetas
-	-	Tubos eppendorf
-	-	Papel secante
-	-	Microscopios
-	-	Guantes de manejo
-	-	Jeringas de 20 ml

---

*Nota: Elaboración propia.*

## **9.6 Procedimiento experimental**

### **9.6.1 Adquisición**

La recolección de las muestras de las dosis seminales porcinas, se adquirió en los cantones Latacunga, Saquisilí, Salcedo y Pujilí, mediante puntos de ventas autorizados de semen porcino ya procesado y listos para su venta.

## **9.7 Fase de laboratorio**

La recolección de las dosis seminales se llevó a cabo en los respectivos cantones, ubicando 15 localizaciones de puntos de ventas de las dosis seminales, se trabajó con la primera fecha la cual fue el 19/10/2025.

### **9.7.1 Toma de temperatura**

Adquirimos las muestras y enseguida se colocó el termómetro digital para medir la temperatura (Marathon) a continuación se tomó los registros de temperatura, fueron trasladados en un cooler de espumaflex y la temperatura dada oscilaron entre 16-18, y se los llevó a la Clínica Veterinaria de la Universidad Técnica De Cotopaxi, utilizando el laboratorio de

biotecnología.

### **9.7.2 Medición de pH**

Medimos con tiras de pH de la marca EC-LAB colocamos dentro de las dosis seminales dejando que actúe por 10 segundos para posteriormente retirar, dejando reposar en algún mesón ya previamente desinfectado, y observamos que tipo de pH contiene, a continuación, anotamos en los registros macroscópicos, envase a lectura se interpretó que las dosis seminales porcinos oscilan entre un Ph de color amarillo (ácido), verde (neutro) hasta verde más oscuro (alcalino).

### **9.7.3 Volumen de las dosis seminales**

Se colocó todo el volumen de la dosis seminal, midiendo con la ayuda de una probeta de 250 ml, se registró en las hojas de datos, la mayoría de las dosis seminales, (N:37) pasaban de los 90 ml lo cual son aptos ya que cumplen con el requerimiento de volumen de dosis seminales según la estandarización, y por otro lado algunas dosis no superan al rango de los 90 ml siendo (N:8) de las dosis seminales.

### **9.7.4 Visualización del color**

Para determinar la calidad del color de las dosis seminales, se realizó mediante análisis visual para identificar su color, si es blanco lechoso o acuoso.

### **9.7.5 Análisis con sistema computarizado (CASA) Sperm**

Se utilizó el sistema de análisis computarizado (CASA) Isperm para la evaluación microscópica de cada una de las muestras. Se usó la pipeta para mezclar el semen suavemente de 10-15 veces para tener una buena combinación, en velocidad suave para prevenir burbujas, pipetear 7.5 ul sobre la zona centro de la base del chip (iSperm Sampling Chips), efectuar en el colector y realizar un golpe suave en la mesa para extender la gota, colocar el cubre-chip, con la visualización hacia arriba sobre una mesa firme y limpia, colocar el recolector hacia abajo (la gota permanecerá en la base del chip), presionar la base dentro del cubre-chip verticalmente. Se escuchará un clic; posteriormente, seguir presionando, pasando entre 1-2 segundos se detalla los resultados microscópicos: concentración espermática, motilidad y morfología.

### 9.7.6 Análisis microbiológicos

Las muestras fueron enviados a un laboratorio certificado por la autoridad sanitaria en las cuales se corrió las muestras de las dosis seminales, estas pruebas consisten sembrar en el medio de agar sangre de cordero inicialmente durante 24 horas para ver desarrollo, en las muestras que están con un crecimiento en ese tiempo se hace pruebas diferenciales para poder determinar el género y especie a la que pertenece, principalmente vemos que hay presencia de *streptococcus*, *staphylococcus* y *corynebacterium*. se les realiza pruebas diferenciales para cada tipo de bacterias, en las muestras que no obtuvieron el desarrollo bacteriano en las 24 horas, se les deja incubando hasta 48-72 horas, todas las incubaciones se manejan a una temperatura de 37 °C en una atmósfera de CO<sub>2</sub>, es decir limitando la cantidad de oxígeno por que son las condiciones ideales para que las bacterias puedan desarrollarse.

Las tinciones se manejan con GRAM, a todas se las inicia con catalasa, las pruebas diferenciales para *Staphylococcus* son coagulasa y manitol, para *Streptococcus bilis* esculina y CAMP, para *Corynebacterium* CAMP.

### 9.7.7 Resultados bioquímicas

**Tabla 6.** Resultados bioquímicos de las dosis seminales

Bacteria	Agar Manitol	Agar Sangre	Catalasa Sal	Coagulasa	Camp	Tinción Gram
<i>Corynebacterium spp.</i>	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) Bacilos pleomórficos
<i>Streptococcus dysgalactiae.</i>	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+) Cocos en cadena
<i>Streptococcus uberis.</i>	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)/(+/-)	(+) Cocos en cadena
<i>Corynebacterium spp.</i>	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) Bacilos pleomórficos

**Nota:** Elaboración propia.

### 9.7.8 Análisis de los resultados

Se establecieron 3 tipos de análisis para evaluar la calidad seminal de los cerdos. Considerando que este modelo es no experimental, por lo que se distribuyeron los mismos en grupos de acuerdo a las locaciones de la provincia de Cotopaxi: Latacunga, Salcedo, Pujilí y Saquisilí, cada grupo fue contrastado dónde el análisis macroscópico de las dosis seminales: se realizó un análisis descriptivo de media y desviación estándar para determinar diferencias de volumen pH y temperatura entre locaciones mediante estadística descriptiva y un análisis de varianza ( $p > 0.05$ ). Los parámetros microscópicos: de motilidad y viabilidad de la calidad espermática se analizó mediante una prueba de normalidad de Shapiro Wilkins ( $p < 0.05$ ), dónde los valores normales se graficaron en diagramas de cajas y bigotes, para referenciarlos con valores de calidad de semen porcino microscópico. Por último la calidad espermática relacionada con las anomalías en relación a las localidades de las muestras fueron analizadas mediante una prueba no paramétrica de Chi<sup>2</sup> y estadística descriptiva. Todas estas pruebas estadísticas fueron procesadas en el software estadístico Jamovi Project (2019) y graficadas en Excel (Office, 2020) con la ayuda de Open AI (2025).

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 10.1 Análisis de los parámetros macroscópicos de las dosis seminales.

*Tabla 7. Media ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) por cantón.*

<b>Cantón</b>	<b>Temperatura (<math>\bar{x} \pm \sigma</math>)</b>	<b>pH (<math>\bar{x} \pm \sigma</math>)</b>	<b>Volumen (<math>\bar{x} \pm \sigma</math>)</b>
Latacunga (Lasso)	16.00 ± 1.00	6.33 ± 0.29	94.33 ± 3.21
Saquisilí	16.00 ± 1.00	8.83 ± 1.26	93.33 ± 17.01
Pujilí	17.13 ± 1.36	8.53 ± 1.23	96.00 ± 8.95
Latacunga	16.67 ± 1.50	7.50 ± 1.35	98.33 ± 5.14
Salcedo	17.33 ± 2.02	8.21 ± 1.15	91.00 ± 13.78

*Nota: Elaboración propia.*

## 10.2 Temperatura

Con respecto a la tabla 7, todas las dosis seminales porcinas fueron analizadas y se encontró dentro de los estándares del rango térmico de conservación idóneo, al momento de su evaluación se examinaron valores entre  $(16.00 \pm 1.00^\circ\text{C})$  entre Lasso y Saquisilí, mientras que en Salcedo se encontró con una temperatura de  $(17.33 \pm 2.02^\circ\text{C})$ .

Destacando que se trata de dosis diluidas, es importante mantener una temperatura constante, según Jhonson, L. (2000), el rango de almacenamiento óptimo para el espermatozoide porcino es entre  $15^\circ\text{C}$  a  $18^\circ\text{C}$ . en este espectro, los espermatozoides entran en un estado de anabiosis, reduciendo al mínimo el consumo de glucosa y oxígeno para preservar su esperanza de vida.

Althouse, G. (1989), explica que la membrana del espermatozoide tiene una composición lipídica única (baja relación colesterol/fosfolípidos) que la hace extremadamente sensible al frío. Si la temperatura bajará de los  $15^\circ\text{C}$ , los lípidos de la membrana pasarían de fase líquida a una fase de gel cristalino la cual se rompería la membrana, los datos de Lasso  $16^\circ\text{C}$ , muestran un margen de seguridad adecuado de 1 grado para evitar este fenómeno.

El control térmico es fundamental porque, según Paulenz, H. et al (2002), la motilidad se activa cuando supera los  $20^\circ\text{C}$ . Los datos de Salcedo  $(17.33 \pm 2.02)$  están muy cerca de este rango: Si se alcanza esta temperatura durante el transporte, se induce in vitro un desgaste metabólico (pérdida de ATP), lo que amenaza directamente la fertilidad final de la muestra.

La estabilidad térmica es el factor determinante según Waberski, D. (2011), incluso la media general, cambios bruscos como lo reporta Salcedo tanto subidas y bajadas de  $2^\circ\text{C}$ , crean una inestabilidad que hace que la célula madura prematuramente, haciéndola no apta para la fertilización.

## 10.3 pH

Los resultados obtenidos oscilaron entre acidez y alcalinidad notoria, las dosis seminales de Latacunga (Lasso) mostraron el pH con menor nivel  $(6.33 \pm 0.29)$ , mientras en Saquisilí se obtuvo un valor de  $(8.83 \pm 1.26)$ , Pujilí  $(8.53 \pm 1.23)$  por último Salcedo  $(8.21 \pm 1.15)$  reflejaron niveles de pH alcalinos superando a nivel de 8.0. En el cantón de Latacunga se observó un valor intermedio que va desde  $(7.50 \pm 1.35)$ .

Un cambio de pH alcalino (+8.0) en dosis conservadas indica una disminución en la capacidad buffer del diluyente. Según Gadea, J. (2003), estos cambios químicos suelen ser síntoma de errores en la preparación, como el uso de agua de mala calidad (alto contenido de carbono) para preparar el diluyente, o cuando el envase tiene un sellado deficiente lo que permite la fuga de CO<sub>2</sub> gaseoso lo que desplaza el equilibrio químico hacia la alcalosis provocando muerte celular.

Según Vyt, P. (2004/2007), cuando existe una contaminación bacteriana alta, las bacterias compiten por el azúcar del diluyente y liberan ácido láctico y otros metabolitos ácidos, este ambiente ácido desnaturaliza las proteínas de la membrana del esperma.

Profundizando en los efectos celulares, Huo, L (2002), demostró que un pH inferior a 6.5 bloquea la actividad de la Dineína ATPasa, la enzima responsable de convertir la energía química en movimiento flagelar. Esto explica por qué las dosis ácidas de Lasso pueden tener un movimiento muy bajo o nulo.

Purdy, P. (2010), indica que el pH tiende a aumentar con el tiempo de almacenamiento, los valores de 8.53, en Pujilí podrían indicar que se están comercializando dosis antiguas más de 3-4 días, donde el metabolismo de espermatozoides muertos libera sustancias básicas al medio.

### **10.1.2 Volumen**

El resultado del volumen de las dosis seminales se mantuvo dentro de los estándares comerciales, con un nivel que fue desde (91.00 ± 13.78 ml) en el cantón de Salcedo, y en Latacunga se obtuvo (98.33 ± 5.14 ml).

Los volúmenes registrados en provincia de Cotopaxi rango de (91.00 ± 98.33 ml) indican que las dosis comercializadas concuerdan al estándar internacional de técnica estándar de inseminación artificial, este volumen es estratégico.

Knox, R. (2016), enfatiza que se requieren volúmenes de 80 a 100 ml para los cuernos uterinos. Este volumen expande las paredes del útero, provocando la liberación de oxitocina y prostaglandinas endógenas, que provocan contracciones que aspiran los espermatozoides hacia el oviducto.

Flowers, W. (2015), explica que la variabilidad del volumen como en Saquisilí, puede estar relacionada con factores de manejo del verraco como el estrés térmico o la frecuencia de

recolección, resultando en eyaculados más concentrados o diluidos que requieren correcciones en el laboratorio, proceso que parece fallar en el cantón mencionado.

Además, Kommisrud, E. (2002), destaca que el volumen final también depende de la raza del verraco (Duroc produce menos que Landrace); La variabilidad de Salcedo podría reflejar una mezcla de razas sin un protocolo de dilución final estandarizado.

Según Watson, P. (2001), demuestra que volúmenes muy pequeños (70 ml) no estimulan al transporte, permaneciendo estacionarios en el cuello uterino, mientras que volúmenes excesivamente grandes (100 ml) provocan reflujo inmediato debido a la saturación vaginal. El promedio de 98 ml en Latacunga está en el límite superior que optimiza el transporte, pero en el límite de generar reflujo.

#### 10.1.4 Color

**Tabla 8.** Color de las dosis seminales.

<b>Cantón</b>	<b>Acuoso</b>	<b>Blanco lechoso</b>	<b>Total</b>
Latacunga (Lasso)	-	3	3
Saquisilí	3	-	3
Pujilí	13	2	15
Latacunga	4	8	12
Salcedo	7	5	12
Promedio	27	18	45

**Nota:** Elaboración propia.

En la tabla 8, el análisis macroscópico de las 45 muestras comerciales recolectadas en la provincia de Cotopaxi, se distinguieron dos variantes de color principales; Acuosa y blanco lechoso.

La prevalencia general entre las 45 dosis examinadas, el 60% (n = 27) fueron acuosas, y el 40% (n = 18) demostraron un color blanco lechoso.

Pujilí registró la mayor cantidad de muestras con aspecto acuoso (13 de 15 dosis). Latacunga mostró la proporción más alta de dosis blanca lechosa (8 de 12), a diferencia que en Lasso donde sus muestras (3 de 3) son blancas lechosas. Saquisilí presentó una uniformidad total hacia la apariencia acuosa en sus muestras (3 de 3), Salcedo dio resultado a una distribución variada de 7 muestras acuosas y 5 blancas lechosas.

Las dosis clasificadas como (blanco lechoso), que se encontraron con mayor frecuencia en el cantón de Latacunga (8 de 12 muestras) indican una adecuada concentración de espermatozoides, Según Sorensen, A. (1979), afirma que un color blanco lechoso en el semen porcino indica una densidad celular suficiente. lo que sugiere una concentración mayor de 200 - 300 millones de espermatozoides/ml.

Tal como advierte Gadea, J. (2003), el aspecto acuoso no es solo un simple rasgo físico, si no un síntoma de baja calidad espermática que afecta a la mayoría de los productores (60%). Esto sugiere que las dosis están desproporcionadamente diluidas o provienen de una mala eyaculación. ya que se puede reducir la concentración de los espermatozoides por debajo del nivel óptimo, la capacidad fecundante teóricamente se ve anulada.

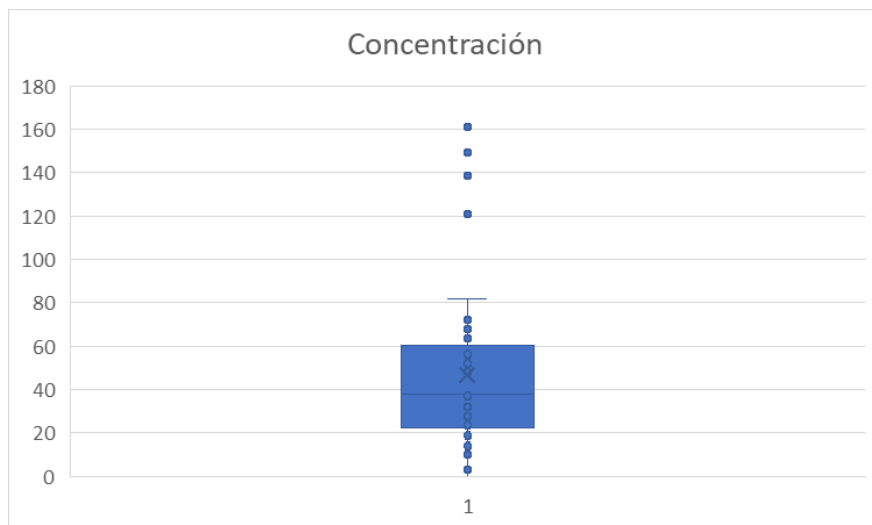
Según estándares de calidad descritos por Megapor (2020), la evaluación macroscópica es fundamental; una dosis viable debe ser de color blanco lechoso. La pérdida de esta turbidez acuosa es una clara señal de fracaso en el procesamiento. Para Pujilí y Saquisilí, la frecuencia con la que aparecen estas muestras transparentes genera una advertencia técnica, sugiriendo que los proveedores pueden estar obligando a la dilución para aumentar el número de dosis comercializadas sacrificando así la integridad biológica del producto.

PorciNews (2020), enfatiza que la pureza del color es esencial para excluir contaminantes, Aunque en este estudio no se informó ningún color rojo o amarillo (que indique la presencia de sangre u orina), la variabilidad de la acuosa ya es una señal de advertencia para la estabilidad de las dosis seminales y su capacidad para mantener la viabilidad del esperma durante el almacenamiento.

## 10.2 Análisis microscópicos

### 10.2.1 Concentración

*Gráfica 1. Resultados concentración espermática.*



*Nota: Elaboración propia.*

En la gráfica 1, La concentración espermática en las dosis seminales comercializadas se mostró una variable significativa y una distribución desigual de los resultados. A través del análisis del diagrama de caja y bigotes, se identificaron los siguientes resultados:

La mediana de la concentración se encuentra alrededor de 40 x 10 millones de espermatozoides/ml, con un rango de intercuartílicos que se sitúa principalmente entre los 20 x 60 millones de espermatozoides/ml.

A continuación, se observó una no dispersión significativa en las unidades analizadas, resaltando la existencia de valores atípicos que presentaron concentraciones que superan los 120 x 140 e incluso 160 millones de espermatozoides/ml.

Por último el extremo más bajo, múltiples dosis seminales mostraron concentraciones alarmantes cercanas a que no cumplen con el requerimiento estándar, lo cual se relaciona con la apariencia acuosa observada en el 60% de las muestras.

Según Althouse (1997), para poder garantizar una tasa de partos adecuada una dosis seminal comercial debería tener una concentración que asegure entre 3 y 4 mil millones de espermatozoides por una dosis de 80 a 100 ml, los datos encontrados en Cotopaxi indica que

muchas dosis no alcanzan este mínimo (concentración inferiores a  $30 \times 10^6/\text{ml}$ , lo que según Flowers (2002), demostró que cuando se logra inseminar con esta cantidad tan baja de espermatozoides, el tamaño de la camada es mínima, porque lo que esto representa grandes pérdidas hacia el porcicultor.

Maes (2008), nos dice que, si existe un exceso de diluyente sintético para poder aumentar el volumen de las dosis, se reduce la proporción del plasma seminal que rodea al espermatozoide, este plasma es fundamental para proteger la membrana del estrés oxidativo; su ausencia explica porque las muestras más diluidas en este estudio tuvieron la motilidad más baja.

### 10.2.2 Morfología

**Gráfica 2** Resultados de morfología espermática.



**Nota:** *Elaboración propia.*

En la gráfica 2, la morfología espermática permitió medir el porcentaje de los que tienen estructuras adecuadas en comparación con aquellos que muestran irregularidades en la cabeza, la parte intermedia o la cola. Los hallazgos se ilustran en el gráfico de caja y bigotes.

La mediana de la morfología normal fue aproximadamente del 94%, con un rango intercuartílico principalmente ubicado entre el 88% y el 96% de formas aceptables. Estos números se encuentran dentro de los límites considerados adecuados para dosis comercializadas.

Se encontraron valores atípicos severos con porcentajes de morfología normal notablemente bajos, observándose unidades con solo el 40%, 47% y cifras que rondan el 0% y 2%.

Aunque la mayoría de las dosis tienen una morfología por encima del 80%, la existencia de muestras con numerosas anomalías (puntos más bajos en el gráfico) indica problemas significativos en la selección de los machos o dificultades marcadas durante el proceso de dilución y conservación en centros específicos de la provincia.

La forma de los espermatozoides en las dosis seminales en Cotopaxi muestra una media del 94%, con la mayor parte de los resultados ubicados entre el 88% y el 96%. Estos porcentajes sobrepasan el mínimo requerido del 70-75% de morfología normal para la Inseminación Artificial (IA) en cerdos. De acuerdo con Althouse, G. C. (1998), el estándar internacional de comercialización de semen de cerdo establece que la dosis debe ser al menos del 70% al 80% de la forma normal. El promedio del 94% encontrado en este estudio supera con creces este requisito. Sin embargo, advierte que la presencia de cualquier lote por debajo del 70% (como las desviaciones del 40% hasta menos encontradas aquí) es inaceptable, ya que indica una incapacidad para descartar eyaculados con patología testicular o errores graves de procesamiento.

Dado que las dosis ya están diluidas, es crucial diferenciar el origen del daño. Vyt, P. (2007), explica que, durante el almacenamiento, los cambios bruscos de pH (como la alcalinidad  $>8.0$  detectada en Saquisilí) o la osmolaridad inadecuada del diluyente provocan principalmente anomalías secundarias, siendo la más común el enrollamiento de la cola. Es altamente probable que las muestras con 40% de normalidad presentan este defecto debido al estrés químico del diluyente, más que a un problema del verraco.

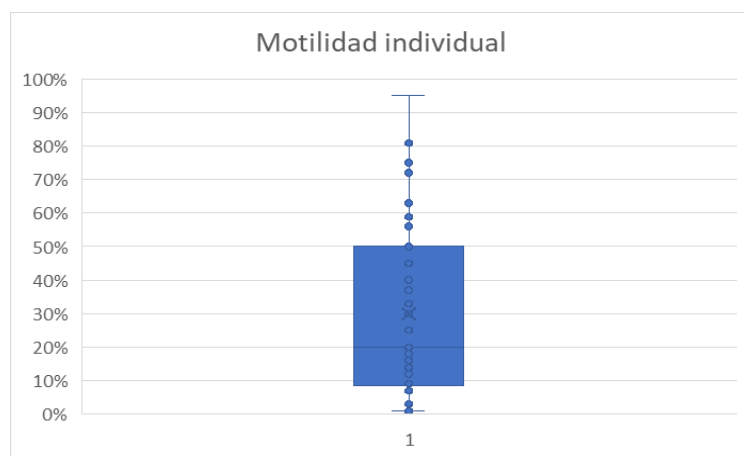
Sorensen, A. M. (1979), nos comenta que la persistencia de gotas citoplasmáticas o cabezas anormales en las dosis comerciales sugiere negligencia en la colecta, establece que una alta tasa de anomalías primarias (cabeza piriforme, doble cabeza) es heredable y de origen testicular. Si estas fueron encontradas en las dosis de Cotopaxi, significa que los centros de inseminación no están realizando la evaluación morfológica microscópica obligatoria antes de envasar y vender el producto.

Según Flowers. W. L. (1997), la morfología tiene una correlación directa con la viabilidad embrionaria. demostró que el uso de dosis con menos del 70% de formas normales no siempre impide la fecundación, pero sí reduce drásticamente el tamaño de la camada y aumenta la tasa

de retornos al celo. Por tanto, los productores que adquirieron las dosis identificadas como "valores atípicos" (5-40%) en este estudio, estadísticamente enfrentaron una pérdida total de la inversión reproductiva.

### 10.2.3 Motilidad individual

**Gráfica 3.** Resultados motilidad individual en las dosis seminales.



**Nota:** Elaboración propia.

En la gráfica número 3, los análisis realizados mediante las 45 muestras de las dosis seminales se detallan:

La mediana de la motilidad individual se establece en un 20%, un valor notablemente bajo para las dosis comercializadas en la provincia de Cotopaxi.

El 50% de las muestras varió entre 10-50% en cuanto a motilidad. Esto da resultados de que la gran parte de las dosis comercializadas en la provincia de Cotopaxi no cumplen con el mínimo estándar aceptable del 70- 80% necesario para asegurar una fertilidad adecuada.

Se nota una significativa variabilidad en los resultados, abarcando desde cifras mínimas próximas al 0% hasta un valor elevado de 95%.

Aunque hay algunas muestras que alcanzan porcentajes satisfactorios (más del 70%), son escasas y aparecen como puntos únicos en la parte alta del gráfico.

Según Althouse, G. C. (1998), establece que, para que una dosis seminal procesada sea comercializable, debe poseer una movilidad mínima del 70%. Con una mediana del 20%, la mayoría de las dosis de Cotopaxi clasifican como "no aptas", sugiriendo que los centros de

distribución no realizan una evaluación microscópica post-dilución antes de la venta.

Al tratarse de dosis diluidas, la motilidad depende de la estabilidad del medio. Gadea (2003), explica que los espermatozoides obtienen su energía (ATP) de los sustratos glucolíticos del diluyente. Si el diluyente es de mala calidad o el pH se alcaliniza (como se observó en Saquisilí con pH >8.0), el metabolismo celular se altera y el movimiento cesa. El bajo porcentaje de motilidad encontrado sugiere que los diluyentes utilizados no están logrando mantener el equilibrio osmótico y energético necesario.

La motilidad es el primer parámetro en decaer frente a fluctuaciones térmicas. Waberski et. al. (2011), señala que en dosis almacenadas (15-18°C), las vibraciones durante el transporte y las variaciones de temperatura provocan un estrés oxidativo acumulativo. La dispersión de los datos (de 5% a 95%) indica que, mientras algunas dosis se manejaron correctamente (los valores altos), la mayoría sufrió rupturas en la cadena de frío o agitación excesiva, resultando en la pérdida de movilidad observada en la mediana del 20%.

La consecuencia directa de estos resultados es productiva. Flowers (1997), demostró que existe una correlación positiva entre la motilidad de la dosis y la tasa de aparición. El uso de dosis con motilidades inferiores al 40% (como el 75% de las muestras de este estudio) se asocia estadísticamente con una reducción en el número de lechones nacidos vivos y un incremento en las repeticiones de celo, afectando la rentabilidad del porcicultor.

### 10.3 Bacterias presente en las dosis seminales

*Tabla 9. Resultados totales de las dosis seminales con presencia de bacterias.*

<b>Bacteria</b>	<b>Frecuencia absoluta (n)</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<i>Corynebacterium spp.</i>	24	0,774	77,42%
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	2	0,065	6,45%
<i>Streptococcus uberis</i>	3	0,096	9,68%
<i>Staphylococcus spp.</i>	2	0,065	6,45%
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>1,000</b>	<b>100,00%</b>

*Nota: Elaboración propia.*

En la tabla número 9, en la investigación microbiológica de las dosis seminales comercializadas en la provincia de Cotopaxi, mostró una notable cantidad de bacterias contaminantes, logrando identificar un número total de 31 aislantes positivos.

Frecuencia de *Corynebacterium spp.*: Esta bacteria fue el agente contaminante más común, apareciendo en n=24, lo que corresponde al 77,42% del total de aislados.

Detección de *Streptococcus*: Se encontraron dos especies que pertenecen a este grupo: *Streptococcus uberis* con una ocurrencia de n=3 lo que da al 9,68% y *Streptococcus dysgalactiae* con un n=2 lo que resulta en 6.45%.

El género *Staphylococcus spp.* se encontró n= 2 lo que resulta 6.45%.

*Corynebacterium spp.* (77,42%) no es un hecho aleatorio, sino que apunta directamente al verraco como fuente de contaminación. Basándonos en Althouse y Lu (2005), sabemos que este microorganismo es un microorganismo común del divertículo anterior y de la piel de los animales. Por tanto, su aparición sistemática en dosis de Cotopaxi revela los resultados sugieren una posible falta de limpieza rigurosa del prepucio o la no recogida de la fracción pre espermática, dirigiendo así la microbiota externa al eyaculado final.

La detección de bacterias viables en dosis de diluyentes comerciales indica un fenómeno de resistencia a los antibióticos Schulze. M., et al (2016), señalan que diversas bacterias espermáticas, particularmente aquellas que forman biopelículas, han desarrollado resistencia a la gentamicina y la estreptomycin, antibióticos comúnmente utilizados en estos diluyentes. Esta resistencia explicaría la supervivencia bacteriana durante el almacenamiento, lo que resulta en una competencia con los espermatozoides y una consecuente degradación de la calidad de la dosis.

Existe un vínculo fisiológico entre la carga bacteriana y el deterioro químico de la dosis. Según Gadea. J. (2003), la contaminación impone un alto coste metabólico: las bacterias consumen los sustratos energéticos disponibles (azúcares) y a su vez liberan catabolitos ácidos al medio ambiente. "Este mecanismo explica los cambios de pH registrados en el estudio, que, cuando se complementan con deficiencias de nutrientes, conducen a la descomposición energética de los espermatozoides y la consiguiente pérdida de motilidad.

La presencia de *Streptococcus dysgalactiae* y *uberis*, es alarmante ya que Maroto Martin et al. (2010), demostraron que la administración intrauterina de estas bacterias durante la

Inseminación Artificial (IA) induce una respuesta inflamatoria endometrial que reduce las tasas de implantación de embriones lo que conlleva la reducción del número de camada. por lo tanto, las dosis seminales comercializadas en este estudio representan un vector directo hacia la infertilidad y menor crías por camadas.

## **11. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS**

### **11.1 Impacto técnico**

Este estudio tendrá un impacto técnico significativo en la industria porcina de la provincia de Cotopaxi al proporcionar información y conocimientos para mejorar la calidad del semen y la eficiencia reproductiva. El desarrollo de un protocolo estandarizado de evaluación de calidad permitirá a los productores y técnicos realizar un seguimiento más preciso de la calidad del semen y tomar decisiones informadas sobre la selección de las dosis seminales.

### **11.2 Impacto Social**

En este estudio sobre la “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DE DOSIS SEMINALES PORCINAS COMERCIALIZADAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI” pequeños y medianos porcicultores dependen de la inseminación artificial (IA) para poder mejorar genéticamente la productividad y su rentabilidad. La investigación genera una seguridad de cómo deberían estar estandarizado las dosis seminales, logrando mediante los controles y certificaciones de AGROCALIDAD.

### **11.3 Impactos Económicos**

La rentabilidad de los productores porcinos está directamente ligada a la calidad del material genético que utilizan. Este estudio tiene como objetivo proporcionar a los productores de la provincia de Cotopaxi información precisa y detallada sobre la calidad espermática de las dosis seminales disponibles en el mercado local. Al conocer la calidad del semen porcino, los productores pueden tomar decisiones más informadas al momento de la compra, minimizando el riesgo de pérdidas económicas asociadas a bajas tasas de concepción, tamaños de camadas reducidos y la necesidad de repetir inseminaciones. Además, busca destacar la importancia de adquirir dosis seminales de proveedores certificados, puntos de venta que cumplen con estándares de calidad y bioseguridad que garantizan la salud y viabilidad del semen, reduciendo el riesgo de enfermedades y maximizando el potencial genético de las cerdas.

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 12.1 Conclusiones

- El adecuado manejo del material genético en cada una de sus etapas de producción, para preservar su calidad y viabilidad, mediante el control de los parámetros macroscópicos para prevenir alteraciones sobre la calidad seminal.
- Las dosis seminales porcinas que se comercializan en la provincia de Cotopaxi presentan, en su mayoría, deficiencias significativas en la concentración y la motilidad espermática.
- El 77.42% de las dosis seminales analizadas presentó contaminación bacteriana, siendo el principal agente *Corynebacterium spp.*
- Las dosis analizadas no cumplen con el requisito mínimos de calidad establecidos para el proceso de inseminación artificial (IA)

### 12.2 Recomendaciones

- Se recomienda efectuar evaluaciones microscópicas post-dilución obligatorias en punto de ventas autorizadas por laboratorios que se encuentran en el país certificados antes de su comercialización.
- Es imperativo rechazar sistemáticamente las dosis de esperma que tengan un aspecto transparente o acuoso, ya que este estudio mostró una correlación directa con una concentración insuficiente de esperma.
- Certificación sanitaria obligada en las dosis seminales porcinas comercializadas en la provincia de Cotopaxi.
- Implementar medidas específicas para resolver las incidencias actuales, permitiendo un monitoreo riguroso, necesario para el cumplimiento y adaptación de estrategias de venta del material genético porcino.

### 13. BIBLIOGRAFÍAS

1. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Principales resultados. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2023 [Internet]. Quito (EC): Instituto Nacional de Estadística y Censos; Abril 2024 [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/2023/Principales\\_resultados\\_ESPAC\\_2023.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf)
2. Compagnoni M, Tittarelli CM, Williams SI. Inseminación artificial en la especie porcina: dosis inseminante en relación al lugar de deposición. *Analecta Veterinaria* [Internet] 2019 [consultado el 21 de enero del 2026];39(2):041. Disponible en: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/25/25743007/html/>
3. S/N. Porque debemos valorar la calidad de las dosis seminales [Internet] 2020. 3tres3 [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://www.3tres3.com/latam/guia333/empresas/kubus-lab-s-a/posts/4161>
4. Chan C, CARACTERÍSTICAS DE LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD ESPERMÁTICA [Internet] 2019. Tecnológico nacional de México [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: [https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO\\_NEW/REPOSITORIO%20INSTITUCIONAL%20DE%20TESIS%20Y%20TRABAJO%20TERMINAL/2017-2019\\_Candelaria%20Chan%20D%C3%ADaz.pdf](https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/REPOSITORIO%20INSTITUCIONAL%20DE%20TESIS%20Y%20TRABAJO%20TERMINAL/2017-2019_Candelaria%20Chan%20D%C3%ADaz.pdf)
5. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador impulsa la producción porcina con seminario técnico en Cotopaxi [Internet] 2024. 3tres3 [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/ecuador-impulsa-produccion-porcina-con-seminario-tecnico-en-cotopaxi\\_17445/](https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/ecuador-impulsa-produccion-porcina-con-seminario-tecnico-en-cotopaxi_17445/)
6. Rivera M, INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CERDAS [Internet] 2020. scispace [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://scispace.com/pdf/inseminacion-artificial-en-cerdas-1u5028vv7b.pdf>
7. López A, Los factores de manejo del verraco y del semen afectan la calidad de la reproducción del verraco [Internet] 2017. *Link.springer* [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: [https://link.springer.com/article/10.1186/s40813-017-0062-5?utm\\_source=](https://link.springer.com/article/10.1186/s40813-017-0062-5?utm_source=)
8. Elisabeth Pinart, Esther Domènech, Eva Bussalleu, Marc Yeste, Sergi Bonet. Efectos de *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens* sobre el semen de verraco almacenado [Internet] 2017. 3tres3 [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en:

- [https://www.3tres3.com/latam/abstracts/efectos-de-e-coli-y-c-perfringens-sobre-el-semen-de-verraco\\_6773/#:~:text=La%20infecci%C3%B3n%20de%20las%20dosis,seminales%20se%20vio%20muy%20afectada.](https://www.3tres3.com/latam/abstracts/efectos-de-e-coli-y-c-perfringens-sobre-el-semen-de-verraco_6773/#:~:text=La%20infecci%C3%B3n%20de%20las%20dosis,seminales%20se%20vio%20muy%20afectada.)
9. Rodríguez - Martínez. Evaluación de la calidad del semen en el verraco [Internet] 2022. Avparagon [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/21.pdf>
  10. Villegas G, EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL DE CERDOS [Internet] 2022. UPSE [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2ff325fe-1e2d-49db-a7ea-d4dac5a58d8f/content>
  11. Taipe V. BIOTECNOLOGÍA REPRODUCTIVA [Internet] 2021. slideshare. [citado el 25 de enero de 2026]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/biotecnologia-reproductiva/226137619>
  12. Gonzáles-Figueroa H, Gonzáles Molfino HM. Biotecnologías reproductivas [Internet]. Biotempo [citado el 25 de enero de 2026]. Disponible en: <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/download/886/802/1952#:~:text=La%20biotecnolog%C3%ADa%20reproductiva%20comprende%20una,en%20peligro%20de%20extinci%C3%B3n%20incrementar>
  13. S/N, Inseminación Artificial en Bovinos [Internet]. Intagri.com. [consultado el 25 de enero de 2026]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/inseminacion-artificial-en-bovinos>
  14. Vásquez XAG. Comparación de la inseminación artificial cervical, pos cervical e intrauterina profunda en cerdos: Revisión de Literatura [Internet]. Zamorano.edu. [consultado el 23 de enero de 2026]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e8f2869e-9fb1-4ccc-89a7-25637969d27a/content>
  15. Gil J, Seró Pérez I, Palomes Cases J, Baliellas J, Marco E, Pinilla JC, et al. Características de las dosis de semen: volumen, concentración y conservación [Internet]. 3tres3.com. 2024 [citado el 16 de julio de 2025]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/articulos/caracteristicas-de-las-dosis-de-semen-del-verraco\\_45963/](https://www.3tres3.com/articulos/caracteristicas-de-las-dosis-de-semen-del-verraco_45963/)
  16. Colenbrander B, Feitsma H, Grooten HJ. Evaluación de calidad en semen porcino

- [Internet] 2020 Porcinews.com. [citado el 22 de enero de 2026]. Disponible en: <https://porcinews.com/evaluacion-de-calidad-en-semen-porcino/#:~:text=En%20un%20eyaculado%20considerado%20%E2%80%9Cnormal%E2%80%9D,de%20al%20menos%20un%2070>
17. Oliva J. EFECTO DEL pH DE UN EXTENSOR DE SEMEN PORCINO SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA [Internet] usac 2024 [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7451/1/Tesis%20Med%20Vet%20Juan%20Alejandro%20Oliva%20Trejo.pdf>
  18. Pinilla JC, Kleve-Feld M, Gil J, Marco E, Llamas PJ, García FA. Gestión óptima de las dosis de semen en granja: puntos clave de control [Internet]. 3tres3.com. 2021 [consultado el 21 de julio del 2025]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/latam/articulos/gestion-optima-de-las-dosis-de-semen-en-granja-puntos-clave\\_12105/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/gestion-optima-de-las-dosis-de-semen-en-granja-puntos-clave_12105/)
  19. Rozeboom. Factores que afectan sobre la calidad y conservación del semen porcino - Parte 2 [Internet]. 3tres3.com. [consultado el 21 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.3tres3.com/latam/guia333/empresas/genox-reproduccion/posts/8285>
  20. S/N. Calidad seminal [Internet]. Magapor. 2018 [citado el 16 de enero de 2026]. Disponible en: <https://magapor.com/actualidad-tecnica/calidad-seminal/>
  21. Galo HT, Dennis O, Uclés R, Zamorano R. Congelación de semen de cerdo y evaluación de la calidad biológica pos descongelado [Internet] Zamorano.edu. [consultado el 19 de enero de 2026]. Disponible en: [https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d591af0e-e070-4e86-a84d-134e443ed964/content#:~:text=Olor.,prepucio%20\(Hol%C3%BD%2C%201987\)](https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d591af0e-e070-4e86-a84d-134e443ed964/content#:~:text=Olor.,prepucio%20(Hol%C3%BD%2C%201987))
  22. Cantero C. Inseminación artificial de ganado porcino [Internet] mapa ministerio [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1984\\_05.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_05.pdf)
  23. Junta Nacional del Cerdo. Evaluación de la calidad del semen de verraco [Internet]. Portal de Información Porcina. 2015 [consultado el 22 de enero de 2026]. Disponible en: <https://porkgateway.org/resource/evaluating-boar-semen-for-quality/>
  24. S/N. Laboratorio de Inseminación Artificial porcina [Internet] Italcol [citado el 23 de enero de 2026]. Disponible en: <https://italcol.com/wp-content/uploads/2023/05/TECNINOTAS-PORCICULTURA-INSEMINACION-ARTIFICIAL.pdf>

25. Velásquez C. Factores que influyen en la calidad y principales características seminales del verraco [Internet] repositorio unjpsc [citado el 4 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/1562/FACTORES%20QUE%20INFLUYEN%20EN%20LA%20CALIDAD%20%20SEMINAL%20DEL%20VERRACO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. Córdova I. Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana. [Internet] scielo [citado el 4 de febrero de 2026]. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/img/revistas/revet/v26n1/html/v26n1a13.htm#:~:text=Desec%20la%20primera%20parte%20del%20eyaculado%20\(fracci%C3%B3n,un%20vaso%20de%20cart%C3%B3n%20tapado%20con%20gasa.](https://www.scielo.org.ar/img/revistas/revet/v26n1/html/v26n1a13.htm#:~:text=Desec%20la%20primera%20parte%20del%20eyaculado%20(fracci%C3%B3n,un%20vaso%20de%20cart%C3%B3n%20tapado%20con%20gasa.)
27. Cuenca, C. M., y Avallaneda, C. J. Características y tipos de diluyentes para la conservación del semen de cerdo [Internet] 2021 Bmeditores.mx. [citado el 23 de enero de 2026]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/porcicultura/caracteristicas-y-tipos-de-diluyentes-para-la-conservacion-del-semen-de-cerdo/>
28. Pineda Y, Santander J. Evaluación de la flora bacteriana del semen de verracos en granjas porcinas de Venezuela. Tropa Zootec [Internet]. 2007 [consultado el 22 de enero de 2026];25(3):173–7. Disponible en: [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692007000300004](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000300004)
29. Le Coz P, Roca J, Vázquez JM, Martínez EA, Gil J, Sánchez R, et al. Las enfermedades y el semen [Internet]. 3tres3.com. 2010 [consultado el 19 de enero de 2026]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/latam/articulos/las-enfermedades-y-el-semen\\_10159/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/las-enfermedades-y-el-semen_10159/)
30. PCA Ibérica. Contaminación bacteriana en el semen – Alternativas para reemplazar los antibióticos [Internet]. Web de AIMIbérica. [consultado el 22 de enero de 2026]. Disponible en: <https://aimiberica.com/blog/contaminacion-bacteriana-en-el-semen-alternativas-para-reemplazar-los-antibioticos>
31. Efecto de Pseudomonas aeruginosa en la capacitación de esperma de verraco [Internet]. 3tres3.com. 2021 [consultado el 22 de enero del 2026]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/latam/abstracts/efecto-de-p-aeruginosa-en-la-capacitacion-de-esperma-de-verraco\\_6586/](https://www.3tres3.com/latam/abstracts/efecto-de-p-aeruginosa-en-la-capacitacion-de-esperma-de-verraco_6586/)
32. McOrist S, Ramirez A. Infecciones por Escherichia coli en cerdos (1 de 2) [Internet]. 3tres3.com. 2021 [consultado el 22 de enero del 2026]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/latam/articulos/infecciones-por-escherichia-coli-en-cerdos-1-de-2\\_11552/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/infecciones-por-escherichia-coli-en-cerdos-1-de-2_11552/)

33. La Contaminación del Semen Porcino [Internet]. Engormix. 1900 [consultado el 25 de enero de 2026]. Disponible en: [https://www.engormix.com/porcicultura/procesamiento-semen/contaminacion-semen-porcino-primera\\_a25884/](https://www.engormix.com/porcicultura/procesamiento-semen/contaminacion-semen-porcino-primera_a25884/)
34. Acosta M, Ruedas M, Arias T, Páez R, Espinosa I, Martínez V, et al. Evaluación de la contaminación bacteriana de semen porcino puro y diluido [Internet]. Org.ar. [consultado el 22 de enero de 2026]. Disponible en: <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Evaluacion%20de%20la%20contaminacion%20bacteriana%20de%20semen%20porcino%20puro%20y%20diluido.pdf>
35. Costinar L, Herman V, Pitoiu E, Iancu I, Degi J, Hulea A, et al. Contaminación del semen de verraco: Identificación de bacterias gramnegativas y perfil de resistencia a los antimicrobianos. *Animals (Basilea)* [Internet] 2021;12(1):43. [consultado el 22 de enero de 2026] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ani12010043>
36. Eva Tvrdá, Ond rej Bucko, Kristína Rojková, Michal Durcka, Simona Kunová, Ján Kovác , Filip Benko, Miroslava Kacániová. The Efficiency of Selected Extenders against Bacterial Contamination of Boar Semen in a Swine Breeding Facility in Western Slovakia [Internet] 2021 MDPI [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/11/3320>
37. Ha-Young Kim. Molecular subtyping and antimicrobial susceptibility of *Streptococcus dysgalactiae* subspecies *equisimilis* isolates from clinically diseased pigs [Internet] 2020 *Journal of Veterinary Science* [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: [https://vetsci.org/Synapse/Data/PDFData/0118JVS/jvs-21-e57.pdf?utm\\_source=consensus](https://vetsci.org/Synapse/Data/PDFData/0118JVS/jvs-21-e57.pdf?utm_source=consensus)
38. Sandoval H. Manual para la obtención del certificado zoosanitario de producción y movilidad para funcionamiento de centros de material reproductivo [Internet] agrocalidad [consultado el 4 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2025/08/28.08.25-RESOLUCION-235-COMPILADA-ACTUALIZADA.pdf>
39. Bmeditores.mx. [citado el 19 de enero de 2026]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/ventajas-de-funcionamiento-del-sistema-casa-androvision/#ventajas-del-sistema-casa-en-el-an%C3%A1lisis-de-semen-porcino>
40. Ipuz H. Comparación de métodos de evaluación de las características espermáticas del semen porcino comercial [Internet] 2023. Universidad cooperativa de colombia. [consultado el 8 de febrero de 2026]. Disponible en:

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/bba71956-97b8-4c36-8b5c-b75ebd195a1d/content>

41. Wikipedia contributors. Provincia de Cotopaxi [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Disponible en: [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Cotopaxi](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Cotopaxi)
42. Johnson LA, Weitze KF, Fiser P, Maxwell WM. Storage of boar semen. *Anim Reprod Sci* [Internet]. 2000;62(1–3):143–72. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00157-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00157-3)
43. Althouse, G. C. (1998) *Post-selection of boar studs for use in artificial insemination.* (79-82) Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/282255941\\_Impact\\_of\\_the\\_use\\_of\\_Artificial\\_Insemination\\_With\\_Detection\\_of\\_Estrus\\_and\\_Fixed\\_Time\\_Artificial\\_Insemination\\_in\\_Crossbred\\_Cows\\_Managed\\_Under\\_the\\_Dual\\_Purpose\\_System](https://www.researchgate.net/publication/282255941_Impact_of_the_use_of_Artificial_Insemination_With_Detection_of_Estrus_and_Fixed_Time_Artificial_Insemination_in_Crossbred_Cows_Managed_Under_the_Dual_Purpose_System)
44. Paulenz, H., et al. (2002) *Effect of storage temperature and day of insemination on field fertility of liquid boar semen.* (175 - 182) Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1567-5769\(02\)00012-7](http://dx.doi.org/10.1016/s1567-5769(02)00012-7)
45. Roux P, Cohen J, Lascoux-Combe C, Sogni P, Winnock M, Salmon-Ceron D, et al. Determinants of the underreporting of alcohol consumption by HIV/HCV co-infected patients during face-to-face medical interviews: the role of the physician. *Drug Alcohol Depend* [Internet]. 2011;116(1–3):228–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2010.09.025>
46. Gadea J. Review: Semen extenders used in the artificial insemination of swine [Internet]. *Www.um.es*. 2003 [citado el 12 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.um.es/grupo-fisiovet/Gadea%202003%20SJAR.pdf>
47. Vyt P, Maes D, Rijsselaere T, Dejonckheere E, Castryck F, Van Soom A. Motility assessment of porcine spermatozoa: a comparison of methods. *Reprod Domest Anim* [Internet]. 2004;39(6):447–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0531.2004.00538.x>
48. Huo, L. J., et al. (2002) *Regulation of sperm motility by pH and enzyme inhibition.* (1157 - 1166)
49. Knox, R. V. (2016) *Artificial insemination in pigs today* (2 - 10)
50. Flowers, W. L. (2015) *Semen characteristics and fertility.* (45 - 60) Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280123450\\_Factors\\_Affecting\\_the\\_Efficient\\_Production\\_of\\_Boar\\_Sperm](https://www.researchgate.net/publication/280123450_Factors_Affecting_the_Efficient_Production_of_Boar_Sperm)
51. Kommissrud E, Paulenz H, Sehested E, Grevle IS. Influence of boar and semen

- parameters on motility and acrosome integrity in liquid boar semen stored for five days. *Acta Vet Scand* [Internet]. 2002;43(1):49–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1751-0147-43-49>
52. Watson, P. F., et al. (2001) *Semen transport in the sow*. (25 - 34)
  53. Sorensen, A. M. (1979) *Animal Reproduction: Principles and Practices*. Disponible en [https://books.google.com.ec/books/about/Animal\\_Reproduction\\_Principles\\_and\\_Practices.html?id=nd0qAQAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Animal_Reproduction_Principles_and_Practices.html?id=nd0qAQAAMAAJ&redir_esc=y)
  54. Magapor. (2020) *Boar seminal quality - Its parameters*. Disponible en: <https://magapor.com/en/technical-news/boar-seminal-quality/>
  55. PorciNews. (2020). *Evaluación de calidad en semen porcino*. Disponible en: <https://porcinews.com/evaluacion-de-calidad-en-semen-porcino/>
  56. Althouse GC, Levis DG, Singleton W. Semen collection, evaluation, and processing in the boar [Internet]. Cloudfront.net. [citado el 23 de febrero de 2026]. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49711357/Semen\\_collection\\_evaluation\\_and\\_processing20161019-27839-k86myh-libre.pdf?1476877444=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSemen\\_collection\\_evaluation\\_and\\_processing.pdf&Expires=1771816528&Signature=Ko6JeNxW1U1jGX8nc~eHIneqdCywRc2A2Y6euHcRiltf2FgGW-XM~-aZdKzL01p1wfgm6l4Lr8C3aA1S~QwcgIt3uk45Piy~YD~pn-9ckwAf1IpbDgXuFmOCWnvWQhuoDHj9V8ReRxnJKk4xcvSOY1H4zh4XjzfnfY-9pjPQiYZeKMks009nj1YzPs1cB09yLlqLtEvAdPzzqKoNFe2ornVG~HE~aFz6Vufl4eAlz8J2Q4EkeVijZsveAKDN1p2vsZ9XpohDhL4OLS~OnVleQ-OEfYfOqsTjndQufMiCn1G3o6Qg94iWvkbLEX4GLIF1omEW2h~X2GdP~XEWQ4IB8w &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49711357/Semen_collection_evaluation_and_processing20161019-27839-k86myh-libre.pdf?1476877444=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSemen_collection_evaluation_and_processing.pdf&Expires=1771816528&Signature=Ko6JeNxW1U1jGX8nc~eHIneqdCywRc2A2Y6euHcRiltf2FgGW-XM~-aZdKzL01p1wfgm6l4Lr8C3aA1S~QwcgIt3uk45Piy~YD~pn-9ckwAf1IpbDgXuFmOCWnvWQhuoDHj9V8ReRxnJKk4xcvSOY1H4zh4XjzfnfY-9pjPQiYZeKMks009nj1YzPs1cB09yLlqLtEvAdPzzqKoNFe2ornVG~HE~aFz6Vufl4eAlz8J2Q4EkeVijZsveAKDN1p2vsZ9XpohDhL4OLS~OnVleQ-OEfYfOqsTjndQufMiCn1G3o6Qg94iWvkbLEX4GLIF1omEW2h~X2GdP~XEWQ4IB8w &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
  57. Flowers W. L. (2002) Oup.com. [citado el 23 de febrero de 2026]. Disponible en: [https://academic.oup.com/jas/article-abstract/80/E-suppl\\_1/E47/4829618](https://academic.oup.com/jas/article-abstract/80/E-suppl_1/E47/4829618)
  58. Maes, D, et al (2008) Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen. *Porcine Health Manag* [Internet]. 2017;3(1):15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40813-017-0062-5>
  59. Althouse, G. C. (1998) *Post-selection of boar studs for use in artificial insemination*. *Veterinary Medicine*, 93(8), 747-752.
  60. Vyt, P. (2007) Examination and storage of boar semen. (Ghent University, Bélgica)
  61. Sorensen, A. M. (1979) *Animal Reproduction: Principles and Practices*. McGraw-Hill.
  62. Flowers WL. Management of boars for efficient semen production. *J Reprod Fertil*

- Suppl [Internet]. 1997;52:67–78. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1530/biosciprocs.15.005>
63. Waberski D, Henning H, Petrunkina AM. Assessment of storage effects in liquid preserved boar semen: Storage Effects in Liquid Preserved Boar Semen. *Reprod Domest Anim* [Internet]. 2011;46 Suppl 2:45–8. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01836.x>
64. Flowers WL. Management of boars for efficient semen production. *J Reprod Fertil Suppl* [Internet]. 1997;52:67–78. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1530/biosciprocs.15.005>
65. Althouse, G. C., & Lu, K. G. (2005) Bacteriospermia in extended porcine semen. *Theriogenology*, 63(2), 573-584.
66. Schulze, M., et al. (2016) Analysis of hygienic critical control points in boar semen production. *Theriogenology*.
67. Maroto Martín, L. O., et al. (2010) Bacterial contamination of boar semen affects the litter size. *Animal Reproduction Science*, 120(1-4), 95-104.