



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

TEMA:

**EFFECTO DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN SEMEN DILUÍDO DE GANADO  
PORCINO, MEDIANTE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL**

**TESIS DE GRADO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

AUTOR:

**TUMBACO LINO JONATHAN GREGORIO**

TUTOR:

**DR. NAVIA ARCOS EMILIO MSc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

2022



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **NAVIA ARCOS EMILIO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTO DEL ÀCIDO ASCÒRBICO EN SEMEN DILUÍDO DE GANADO PORCINO MEDIANTE EVALUACIÒN DE LA CALIDAD SEMINAL**, realizado por el estudiante **TUMBACO LINO JONATHAN GREGORIO**; con cédula de identidad **N° 0951792613** de la carrera **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Ciudad, día de mes del año



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**EFFECTO DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN SEMEN DILUÍDO DE GANADO PORCINO MEDIANTE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL**”, realizado por el estudiante **TUMBACO LINO JONATHAN GREGORIO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
ESPAÑA GARCIA IVONNE, M.Sc.

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
ARCOS ALCIVAR FABRIZIO, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
MACIAS CASTRO VERONICA, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 10 de mayo del 2022.

**Dedicatoria**

Dedico de todo corazón mi proyecto de tesis a mis queridos padres que son pilar fundamental en mi vida, que con su consejos y bendiciones me llenan de fuerzas para seguir de pie luchando en esta nueva etapa de vida como profesional.

A mis hermanos que con su alegría llenan de color mi vida, y me recuerdan que soy su ejemplo a seguir.

A toda mi familia que siempre estuvieron al pendiente en toda mi carrera universitaria, con sus buenos deseos y éxitos.

## **Agradecimiento**

A Dios por brindarme salud y constancia para poder culminar este proyecto de titulación.

A los Doctores Gonzalo Pillajo y Diego Oñate mis mentores y colaboradores, además de la paciencia brindada para llevar a cabo este proyecto.

A la Dra. Lissette Choez que siempre estuvo dispuesta ayudarme cuando la necesitaba, con sus consejos de vida con el fin de mi superación personal.

A la empresa INNOVAGENETIC y su excelente grupo de trabajo brindándome su amplia experiencia en el ámbito profesional.

A mi tutor de tesis Dr. Emilio Navia que estuvo guiándome en este camino para poder culminar mi proyecto de titulación.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo **TUMBACO LINO JONATHAN GREGORIO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “**EFFECTO DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN SEMEN DILUÍDO DE GANADO PORCINO MEDIANTE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL**” para optar el título de **MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 10 de mayo del 2022.

**TUMBACO LINO JONATHAN GREGORIO**

**C.I. 0951792613**

## Índice general

|   |    |
|---|----|
| <b>PORTADA</b> .....  | 1  |
| <b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....                                 | 2  |
| <b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</b> .....              | 3  |
| <b>Dedicatoria</b> .....  | 4  |
| <b>Agradecimiento</b> .....                                       | 5  |
| <b>Autorización de Autoría Intelectual</b> .....                  | 6  |
| <b>Índice general</b> .....                                       | 9  |
| <b>Índice de tablas</b> .....                                     | 9  |
| <b>Resumen</b> .....  | 10 |
| <b>Abstract</b> .....   | 11 |
| <b>1. Introducción</b> .....                                      | 12 |
| <b>1.1. Antecedentes del problema</b> .....                       | 12 |
| <b>1.2. Planteamiento y formulación del problema</b> .....        | 13 |
| <b>1.2.1. Planteamiento del problema</b> .....                    | 13 |
| <b>1.2.2. Formulación del problema</b> .....                      | 14 |
| <b>1.3. Justificación de la investigación</b> .....               | 14 |
| <b>1.4. Delimitación de la investigación</b> .....                | 14 |
| <b>1.5. Objetivo general</b> .....                                | 15 |
| <b>1.6. Objetivos específicos</b> .....                           | 15 |
| <b>2. Marco teórico</b> .....                                     | 16 |
| <b>2.1. Estado del arte</b> .....                                 | 16 |
| <b>2.2. Bases teóricas</b> .....                                  | 17 |
| <b>2.2.1.- Anatomía del aparato reproductor del verraco</b> ..... | 17 |
| <b>2.2.1.1.- Glándulas accesorias</b> .....                       | 19 |
| <b>2.2.2.- Fisiología reproductiva del verraco</b> .....          | 19 |
| <b>2.2.3.- Composición química del esperma</b> .....              | 20 |
| <b>2.2.4.- Métodos de colecta del semen</b> .....                 | 21 |
| <b>2.2.4.1.- Obtención de semen manualmente</b> .....             | 21 |
| <b>2.2.4.2.- Obtención de semen por vagina artificial</b> .....   | 21 |
| <b>2.2.4.3.- Obtención de semen por electro-eyaculación</b> ..... | 22 |
| <b>2.2.5.- Proceso de colecta de semen</b> .....                  | 22 |
| <b>2.2.5.1.- Área de recolección</b> .....                        | 22 |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.5.2.- <i>Material para colectar el semen.</i> .....  | 23 |
| 2.2.5.3.- <i>Preparación del verraco.</i> .....  | 23 |
| 2.2.5.4.- <i>Obtención del semen.</i> .....  | 23 |
| 2.2.5.5.- <i>Dilución del semen</i> .....  | 24 |
| <b>2.2.6.- Evaluación seminal</b> .....  | 25 |
| 2.2.6.1.- <i>Evaluación macro</i> .....  | 25 |
| 2.2.6.2.- <i>Evaluación micro.</i> .....   | 26 |
| <b>2.2.7.- Antioxidantes</b> .....   | 29 |
| 2.2.7.1.- <i>Vitamina C.</i> .....   | 30 |
| <b>2.2.8.- Diluyentes espermáticos</b> .....   | 31 |
| 2.2.8.1.- <i>Androstar Plus</i> .....  | 32 |
| <b>2.3. Marco legal</b> .....  | 33 |
| <b>3. Materiales y métodos</b> .....   | 34 |
| <b>3.1.- Enfoque de la investigación</b> .....   | 34 |
| 3.1.1.- <b>Tipo de investigación.</b> .....  | 34 |
| 3.1.2.- <b>Diseño de la investigación</b> .....  | 34 |
| <b>3.2.- Materiales</b> .....  | 34 |
| 3.2.1.- <b>Recursos bibliográficos</b> .....   | 34 |
| 3.2.2.- <b>Materiales y Equipos</b> .....  | 34 |
| 3.2.3.- <b>Recursos Humanos</b> .....  | 35 |
| <b>3.3.- Metodología</b> .....   | 36 |
| 3.3.1.- <b>Variables</b> .....   | 36 |
| 3.3.4.- <b>Métodos y técnicas.</b> .....   | 37 |
| 3.3.5.- <b>Análisis estadístico</b> .....  | 38 |
| <b>4. Resultados</b> .....   | 40 |
| 4.1 <b>Análisis del efecto del diluyente comercial en la calidad seminal mediante las pruebas macro y micro.</b> ..... | 40 |
| <b>5. Discusión</b> .....  | 59 |
| <b>6. Conclusiones</b> .....   | 62 |
| <b>7. Recomendaciones</b> .....  | 63 |
| <b>8. Bibliografía</b> .....   | 64 |
| <b>9. Anexos</b> .....   | 67 |

## Índice general

### Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.- Valores de Ph antes y después de la dilución en ambos grupos de estudio.</b><br>.....           | 40 |
| <b>Tabla 2.- Valores de volumen, color y olor de ambos grupos de estudio, antes de la dilución.</b> .....    | 43 |
| <b>Tabla 3.- Valores de volumen, color y olor de ambos grupos, después de la dilución.</b><br>.....          | 43 |
| <b>Tabla 4.- Porcentaje de motilidad seminal en ambos grupos, antes y después de la dilución.</b> .....      | 45 |
| <b>Tabla 5.- Valores de aglutinamiento antes y después de la dilución, en ambos grupos de estudio.</b> ..... | 48 |
| <b>Tabla 6.- Valores de concentración espermática antes y después de la dilución en ambos grupos.</b> .....  | 50 |
| <b>Tabla 7. Valores de viabilidad antes y después de la dilución, en ambos grupos.</b> .....                 | 53 |

## Resumen

Existe un desconocimiento sobre los efectos antioxidantes del ácido ascórbico sobre la crio preservación del semen diluido porcino. La presente investigación se llevó a cabo durante 60 días en la Microempresa de biotecnología Reproductiva “Innova Genetic” ubicada en la Provincia de Pichincha, cantón Mejía, Parroquia Aloag. Los objetivos del estudio fueron analizar el efecto del diluyente comercial en la calidad seminal mediante las pruebas macro y micro; y comparar los diferentes modos de aplicación de ácido ascórbico en la calidad seminal. Se seleccionaron 6 porcinos de la raza Pietrain, los cuales fueron separados en dos grupos de 3 animales, grupo T1 se les aplicó el ácido ascórbico directamente en el semen diluido, mientras que el grupo T2 fue vía intramuscular. Las observaciones fueron analizadas por la técnica Tukey al 5% mediante un software estadístico, los resultados fueron detallados mediante estadística descriptiva e inferencial con tablas, barras de frecuencia absolutas y relativas, y pasteles estadísticos. No hubo tanta mejoría notable en el pH post tratamiento, sin embargo, en cuanto a color, olor y volumen si hubo mejorías en ambos grupos. La motilidad, concentración y viabilidad espermática aumentaron con el uso de ácido ascórbico, independientemente si fue aplicado intramuscular o directamente en el semen fresco diluido. Por último, características que no son tan deseadas dentro del proceso del semen porcino, disminuyeron post tratamientos en ambos grupos, como: aglutinamiento y mortalidad espermática.

**Palabras clave:** Ácido ascórbico, antioxidantes, calidad seminal, crio preservación y Pietrain.

### **Abstract**

There is a lack of knowledge about the antioxidant effects of ascorbic acid on the cryopreservation of diluted boar semen. The present investigation was carried out for 60 days in the Reproductive Biotechnology Microenterprise "Innova Genetic" located in the Province of Pichincha, canton Mejía, Parish Aloag. The purposes of the study were to analyze the effect of the commercial extender on seminal quality through macro and micro tests; and compare the different modes of application of ascorbic acid in seminal quality. 6 Pigs of the Pietrain breed were selected, which were separated into two groups of 3 animals, group T1 ascorbic acid was applied directly to the diluted semen, while group T2 was intramuscularly. The observations were analyzed by the Tukey technique at 5% using statistical software, the results were detailed using descriptive and inferential statistics with tables, absolute and relative frequency bars, and statistical cakes. There was no so much noticeable improvement in post-treatment pH, however, in terms of color, smells and seminal volume there were improvements in both groups. Sperm motility, concentration and viability increased with the use of ascorbic acid, regardless of whether it was applied intramuscularly or directly in diluted fresh semen. Finally, characteristics that are not so desired within the process of boar semen decreased after treatment in both groups, such as: agglutination and sperm mortality.

**Keyword:** Ascorbic acid, antioxidants, cryopreservation, Pietran and seminal quality.

## **1. Introducción**

### **1.1. Antecedentes del problema**

Actualmente en Ecuador se está incrementando el uso de la biotecnología aplicada en explotaciones porcinas, cubriendo amplios objetivos cuya finalidad es el incremento de la producción, rentabilidad y sostenibilidad. Una de las biotecnologías utilizadas es el manejo del semen fresco diluido masificando el uso de la técnica en inseminación artificial (I.A), una de las ventajas que tiene el uso del semen fresco diluido es lograr un mayor número de crías mejoradas genéticamente con el fin de disminuir la propagación de enfermedades que afectan a la reproducción porcina ya que dichas enfermedades generan grandes pérdidas económicas.

Existen factores que afectan la calidad seminal es por ello que la existencia de diluyentes (corta, mediana y larga duración) los diluyentes tienen como objetivo aumentar el volumen del eyaculado y preservar la viabilidad de los espermatozoides, además proveen una fuente adecuada de nutrientes, ambiente de protección a los espermatozoides, electrolitos para mantener una adecuada presión osmótica, sustancias buffer que brinda protección al semen contra cambios extremos de pH, y antibióticos que inhiben el crecimiento bacteriano (Alba, 2010).

Es por ello que con la aplicación del ácido L- ascórbico (AA) o también llamado vitamina C, el cual es considerado uno de los más potentes agentes antioxidantes y una vitamina hidrosoluble esencial, sintetizada a partir de la glucosa, buscamos mejorar ciertos parámetros seminales tales como: supervivencia,

conservación, motilidad, viabilidad e integridad acrosomal (Córdova, Pérez, Méndez, Villa & Huerta, 2015).

Hoy en día en nuestro medio existe escasa variedad de diluyentes comerciales para el manejo de semen fresco diluido.

La presente investigación buscó evaluar el semen fresco diluido, con aplicación de Ácido ascórbico, para evaluar su efecto en las pruebas de calidad seminal.

## **1.2. Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1. Planteamiento del problema**

Los espermatozoides porcinos son sensibles al frío, especialmente si se someten a temperaturas por debajo de 15°C, con daños irreversibles en la viabilidad y función de célula, afecciones a la membrana de la célula y al ADN. También se ha visto un incremento en la oxidación celular causando pérdidas de enzimas (Roche, Úbeda, Ausejo & Dalmani, 2016). De ahí la importancia de usar agentes antioxidantes para mayor conservación de la viabilidad espermática, en este caso de la aplicación de ácido ascórbico (AA).

Los antioxidantes son moléculas que inhibe la formación excesiva de radicales libres, donan electrones con el fin de evitar oxidación reducción de la reacción en cadena. Son productos químicos que evitan el consumo de oxígeno, disminuye la oxidación del sustrato. También forman parte de enzimas para proteger a las células de medios adversos extracelulares (Guerrero, 2015).

### **1.2.2. Formulación del problema**

¿La aplicación de ácido ascórbico, como agente antioxidante, mejorará la conservación y viabilidad de células espermáticas?

### **1.3. Justificación de la investigación**

Actualmente en Ecuador, no se han hechos muchos estudios sobre el efecto del ácido ascórbico (AA) dicho método es algo relativamente nuevo lo cual podría presentar un beneficio económico para la explotación porcina aumentando el número de cría por camada, caracteres fenotípicos y genotípicos de los animales cuya preservación de semen fresco diluido, comprende mejorar los beneficios del poder antioxidante de la vitamina c y darle un correcto uso a la técnica de inseminación artificial (IA).

En muchos casos existe un desconocimiento de las necesidades de una vitamina determinada para una función en concreto.

### **1.4. Delimitación de la investigación**

#### **Delimitación del Espacial**

El presente estudio se realizó en la Provincia de Pichincha, cantón Mejía, Parroquia Alóag. En la microempresa de biotecnología reproductiva “InnovaGenetic”, que se encuentra a 2900 m.s.n.m, su extensión es de 3.500 m<sup>2</sup>, la temperatura anual promedio es de 15 °c, con una precipitación media anual de 3500 mm

#### **Delimitación Temporal**

La presente investigación tuvo una duración de 60 días en campo y laboratorio respectivamente.

### **1.5. Objetivo general**

Determinar el efecto del ácido ascórbico en semen diluido de ganado porcino, mediante la evaluación de la calidad seminal.

### **1.6. Objetivos específicos**

- Analizar los parámetros antes y después de la dilución del material seminal mediante las pruebas macro y micro.
- Comparar los diferentes modos de aplicación del ácido ascórbico (AA) en la calidad seminal.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Estado del arte**

La adición de vitamina C al diluyente del semen fresco porcino demostró efectos positivos en la conservación del semen posibilitando su uso a nivel de campo, a su vez también sobre los parámetros de calidad seminal: aglutinación, viabilidad, motilidad y mortalidad de semen fresco porcino. Demostraron que, entre los parámetros ya mencionados, tuvo mayor efecto en la aglutinación (Mejía & Párraga, 2019).

Durante los procesos de conservación espermática se incrementa la producción de radicales libres, la adición de antioxidantes mejora la calidad seminal. En los cerdos se asocia el estrés oxidativo al daño de espermatozoide afectando su capacidad fecundante. En otros estudios, se adiciono la melatonina durante la conservación del semen porcino a 16°C, demostrando tener un efecto antioxidante. Obtuvieron que indicadores de lipoperoxidación incrementan al día 0 y 1 en muestras de semen diluido con melatonina (Flores, Meléndez, Mendoza, Márquez & Vilanova, 2018).

La adición de agua de coco también ha sido utilizada para mejorar la conservación y la calidad del semen diluido porcino. Se concluyó que el agua de coco demostró ser más eficiente dentro de las 24 horas y el dilutor tradicional ser más eficiente durante las 72 horas en semen fresco porcino (Chávarri, 2015).

Por último, el uso de rooibos que es un arbusto de origen sudafricano que tiene propiedades medicinales. Se añadió al semen porcino almacenado a 17 ° por 96 horas, teniendo efectos positivos incrementando la velocidad espermática rectilínea y mejorando la conservación de la integridad del acrosomal. El rooibo puede ser considerado como una fuente natural y económica de antioxidantes para la conservación del semen porcino (Ros & Pintus, 2017).

La IA con semen fresco puede ser adoptada como una herramienta en programas de mejoramiento porcino, de forma óptima, en explotaciones pequeñas que cuentan con un número pequeño de sementales, pero con alta calidad genética. Se puede definir a la IA como el acto de depositar el semen, por medio de instrumental especializado, en un lugar determinado del tracto genital de la hembra aprovechando el momento adecuado para la fecundación. Se han realizado varios estudios comparando los resultados entre la monta natural y la inseminación artificial, demostrando que son mejores en cuanto a la IA (Hafez, 1992).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1.- Anatomía del aparato reproductor del verraco**

El aparato reproductor masculino consta de las siguientes partes; testículos, donde se realiza la espermatogénesis; el epidídimo, donde se maduran los espermatozoides hasta obtener su capacidad fecundante; conductos deferentes, que desembocan en la uretra y finaliza en el pene para el transporte de los espermatozoides; y las glándulas accesorias (próstata, vesículas seminales, glándula bulbo uretral) segregan plasma seminal que junto con los espermatozoides

forman el eyaculado final. También se puede decir que está conformado por dos partes: una interna y otra externa. Externamente se encuentran las partes visibles: pene, escroto donde se alojan los testículos; mientras que internamente se encuentran la próstata, vesículas seminales, conductos deferentes, el epidídimo y las glándulas de Cowper (Parrado, Pardo & Cruz, 2010).

Los testículos, pares, se ubican en el exterior de cuerpo dentro de un pliegue denominado escroto, conservando una temperatura entre 3 - 5 °C por debajo de la corporal. Se conforman por: túbulos seminíferos, los cuales están revestidos por células de Sertoli que les proporciona sostén y una fuente de alimento y por células de Leydig las cuales segregan hormonas masculinas principalmente la testosterona; en los túbulos se producen los espermatozoides. Los testículos cumplen doble función: producir gametos masculinos, es decir, espermatozoides y generar hormonas esteroideas (Alamo, 2007).

El escroto es una bolsa o pliegue que protege el parénquima testicular y mantiene la temperatura de los testículos, de forma que no se vea afectada la espermatogénesis. El cordón espermático se extiende entre el testículo y la pared abdominal, y se encuentra constituido por: conducto deferente, músculo cremáster y vena espermática o testicular. El epidídimo es un conducto enrollado que cumple las siguientes funciones: almacenamiento, transporte y maduración espermática; está conformado por cabeza, cuerpo y cola, siendo la última la estructura que sirve como reservorio de espermatozoides hasta que se produzca la eyaculación; son aproximadamente 14 días que los espermatozoides pasan en el epidídimo hasta su maduración (Alamo, 2007).

La uretra es un conducto encargado del transporte de orina desde la vejiga y del plasma seminal en el eyaculado. Los conductos deferentes inician en la cola del epidídimo y transportan los espermatozoides (Alamo, 2007).

#### *2.2.1.1.- Glándulas accesorias*

La próstata, se ubica en el dorso de la uretra y desemboca en la porción elevada de la uretra, está formada por un cuerpo y una porción diseminada. La vesícula seminal, son un par de reservorios membranosos que se encargan de acumular esperma antes de ser exteriorizado por los conductos deferentes. La glándula de Cowper o glandula bulbo uretral, están ubicadas por debajo de la próstata y segregan un líquido alcalino que lubrica y neutraliza la acidez de la uretra antes del paso del semen en la eyaculación (Ghezzi, 2004).

El pene está constituido por tres cuerpos: esponjoso, cavernoso y cavernoso del glande; en el cerdo no hay estructura que diferencia entre el cuerpo y el glande. La parte superior del pene tiene forma de tirabuzón y este cumple la función de expulsar la orina y depositar el semen en la monta en el interior del genital de la hembra. El prepucio es una vaina tubular que es la continuación de la piel abdominal, recubre el pene flácido y segrega un líquido verdoso denominado esmegma que lubrica el pene (Araujo, 2011).

#### **2.2.2.- Fisiología reproductiva del verraco**

La espermatogénesis es el desarrollo de espermatogonias en espermatozoides, este proceso dura entre 64 a 75 días y tiene varias fases. Las espermatogonias están en procesos de mitosis durante 16 días antes de ser

espermocitos primarios, pasan a ser secundarios por meiosis en 24 días, luego de unas pocas horas se convierten en espermátides que tardaran otros 24 días en ser espermatozoides. Los espermatozoides pasan por el epidídimo, donde se realiza la espermiogénesis, para salir al exterior; la espermiogénesis es la obtención del acrosoma y del glicolema el cual desaparecerá antes de fecundar al ovulo (Flowers, 2010).

El comportamiento sexual del verraco en presencia de una hembra en celo inicia de una forma exploratoria, olfateando la zona ano-genital de la hembra y haciendo golpeteos con el morro en sus flancos; también el macho miccionará frecuentemente y vocalizará de forma característica con hipersalivación. En este período intentará montar a la hembra repetidas veces, lográndolo solo cuando la hembra presente el reflejo de la inmovilidad. El libido del macho dependerá de los andrógenos que se sintetizan en los testículos (Ruiz, 2004).

En la cópula o monta natural, el macho busca a la hembra en celo estableciendo un patrón de cortejo e intenta montarla. La erección se da una vez el macho monta a la hembra, penetra el glande (forma de espiral) al interior de la vagina llegando al cérvix mientras eyacula. El promedio de eyaculación dura entre 8 a 12 minutos, el volumen del eyaculado es entre 150 a 200 ml dependiendo de la raza y edad (Jensen, 2004).

### **2.2.3.- Composición química del esperma**

El plasma seminal es un medio rico complejo que sirve como medio de: vehículo, nutrición y protección de las células espermáticas. Está compuesto de

minerales como: Na, K, Cl, Ca, Mg, Zn y glúcidos, poca glucosa-0.30 mmol/L), fructuosa con 5,5 a 27,5 mmol/L que son las fuentes de energía producida a partir de la glucosa sanguínea. También contiene numerosos ácidos orgánicos, especialmente el ácido cítrico que contribuye al mantenimiento de la presión osmótica, ácido ascórbico con función protectora de radicales libres (Poirot & Cherruau, 2005).

#### **2.2.4.- Métodos de colecta del semen**

##### *2.2.4.1.- Obtención de semen manualmente*

Existen dos técnicas: mano enguantada y mano desnuda. Este método permite obtener de forma normal un completo eyaculado, una vez que el verraco efectúa la monta y deja al descubierto el pene. Se coloca el dorso de la mano contra la pared ventral del abdomen por delante del orificio prepucial, sujetándolo suavemente y ejerciendo una ligera tracción hacia delante con el fin de lograr su amplexación. Se debe aplicar una presión digital rítmica de 2 o 3 cm del distal del pene para estimular la eyaculación, la cual puede durar de 4 a 10 minutos (Cantero, 2019).

##### *2.2.4.2.- Obtención de semen por vagina artificial*

Consiste en la instalación de una vagina artificial fijada en el maniquí. El principio del uso de esta vagina es el de crear un ambiente de temperatura y presión similar al tracto genital de la hembra, capaz de producir estímulos suficientes en el macho y provocar la eyaculación. Este método tiene desventajas como: el costo elevado del material utilizado, la complicación de la utilización de los mismos,

imposibilidad de separar las diferentes fracciones del eyaculado, reacciones de inhibición causadas por variaciones de temperatura de la vagina artificial (Acosta, 2010).

#### *2.2.4.3.- Obtención de semen por electro-eyaculación.*

Se utiliza un electro-eyaculador, manual, con una sonda rectal diseñada para pequeños rumiantes. El estímulo eléctrico consiste en la aplicación de varias series de descargas eléctricas que van en aumento con intervalos de descanso hasta obtener el eyaculado (Yerves, López & Pérez, 2014).

### **2.2.5.- Proceso de colecta de semen**

#### *2.2.5.1.- Área de recolección*

El área de recolección debe estar limpia, desinfectada, debe de ser zona amplia, segura y confortable tanto como para el operador como para el animal. El suelo debe lavarse, desinfectarse semanalmente y debe estar libre de desecho, el uso de una alfombra en la parte trasera del potro para evitar resbalones y que le dé estabilidad al verraco para dar un buen salto al primer intento. Además, se deben ser desinfectados las paredes, el potro o maniquí e instrumental a utilizar, el material de desinfección debe a la vez permitir conservar el olor del verraco para su estimulación.

El potro o maniquí debe ser sólido y estar fijo al suelo para resistir el peso y movimientos del verraco durante la fase de excitación. Debe tener ajustes para regular la altura e inclinación de acuerdo al tipo de verraco. La manipulación del

pene de cerdo debe ser efectuada con guantes de polivinilo no empolvados, evitando tocar instrumental o cualquier otra cosa.

#### *2.2.5.2.- Material para colectar el semen.*

El eyaculado debe depositarse en vasos de cartón tapados con gasa médica o con filtro de papel (Gadea, 2005), en caso de usar bolsitas plásticas desechables o vasos de vidrio de precipitado deben ser esterilizados. Los envases del eyaculado deben ser colocados previamente dentro de un termo calibrado a 30°C para evitar el choque térmico del semen, el termo debe estar rotulado con los datos del verraco. El termo debe limpiarse después de cada recolecta y antes de usarse debe precalentarse a 38°C, en un área del almacenamiento tibia, seca y libre de polvo.

#### *2.2.5.3.- Preparación del verraco.*

Para evitar la contaminación del prepucio es necesario hacer la correcta asepsia, cortando los pelos más largos. La estimulación sexual se ve favorecida por el masajeo, se debe evitar el uso de polvo para evitar contaminar los espermatozoides. El potro debe acondicionar, y el verraco previamente entrenado.

Para mayor facilidad del proceso se recomienda el uso de componentes en la cabalgadura que emiten olores estimulantes para el verraco, lo cual se obtiene impregnando un paño con semen u orina de cerdas en celo (Hazel, 2005)

#### *2.2.5.4.- Obtención del semen.*

En la técnica de recolección manual, se realiza el siguiente procedimiento: asegurar que el térmico este identificado, esperar que el pene sobresalga del

prepucio cuando el verraco este sobre el potro, tomar el pene con la mano sin apretar para que el verraco se acostumbre al contacto, mantener el pene en forma horizontal para evitar derrame que contaminen la correcta, excitar la extremidad del pene con los dedos pulgar o meñique, cuando el pene sobresalga del prepucio, cuando el pene sobresalga del prepucio apretar la extremidad del mismo teniendo precaución de dejar sobrepasar la punta fuera de la mano.

Al comenzar la eyaculación se continúa con presión discontinua para estimular la eyaculación. La fracción pre-espermática y post espermática se desecha; la fracción espermática se recolecta, esta porción contiene el 80-90% de todas las células espermáticas presentes en el eyaculado. La eyaculación dura entre 5 a 20 minutos, es necesaria que llegue al final y esperar la retracción del pene. Finalmente, se debe pulverizar el pene y el prepucio con una solución de clorhexidina para desinfección, y el termo, dentro de los 15 minutos posteriores a la recolección, debe ser colocado en una cámara o al ambiente a 37°C (Izquierdo, et. all, 2015).

#### *2.2.5.5.- Dilución del semen*

Previamente al proceso de dilución, primero se determinará el volumen del eyaculado pesando la muestra. A través del microscopio se cuantificó: motilidad, viabilidad, mortalidad y aglutinamiento. Para diluir el semen fresco del porcino se extrae una gota de semen con una micropipeta y se depositó en una microcubeta para determinar la concentración espermática.

Los diluyentes ayudan a aumentar el volumen del eyaculado y preservar la viabilidad de los espermatozoides, promoviendo una fuente de nutrientes en un ambiente que proteja a los espermatozoides contra la disminución de la temperatura. Además, aporta con electrolitos para mantener la presión osmótica, sustancias buffer para proteger el semen contra cambios extremos del pH y antibióticos. Estos diluyentes son útiles para poder conservar los espermatozoides durante periodos largos.

El espermatozoide porcino es muy sensible al shock por frío que altera la viabilidad espermática debido a que los movimientos laterales de los fosfolípidos de la membrana se reducen y se separan, desencadenando alteraciones irreversibles en las proteínas de las membranas (Carmona, 2004).

#### **2.2.6.- Evaluación seminal**

La examinación del semen antes de ser usado en la inseminación artificial, es necesario para descartar una posible infertilidad o anormalidades en la forma de los espermatozoides, también podemos confirmar una normal espermatogénesis (Mejía & Párraga, 2019). La evaluación del semen se divide en micro y macro. La micro incluye la valoración de: viabilidad, aglutinamiento, movilidad, calidad espermática, motilidad y mortalidad; mientras que la macro incluye: color, olor, volumen y pH.

##### *2.2.6.1.- Evaluación macro*

Volumen: Se expresa en cc o ml (1g=1ml), para poder medirlo se usan probetas graduadas o una balanza digital. Este varía según la edad, tamaño

testicular, raza y estado fisiológico de cada reproductor. El volumen normal para reproductores jóvenes de 8 a 12 meses es de 100 a 300 ml, y para los mayores de 12 meses es de 100 a 500 ml.

Color: fisiológicamente es blanco cremoso o lechoso opaco, indicativo de una gran concentración de espermatozoides. Se considera colores patológicos: amarillo, rosado, rojizo, rojo, café; indicativo de problemas inflamatorios del sistema genital.

Olor: es suis generis, es decir, propio de su especie y es influenciado por las feromonas del aparato genital. Los olores anormales son similares a orina o amoniaco, que indican una alteración en el tracto genital o mezcla de semen con orina durante la eyaculación.

pH: este depende de la aportación por las glándulas anexas; y se ve afectado por la manipulación, preparación, contaminación bacteriológica, concentración espermática, entre otras. Debe medirse inmediatamente obtenido el semen con un potenciómetro o con una cinta azul de bromo timol. Los valores de pH permitidos del eyaculado son de 6.4- 7.5 (Peñafiel, 2018).

#### *2.2.6.2.- Evaluación micro*

Viabilidad: se evalúa mediante la tinción de Eosina-Negrosina y observación microscópica con objetivo de 40 x contando al menos 100 espermatozoides en diferentes campos del frotis. Para determinar el% de espermatozoides viables se realiza con doble tinción con fluorocromos SYBR Green y yoduro de propidio (Fluorescencia de color verde), y en cálculo solo se consideran vivos aquellos

espermatozoides positivos para SYBR Green y negativos para yoduro de propidio (Valdez, Grado, Burrola, Sánchez & Antillon, 2017). Además, la integridad de la membrana plasmática y acrosomal reflejan la viabilidad espermática ya que el proceso de criopreservación puede afectar estas estructuras alterando los fluidos, flujo de calcio y cambios en la actividad enzimática induciendo a una capacitación espermática prematura afectando la fertilidad del mismo.

Aglutinamiento: el grado de aglutinación tiene una escala de 0 a 3, siendo el grado 3 con 30-40% de espermatozoide aglutinados. En aglutinaciones leves, suelen desaparecer al diluir el semen. Algunas causas de aglutinación son: presencia de restos de gel en las glándulas bulbo uretrales (filtrado defectuoso), concentraciones muy elevadas de espermatozoides en el eyaculado, mala calidad espermáticos con espermatozoides muertos o con baja vitalidad, shock térmico con manipulación inadecuada del semen, contaminación bacteriana (sobre todo aquellas con resistencia a la gentamicina) del eyaculado, presencia abundante de células epiteliales o descamaciones, cambios en el pH del plasma seminal asociados procesos inflamatorios o disfunciones en las glándulas accesorias (Córdova, et. all, 2015).

Movilidad: el espermatozoide tiene una estructura flagelar con la que se desplaza en el líquido seminal y el tracto reproductor femenino. El porcentaje se calcula en función de las células en movimiento, sin embargo, hay diferentes tipos de movimiento de los espermatozoides: vibratorio, circular, oscilatorio, progresivo lento y rápido (Restrepo, Úsuga & Rojano, 2013). Para la evaluación de la movilidad se añade una gota de semen en el portaobjetos y se enfoca al microscopio óptico

la platina atemperada para estimular el movimiento de los espermatozoides. Los valores dependen del tipo de movimiento de las células espermáticas, siendo lo aceptable un valor mínimo 70%. Cuando hay movimientos rectilíneos sin oleaje tiene un valor de 60-65%, con oleaje los valores son entre 70-75%, si hay movimientos rápidos formando un remolino la motilidad será mayor a 75% lo cual se observa con mayor frecuencia en sementales jóvenes élites.

Calidad espermática: la cual se define, desde un punto de vista biológico, como la habilidad del espermatozoide para fertilizar. Esta habilidad se rige por parámetros que permiten predecir y determinar la calidad del gameto. Las variables que permiten deducir la calidad espermática son: movilidad, integridad de la membrana plasmática, concentración de nucleótidos (metabolismo energético), actividad mitocondrial, integridad del ADN, morfología y tasa de fertilización (Martínez & Carrasco, 2010).

Motilidad: indica el comportamiento de los espermatozoides en el líquido de las glándulas accesorias, las concentraciones elevadas de espermatozoides y la susceptibilidad de los mismos a las condiciones ambientales dificultan esta medición. Existen parámetros para medir motilidad como: porcentaje de motilidad normal es de 70-90%, porcentaje de motilidad progresiva, velocidad espermática con escala de 0 (estacionaria) a 4 (rápida) y longevidad de motilidad (Vadiana, 2006).

Mortalidad: esta prueba se realiza añadiendo una gota de eosina en un portaobjetos y luego una gota de eyaculado encima, se mezclan para poder realizar

el frotis para posterior observación microscópica con objetivo de 40x, se cuenta 200 células espermáticas. Los espermatozoides vivos no se tiñen con la eosina mientras que los muertos si debido a la pérdida de impermeabilidad. Los resultados se expresan el porcentaje, se considera un buen eyaculado con un porcentaje de 80% de espermatozoides vivos (Najarro, 2004).

### **2.2.7.- Factores que afectan a la calidad del semen**

Los principales factores que alteran la calidad del semen son: Raza semental tiene un efecto sobre la tasa de concepción, tamaño de la cama y la sobrevivencia embrionaria; estación del año influye en la composición del eyaculado, las temperaturas extremas afectan la fertilidad; y el sobreuso causa pérdidas temporales de fertilidad por disminución de la carga espermática y aumento en las anomalías morfológicas de las células espermáticas. Se ha observado que el volumen espermático aumenta, en concentración espermática, en otoño y verano, pero con baja viabilidad, sin embargo, no afecta ni la tasa de concepción, ni la supervivencia de los lechones. Un factor importante es la edad, los verracos jóvenes tienen un semen de menor calidad que los adultos (Mireles, 1996).

### **2.2.7.- Antioxidantes**

Los antioxidantes son productos químicos, que como su nombre lo indica, evita o disminuye la oxidación del sustrato, siendo un agente reductor muy potente. Pueden formar parte de enzimas que protegen, directa o indirectamente, a las células del medio extracelular. El sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que, al estar en bajas concentraciones con respecto al

sustrato oxidable, previenen la oxidación de casi todas las moléculas celulares orgánicas e inorgánicas, como: proteínas, lípidos, hidratos de carbono y moléculas de ADN (Córdova, Ruiz, Guerra, Rodríguez & Arancibia, 2009).

Los antioxidantes se clasifican de acuerdo a su origen; Enzimático y no enzimático. Entre los antioxidantes enzimáticos tenemos: superóxido dismutasa, glutatión reductasa, glutatión peroxidasa y catalasa. Mientras que los antioxidantes no enzimáticos tenemos: glutatión reducido, ácido ascórbico, vitamina E, carotenos (Giaretta, Estrada, Bucci, Spinaci, Rodríguez & Yeste, 2015).

#### 2.2.7.1.- *Vitamina C*

El ácido L- ascórbico (AA), comúnmente llamado vitamina C, es considerado uno de los más potentes antioxidantes del organismo; en el hombre se concentra en órganos como: ojo, hígado, bazo, cerebro, glándulas suprarrenales y tiroides. La vitamina C es una vitamina hidrosoluble y esencial, sintetizada químicamente a partir de la glucosa, por una cadena de reacciones de enzimas catalizadoras, siendo la L-gulono-y-lactona oxidasa (GLO). También, es compuesto muy utilizada en la industria de alimentos como índice de calidad nutricional; otros beneficios son: ayuda a mantener colágeno y disminuir los daños por estrés. (Castañeda, Arteaga, Siche & Rodríguez, 2010).

Esta vitamina es una de las más sensibles durante el procesamiento de frutas y hortalizas, y su estabilidad varía en función de ciertas condiciones ambientales, tales como: pH, concentraciones de iones metálicos y oxígeno, luz, presión, azúcares reductores, temperatura, tipo de proceso de deshidratación a bajas

temperaturas y en cortos períodos de tiempo. Es un importante micronutriente relacionado con: biosíntesis de aminoácidos y adrenalina, mantenimiento del colágeno, desintoxicación del hígado, previene el desarrollo del cáncer y enfermedades cardiovasculares. (Ordoñez & Yoshioka, 2012).

#### Uso de la vitamina C en la conservación del semen de cerdo

Actualmente, se ha demostrado que la adición de vitamina C y E a la solución de espermatozoides antes de iniciar el proceso de congelación y descongelación, disminuye el grado de peroxidación lipídica de la membrana plasmática. Además, mejora la supervivencia de los espermatozoides debido a que mejora la conservación de la motilidad, viabilidad e integridad acromosomal después del proceso de descongelación.

#### **2.2.8.- Diluyentes espermáticos**

El diluyente permite: incrementar el volumen del eyaculado, mantiene la funcionalidad y vitalidad rentabilizando a las células espermáticas hasta el momento de la inseminación artificial con semen fresco-24 horas. En el mercado, los diluyentes del semen porcino se clasifican en: larga, media y corta conservación; sin embargo, hay otros factores que influyen directamente sobre la capacidad de conservación del diluyente como: verraco, producción, conservación y transporte de dosis seminales. Son una fuente de nutrientes y electrolitos para mantener una adecuada presión osmótica, provee un ambiente protector a los espermatozoides con la disminución de la temperatura, contiene antibióticos que inhiben el

crecimiento bacteriano y sustancias buffer protegiendo al semen de cambios extremos de pH (Alba, 2010).

#### Componentes de los diluyentes:

Los diluyentes deben tener los nutrientes necesarios, como: glucosa para el mantenimiento metabólico de la célula espermática; albúmina sérica bovina que brinda protección frente al shock térmico por frío; tri hidroximetil aminometano, ácido N2 hidroxietil, piperazin-N-2-etanosulfónico para el control del pH; NaCl y KCl para el mantenimiento de la osmolaridad; y antibióticos. A través de las vías glicolíticas, los espermatozoides pueden generar la energía necesaria para mantener su metabolismo celular y la motilidad del flagelo; estos procesos se desarrollan en las mitocondrias. Además de la glucosa, como fuente de energía, también se han empleado galactosa, fructosa, ribosa o trehalosa.

El pH del semen recién eyaculado es aproximadamente 7.4, pero a medida que disminuye se ve afectado el metabolismo energético y la motilidad de la célula espermática. La disminución del pH es provocada por el proceso de glicólisis, pero pueden ser controladas a través de sustancias que actúan como tampones como: bicarbonato, citrato, TRIS, HEPES, etc (Córdova et al., 2015).

#### *2.2.8.1.-Androstar Plus*

Este diluyente para semen porcino, le da un medio de conservación hasta siete días. Dentro de sus componentes tiene: glucosa, citrato sódico, bicarbonato sódico, EDTA, estabilizador de membrana, antioxidante y antibióticos. Indicado su uso para inseminación artificial en cerdas.

Viene presentado como un polvo blanco en un sobre de aluminio herméticamente cerrado para un litro y cinco litros. Antes de usarlo se debe diluir el polvo en agua destilada estéril a 30°C o 35°C, se agregan 47 g de polvo a 1000 ml de agua pura estéril previamente calentada a 30°C hasta 35°C, disolviéndose en pocos minutos todo el polvo. En un período de 15 a 20 minutos se estabiliza el pH (Biotay, 2018).

### **2.3. Marco legal**

En los últimos años, el campo de la reproducción porcina ha tenido un gran avance en las técnicas de gestión y control reproductivo junto con los procesos de inseminación artificial. Dichas técnicas han permitido la maximización del potencial de reproductores de alto valor genético. La biotecnología reproductiva ha permitido el avance tecnológico de las explotaciones con resultados superiores a los alcanzados mediante monta natural, lo cual nos permite el mejoramiento genético.

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1.- Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1.- Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue cuantitativa, pues se requiere de una serie de métodos y técnicas para obtener datos específicos sobre las variables. En base a los datos obtenidos probar las hipótesis antes definidas.

##### **3.1.2.- Diseño de la investigación**

El diseño fue experimental completamente al azar, donde se manejó técnicas para obtener resultados de las variables vinculadas a la investigación para medir el efecto del ácido ascórbico (AA) en semen fresco diluido.

#### **3.2.- Materiales**

##### **3.2.1.- Recursos bibliográficos**

La información recopilada fue de artículos y revistas científicas veterinarias, de fuentes como Google académico y bibliotecas virtuales. La información fue, en su mayoría, estudios realizados a nivel nacional.

##### **3.2.2.- Materiales y Equipos**

- Microscopio
- Baño maría
- Esterilizadora
- Vaso de precipitación

- Bolsas desechables
- Micro pipetas
- Porta objetos
- Cubre objetos
- Termo de colecta
- Gasas
- Guantes de vinilo
- Termómetro
- Agua bidestilada
- Diluyentes
- Jeringas
- Ascorvet
- Botellas flexibles de 100ml
- Caballete
- Eosina-nigrosina
- Tiras pH

### **3.2.3.- Recursos Humanos**

- Director de tesis: Dr. Emilio Navia
- Autor: Jonathan Gregorio Tumbaco Lino
- Tutor estadístico: Ing. Octavio Rugel
- Médicos Veterinarios de la empresa:
  - Dr. Gonzalo Pillajo
  - Dr. Diego Oñate

- Dra. Lissette Chóez

### **3.3.- Metodología**

#### **3.3.1.- Variables**

##### ***Variables dependientes***

- Resultados de las pruebas macroscópicas de la calidad seminal: Volumen, pH, color, olor, aspecto.
- Resultados de las pruebas microscópicas de calidad seminal: concentración, % de motilidad, % de supervivencia, % de viabilidad y mortalidad, % de anomalías de células espermáticas.

##### ***Variables independientes***

- Modo de aplicación del Ácido ascórbico (AA).

#### **3.3.2.- Tratamiento**

Para la investigación se seleccionó 6 animales que cumplen con todo el protocolo de sanidad animal, con edad comprendida de 1 a 3 años ya que presentan la etapa reproductiva ideal, de diferentes centros reproductivos porcinos de las provincias PICHINCHA, COTOPAXI Y TUNGURAHUA.

Los machos seleccionados correspondieron a la raza Pietrain, fueron divididos en 2 grupos de 3 animales para llevar a cabo 2 tratamientos, el primer tratamiento corresponde a la aplicación ácido ascórbico (AA) directo al semen fresco diluido y el segundo tratamiento se basa en la aplicación del ácido ascórbico (AA) al reproductor por vía intramuscular.

T1: aplicación del AA en el semen fresco diluido.

T2: aplicación del AA al reproductor vía intramuscular.

### **3.3.4.- Métodos y técnicas**

#### Selección de los reproductores porcinos

##### Criterio de inclusión:

Se seleccionaron 6 cerdos reproductores de diferentes centros reproductivos porcinos de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, los cuales cumplían con todo el plan de vacunación y desparasitación establecido en la unidad porcina. Las razas de reproductores son Pietrain de 1 – 3 años de edad.

En lo que corresponde al tratamiento 1 aplicando directamente al semen fresco se colecta a los reproductores 1 vez por semana realizando el análisis de la calidad seminal evaluando los parámetros antes y después de la dilución con la aplicación del ácido ascórbico (0,02mg x volumen total)

En lo que corresponde al tratamiento 2, el procedimiento consiste en aplicar ácido ascórbico por vía parenteral a los reproductores (10ml), 48h posteriores se realiza la colecta y se evalúa los parámetros seminales antes y después de la dilución, la aplicación de ácido ascórbico se la realiza con un intervalo de 21 días.

#### Proceso de colecta del semen

A continuación, se detalló la técnica de obtención, manipulación, conservación, dilución y evaluación del semen del verraco.

Se preparó el área de colecta del semen el cual previamente se limpió y desinfecto, donde se encontró ubicado el potro o maniquí estaba sólido y fijo al suelo. El siguiente paso es preparar el material de colecta que se lo realiza con un termo con una temperatura de 30°C para evitar el choque térmico con el semen, se coloca una gasa fijada con una liga de goma para evitar el contacto de la tapioca con el semen, luego preparamos al verraco estimulándolo para que monte el potro mediante sonidos característicos, se limpia el prepucio y se lo estimula para lograr la excitación del reproductor esta técnica mediante mano enguantada se requiere de mucha calma y paciencia ya que todo el proceso lleva un tiempo estimado de 5 – 15 minutos. El proceso de eyaculación tiene tres fases de la cual la segunda es la más importante y es la que se va a recoger dentro del termo, una vez terminada la colecta se llevara el producto seminal al laboratorio para su análisis y dilución en fresco.

### **3.3.5.- Análisis estadístico**

Las observaciones fueron analizadas a través de un análisis de varianza, utilizando la técnica “t” de student mediante un software estadístico. El método tiene como fin de crear intervalos de confianza, también se comprobó los supuestos estadísticos de normalidad y homocedasticidad.

La descripción de las variables dependientes se realizó por medio de medidas de tendencia central (medias) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación). Por último, los resultados fueron analizados por

estadística descriptiva e inferencial por medio de tablas de frecuencia absolutas y relativas, barras y pasteles estadísticos.

## 4. Resultados

### 4.1 Análisis del efecto del diluyente comercial en la calidad seminal mediante las pruebas macro y micro.

#### Evaluación macroscópica

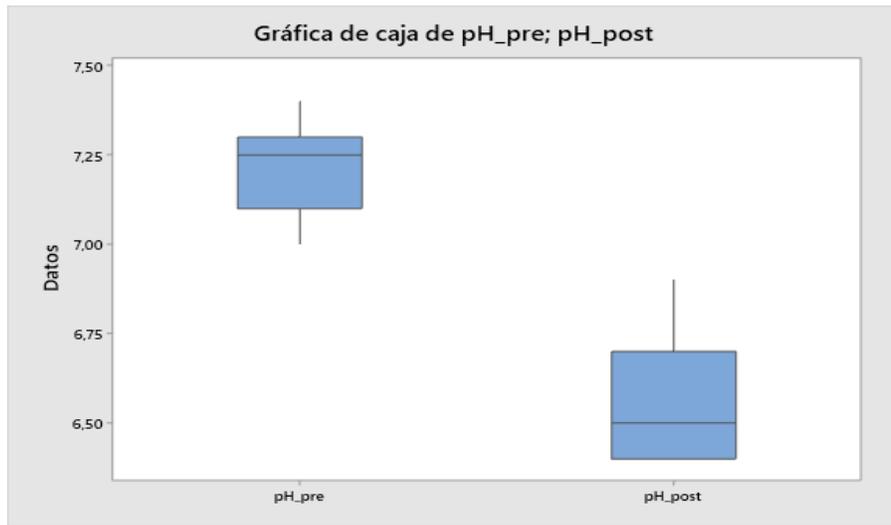
**Tabla 1.- Valores de pH antes y después de la dilución en ambos grupos de estudio.**

| Tratamiento | Antes |     |       | Después |     |       | Valores normales Ph |
|-------------|-------|-----|-------|---------|-----|-------|---------------------|
|             | min   | max | media | min     | max | Media |                     |
| T1          | 7     | 7,4 | 7,25  | 6,4     | 6,5 | 6,7   |                     |
| T2          | 7     | 7,4 | 7,25  | 6,4     | 6,5 | 6,7   | 6,4-7,5             |

Tumbaco, 2021.

Uno de los parámetros que se evalúan en las pruebas macro, que es cuantitativo, es el pH. La tabla 1 detalla los valores obtenidos pre y post de la dilución en ambos grupos, T1 fue el grupo que se le añadió la vitamina C junto con el semen diluido y el T2 es el grupo que se le añadió vitamina C vía intramuscular; la última columna indica el rango de valor normal del pH del semen de cerdos adultos. Como se puede observar, indiferentemente de cómo se aplica la vitamina C, en ambos grupos el valor de pH disminuyó siendo el semen más ácido.

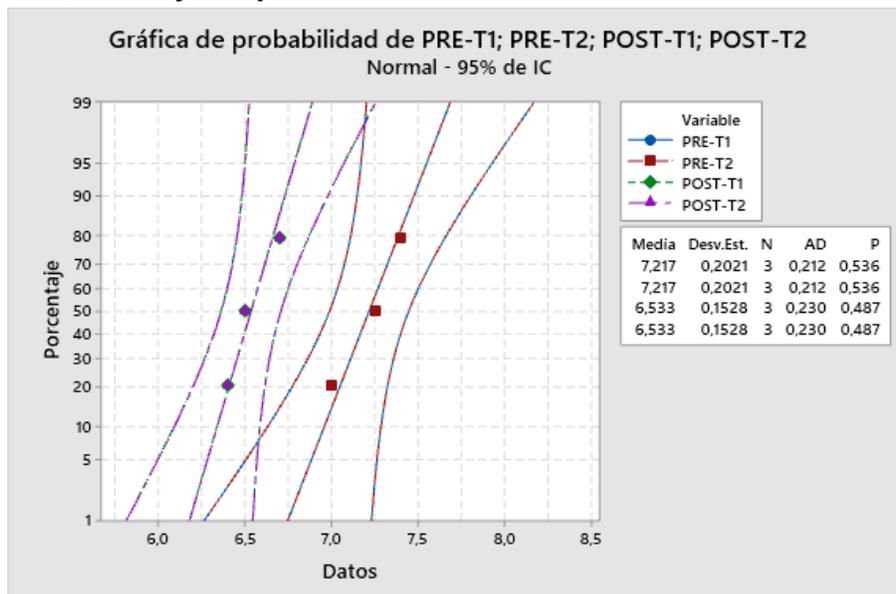
**Gráfico 1.- Boxplot de los resultados de pH en ambos tratamientos, antes y después de la dilución.**



Tumbaco, 2021.

El siguiente gráfico de cajas muestra que la distribución de los valores de pH, antes y después de la dilución, en ambos tratamientos es estadísticamente igual.

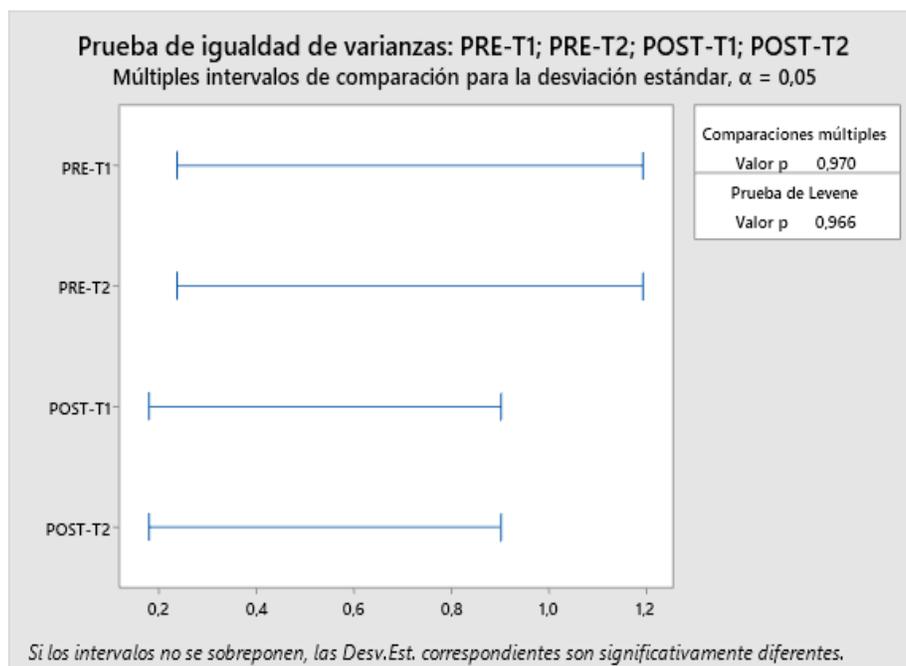
**Gráfico 2.- Prueba de normalidad de los resultados de pH en ambos tratamientos, antes y después de la dilución.**



Tumbaco, 2021.

De acuerdo al valor de p, al ser mayor a 0.01, los resultados de pH en ambos tratamientos, provienen de una población normal.

**Gráfico 3.- Prueba de Homocedasticidad mediante Levene de los valores de pH en ambos tratamientos, antes y después de la dilución**



Tumbaco, 2021.

De acuerdo al valor de p en la prueba de Levene, es mayor a 0.05, por lo tanto, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las variables.

**Gráfico 4.- Análisis de varianza de los valores de pH.**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 5,467     | 5,46750   | 219,66  | 0,000   |
| Error  | 46 | 1,145     | 0,02489   |         |         |
| Total  | 47 | 6,612     |           |         |         |

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 2,6004    | 2,60042   | 139,82  | 0,000   |
| Error  | 22 | 0,4092    | 0,01860   |         |         |
| Total  | 23 | 3,0096    |           |         |         |

Tumbaco, 2021.

Tumbaco, 2021.

Podemos observar que en la variable de pH existe diferencia estadística en ambos grupos tanto pre y post dilución.

**Tabla 2.- Valores de volumen, color y olor de ambos grupos de estudio, antes de la dilución.**

|         | PRE T1                  |                         |                         |                         | PRE T2                  |                         | Valores normales               |
|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
|         | Thor                    | Martin                  | Josè                    | Juan                    | Diego                   | Gonzàlo                 |                                |
| Volumen | 250 ml                  | 100-500 ml                     |
| Color   | Blanco lechoso-grisàceo | Blanco cremoso o lechoso opaco |
| Olor    | suis generis                   |

Tumbaco, 2021.

En la tabla 2, se muestra los valores de volumen y las características de color y olor de los animales de ambos grupos antes de la dilución, los cuales se comparten de manera similar, estando dentro de los rangos normales de cada parámetro evaluado.

**Tabla 3.- Valores de volumen, color y olor de ambos grupos, después de la dilución.**

|         | POST 1       |              |              |              | POST 2       |              | Valores normales               |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|
|         | Thor         | Martin       | Josè         | Juan         | Diego        | Gonzàlo      |                                |
| Volumen | 500 ml       | 100-500 ml                     |
| Color   | Blanco claro | Blanco cremoso o lechoso opaco |
| Olor    | Neutro       | neutro       | Neutro       | Neutro       | neutro       | neutro       | Suis generis                   |

Tumbaco, 2021.

En la tabla 3, se muestran los valores de volumen y las características de color y olor de los animales de ambos grupos después de la dilución, siendo de la misma forma similares. Si se compara los resultados obtenidos después de la dilución con los obtenidos antes de la mismo, se ve mejoría en cuanto al olor, color y en volumen, demostrando las propiedades que tiene el ácido ascórbico en los parámetros estudiados.

**Gráfico 5.- Caja de bigotes de los valores de volumen de semen de ambos grupos de estudio, antes y posterior al tratamiento.**



Tumbaco, 2021.

En el siguiente grafico presenta una distribución lineal de los datos debido a que, en ambos grupos, antes y después, poseen los mismos resultados.

## Evaluación microscópica

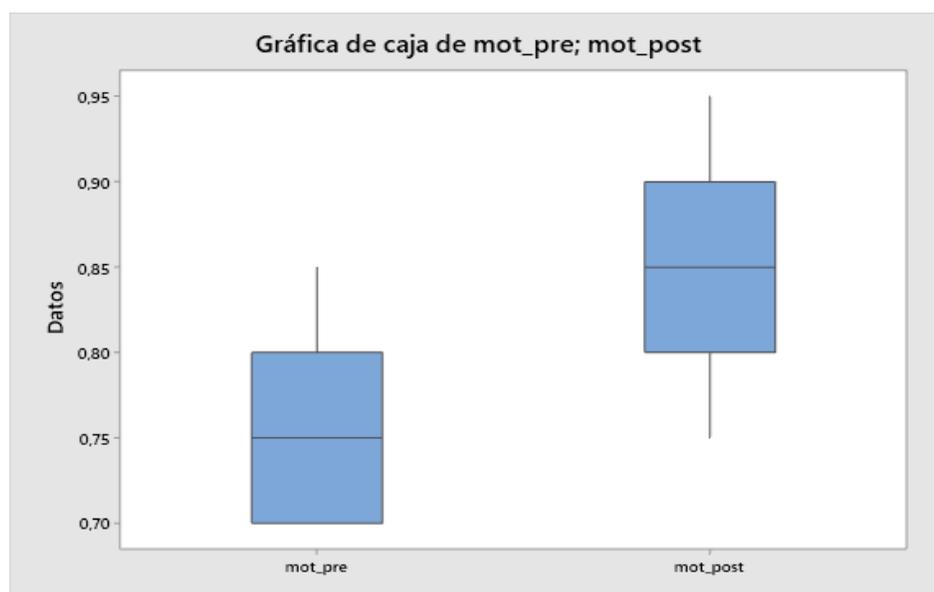
**Tabla 4.- Porcentaje de motilidad seminal en ambos grupos, antes y después de la dilución.**

| Tratamientos | Antes |       |        | Después |       |        | Valores normales de Motilidad |
|--------------|-------|-------|--------|---------|-------|--------|-------------------------------|
|              | Min   | Media | Máximo | Min     | Media | Máximo |                               |
| T1           | 70    | 75    | 85     | 80      | 90    | 95     |                               |
| T2           | 70    | 75    | 80     | 75      | 80    | 85     | 70-90%                        |

Tumbaco, 2021.

En la tabla 4 indica los porcentajes de motilidad de los espermatozoides en el semen de los reproductores de ambos grupos, antes y después de la dilución, notando mejoría después de la dilución. Sin embargo, se notó mayor mejoría en el grupo T1, evidenciado que la vitamina C tiene mejor efecto si se la coloca directamente en el semen diluido que si se inyectara intramuscular.

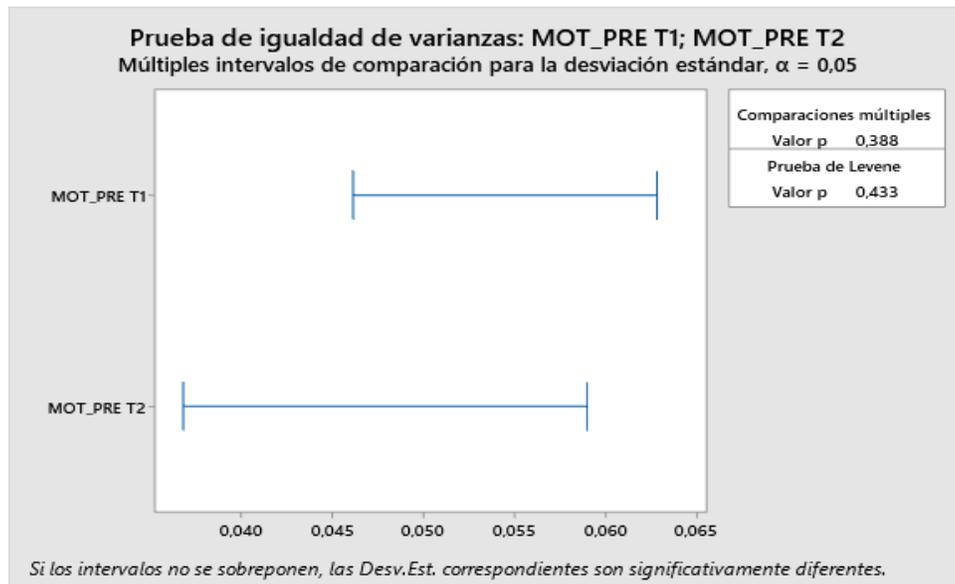
**Gráfico 6.- Caja de bigotes de los valores de motilidad de ambos grupos, antes y después del tratamiento.**



Tumbaco, 2021.

Los resultados de motilidad seminal en ambos grupos, se distribuyen de igual manera, antes y después del tratamiento.

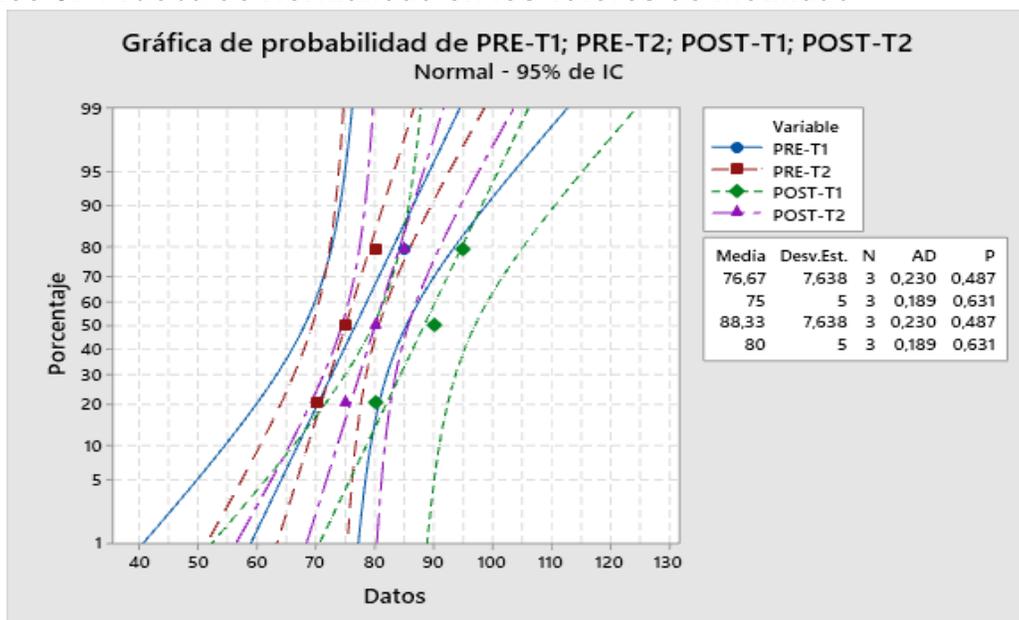
### Gráfico 7.- Prueba de igualdad de los valores de motilidad espermática.



Tumbaco, 2021.

De acuerdo a la gráfica, los valores de mortalidad se encuentran más diversos en el grupo T2 que el grupo T1, antes de la dilución.

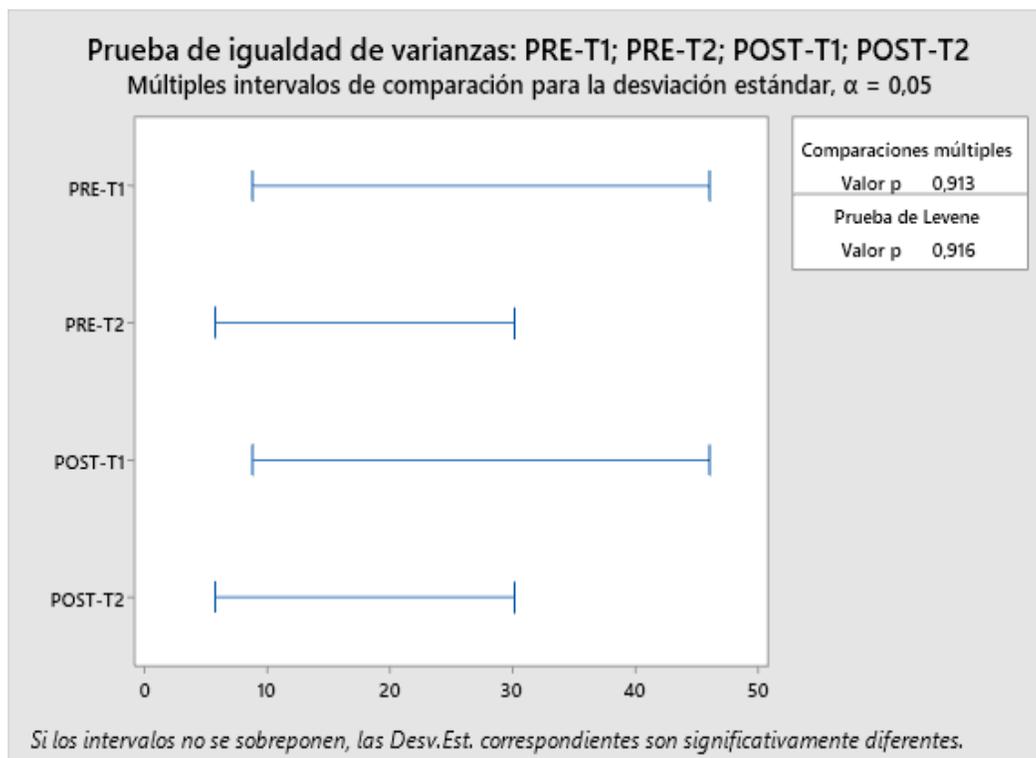
### Gráfico 8.- Prueba de Normalidad en los valores de motilidad



Tumbaco, 2021.

Al tener un valor de p mayor a 0.01, los valores de motilidad obtenidos, estadísticamente vienen de una población y distribución normal.

### Gráfico 9.- Prueba de homocedasticidad mediante Levene de los resultados de motilidad.



Tumbaco, 2021.

Los valores obtenidos de motilidad espermática se comportan de la misma forma antes y después de la dilución, siendo los resultados en el grupo T2 más ampliamente distribuidos.

### Gráfico 10.- Análisis de varianza de los valores de motilidad.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 0,1813    | 0,181302  | 73,38   | 0,000   |
| Error  | 46 | 0,1136    | 0,002471  |         |         |
| Total  | 47 | 0,2949    |           |         |         |

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 0,01500   | 0,015000  | 8,25    | 0,009   |
| Error  | 22 | 0,04000   | 0,001818  |         |         |
| Total  | 23 | 0,05500   |           |         |         |

Tumbaco, 2021.

Tumbaco, 2021.

Observamos que en la variable de motilidad existe diferencia estadística debido a que el valor P es menor a 0,05 indicando valores bajo en el grupo T2.

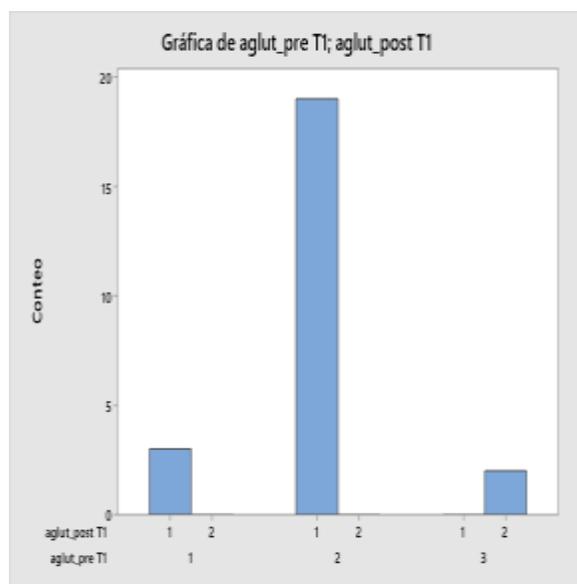
**Tabla 5.- Valores de aglutinamiento antes y después de la dilución, en ambos grupos de estudio.**

| Tratamiento | Min | Antes |     |     | Después |     |  |
|-------------|-----|-------|-----|-----|---------|-----|--|
|             |     | Media | Max | Min | Media   | Max |  |
| T1          | 1   | 2     | 3   | 1   | 1       | 2   |  |
| T2          | 2   | 2,3   | 3   | 1   | 1,3     | 2   |  |

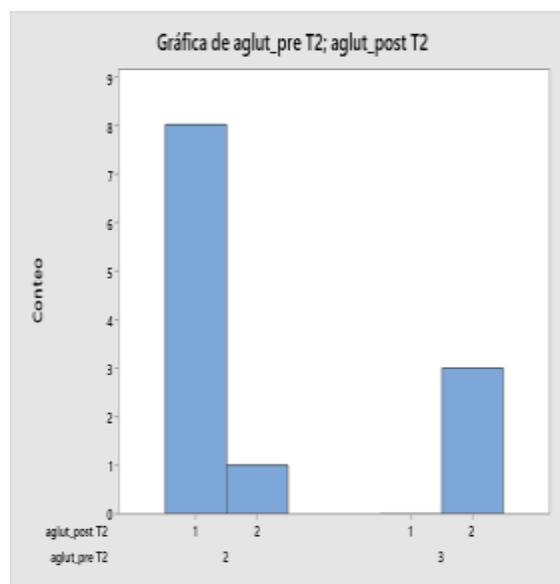
Tumbaco, 2021.

En la tabla 5 indica los porcentajes de aglutinamiento de las células espermáticas antes y después de la dilución, notando mejoría en el grupo T1, evidenciado que la vitamina C tiene mejor efecto si se la coloca directamente en el semen diluido que si se inyectara intramuscular.

**Gráfico 11.- Gráfico de barras de ambos grupos, antes y después del tratamiento de los valores de aglutinamiento.**



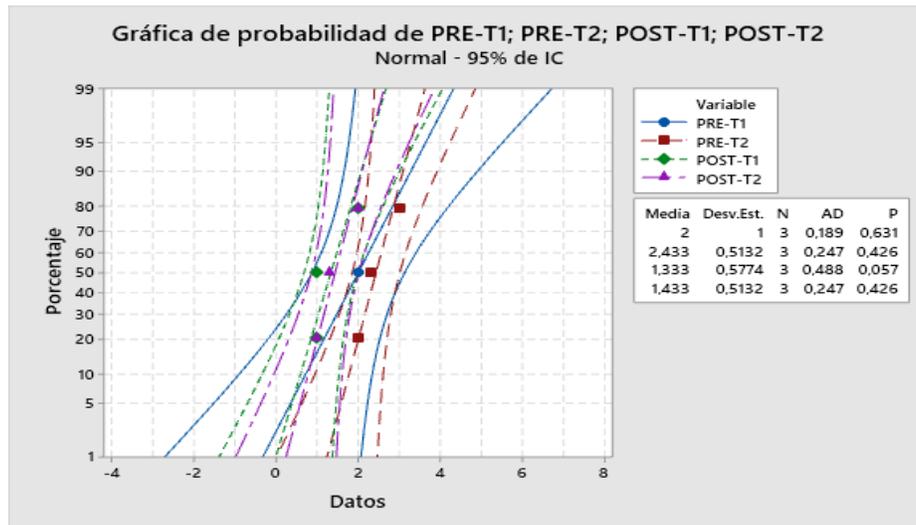
Tumbaco, 2021.



Tumbaco, 2021.

La distribución de los datos obtenidos antes de la dilución está más centrada en la media (2), a diferencia de los datos después de la dilución que tenemos menos cantidad de aglutinamiento (1).

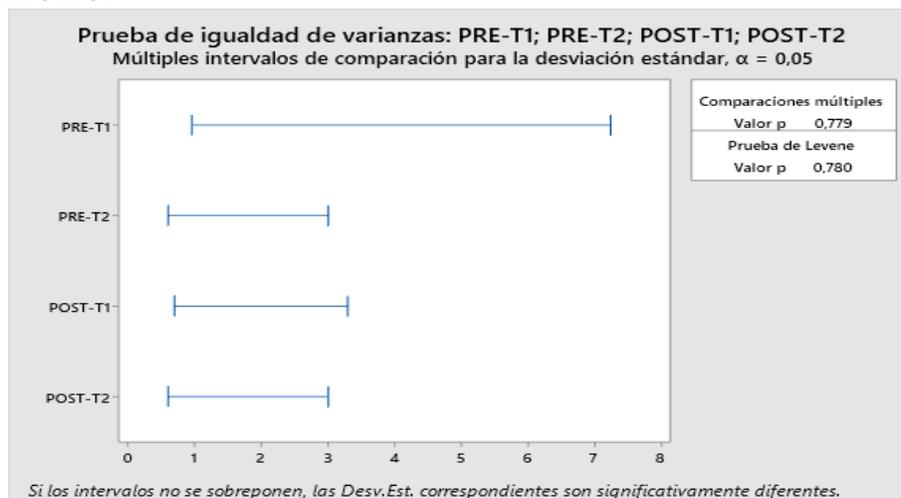
**Gráfico 12.- Gráfica de probabilidad de los datos de aglutinamientos obtenido de ambos grupos de estudio, antes y después del tratamiento.**



Tumbaco, 2021.

Los valores de aglutinamiento en la prueba de normalidad, tienen una distribución normal.

**Gráfico 13.- Prueba de Homocedasticidad mediante Levene de los valores de aglutinamiento.**



Tumbaco, 2021.

De acuerdo al valor de la prueba de Levene que es mayor a 0.05, los valores de aglutinamiento en ambos tratamientos no tienen diferencias estadísticamente significativas.

**Gráfico 14.- Análisis de varianza de los valores de aglutinamiento.**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 9,187     | 9,1875    | 62,23   | 0,000   |
| Error  | 46 | 6,792     | 0,1476    |         |         |
| Total  | 47 | 15,979    |           |         |         |

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 5,042     | 5,0417    | 22,56   | 0,000   |
| Error  | 22 | 4,917     | 0,2235    |         |         |
| Total  | 23 | 9,958     |           |         |         |

Tumbaco, 2021.

Tumbaco, 2021.

Se puede observar que existe diferencias estadísticas en ambos grupos, pero en los valores después de la dilución observamos baja cantidad de aglutinamiento en ambos grupos.

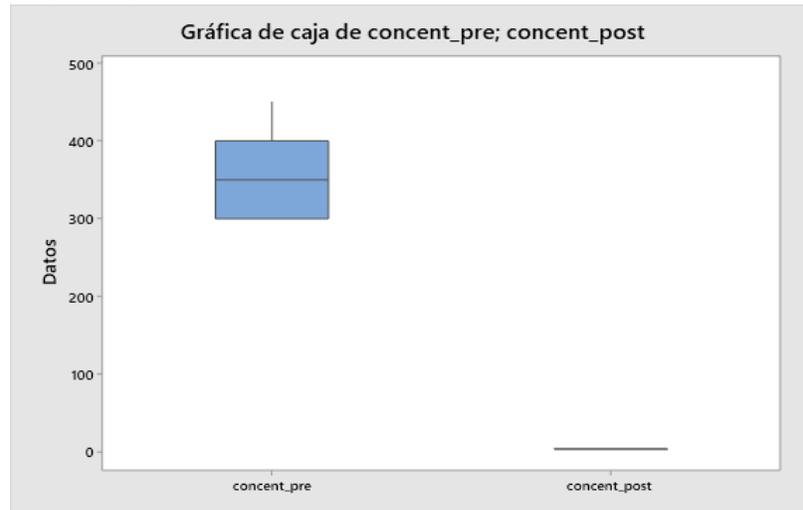
**Tabla 6.- Valores de concentración espermática antes y después de la dilución en ambos grupos.**

| Tratamientos | Antes |       |     | Después |       |      |
|--------------|-------|-------|-----|---------|-------|------|
|              | Min   | Media | Max | Min     | Media | Max  |
| T1           | 300   | 372   | 400 | 3000    | 4000  | 4500 |
| T2           | 300   | 358   | 400 | 3000    | 3500  | 4000 |

Tumbaco, 2021.

Se puede observar que el número de espermatozoides concentrados aumento con la aplicación de vitamina C, más en el grupo T1 que fue directamente en el semen fresco diluido.

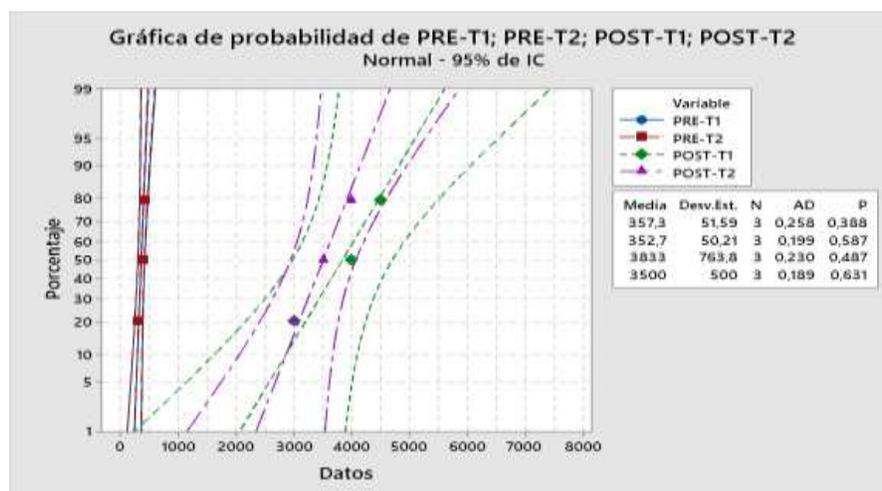
**Gráfico15.-** Boxplot de la concentración espermática obtenida en ambos grupos, antes y después de la dilución.



Tumbaco, 2021.

En ambos grupos, la distribución tanto de la media y de valores máximo y mínimos se comportan de manera igual en ambos grupos antes de la dilución están distribuidos de forma balanceada.

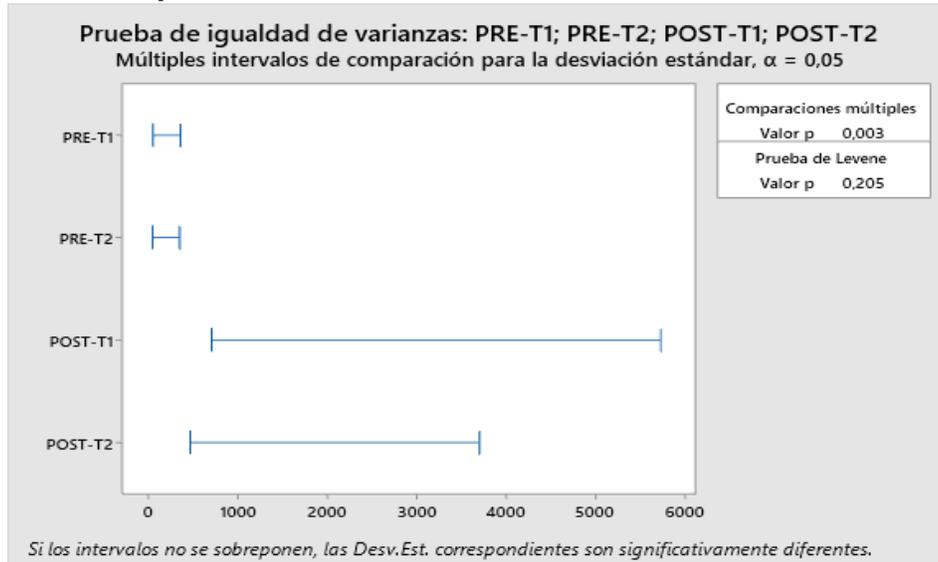
**Gráfico 16. Prueba de normalidad en los valores de concentración espermática en ambos grupos, antes y después de la dilución.**



Tumbaco, 2021.

Luego de la dilución, ambos grupos se comportan de manera igual, los valores se distribuyen desde la media hacia valores más elevados.

**Gráfico 17.- Prueba de Homocedasticidad mediante Levene en los valores de concentración espermática.**



Tumbaco, 2021.

En el siguiente gráfico de la prueba de homocedasticidad, al ser el valor de p menos a 0.05, si existe diferencias entre las variables que estadísticamente significativa.

**Gráfico 18.- Análisis de varianza de los valores de concentración espermática.**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 1599795   | 1599795   | 993,55  | 0,000   |
| Error  | 46 | 74068     | 1610      |         |         |
| Total  | 47 | 1673863   |           |         |         |

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 772927    | 772927    | 663,51  | 0,000   |
| Error  | 22 | 25628     | 1165      |         |         |
| Total  | 23 | 798555    |           |         |         |

Tumbaco, 2021.

Tumbaco, 2021.

En la variable de concentración espermática observamos que existe diferencia estadística debido a que el valor P es menor a 0,05.

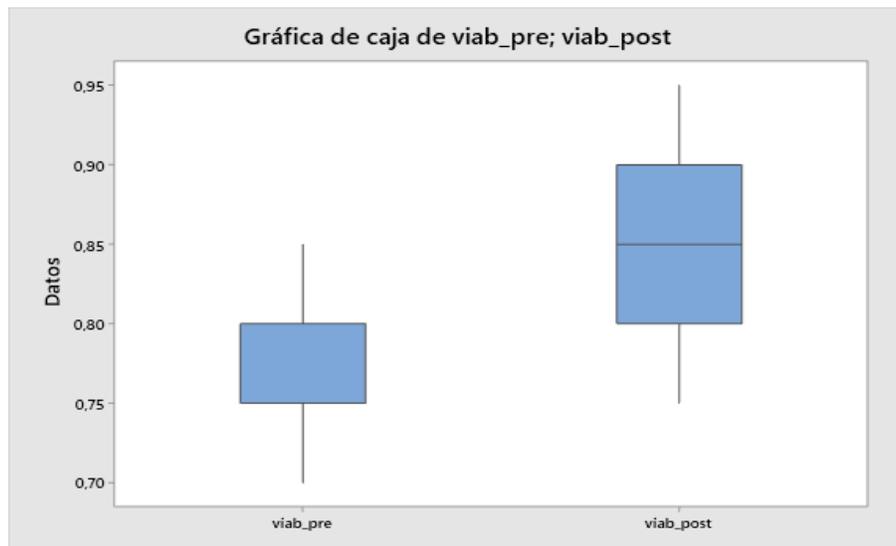
**Tabla 7. Valores de viabilidad antes y después de la dilución, en ambos grupos.**

| Tratamientos | Antes |       |     | Después |       |     |
|--------------|-------|-------|-----|---------|-------|-----|
|              | Min   | Media | Max | Min     | Media | Max |
| T1           | 70    | 80    | 85  | 80      | 90    | 95  |
| T2           | 70    | 75    | 80  | 75      | 80    | 85  |

Tumbaco, 2021.

El parámetro de viabilidad antes del estudio en ambos grupos fue menor de lo normal en cuanto los valores mínimos, después de la dilución el grupo T1 mejoró por encima del porcentaje normal, evidenciando una vez más que la vitamina C funciona mejor directamente en el semen diluido.

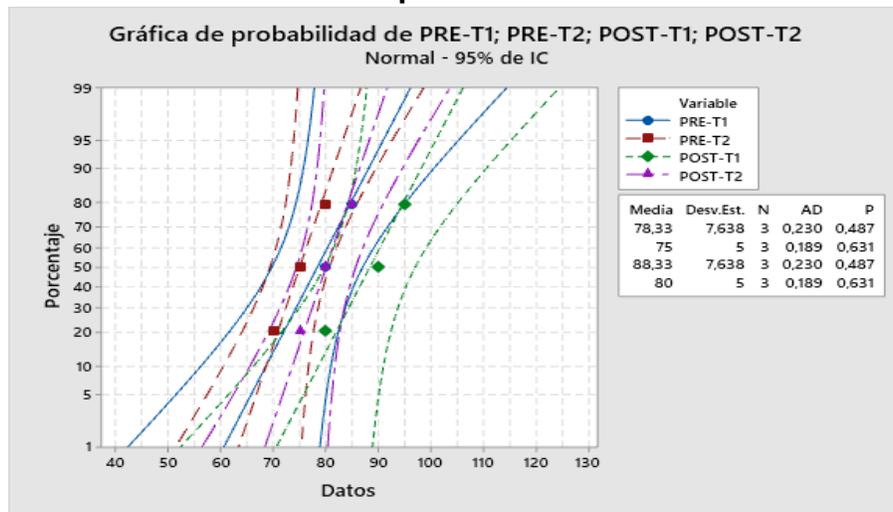
**Gráfico 19.- Boxplot de los valores de viabilidad de ambos tratamientos antes y después del tratamiento.**



Tumbaco, 2021.

Antes de la dilución, el grupo T1 los porcentajes de viabilidad están más concentrados hacia la media, y en grupo T2 están ampliamente distribuidos entre sus extremos. Después de la dilución, el grupo T1 obtuvo mayores valores a la media, mientras que T2 mantuvo sus valores inferiores a la media.

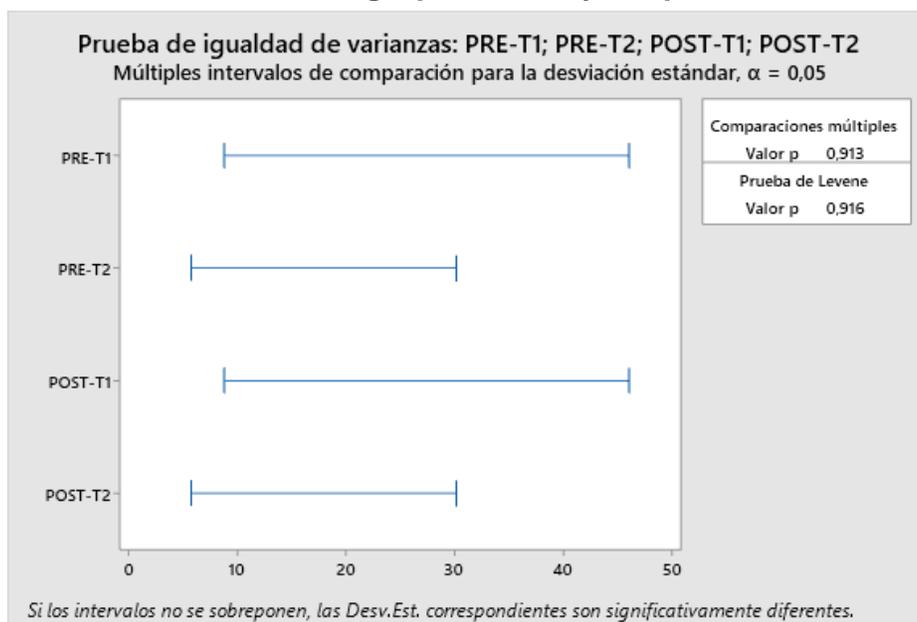
### Gráfico 20.- Prueba de normalidad para los valores de viabilidad.



Tumbaco, 2021

En ambos tratamientos, antes y después los valores de p fue mayor a 0.01, por lo tanto, son valores que vienen de resultados normales.

### Gráfico 21.- Prueba de homocedasticidad mediante Levene respecto los valores de viabilidad en ambos grupos, antes y después de la dilución.



Tumbaco, 2021.

Al ser valor mayor a 0.05, los valores no tienen diferencias estadísticamente significativas.

### Gráfico 22.- Análisis de varianza de los valores de viabilidad.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 0,12000   | 0,120000  | 55,32   | 0,000   |
| Error  | 46 | 0,09979   | 0,002169  |         |         |
| Total  | 47 | 0,21979   |           |         |         |

Tumbaco, 2021.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 0,01500   | 0,015000  | 8,61    | 0,008   |
| Error  | 22 | 0,03833   | 0,001742  |         |         |
| Total  | 23 | 0,05333   |           |         |         |

Tumbaco, 2021.

Observamos que en la variable de viabilidad existió diferencia estadística, para ambos grupos tanto el T1 y T2.

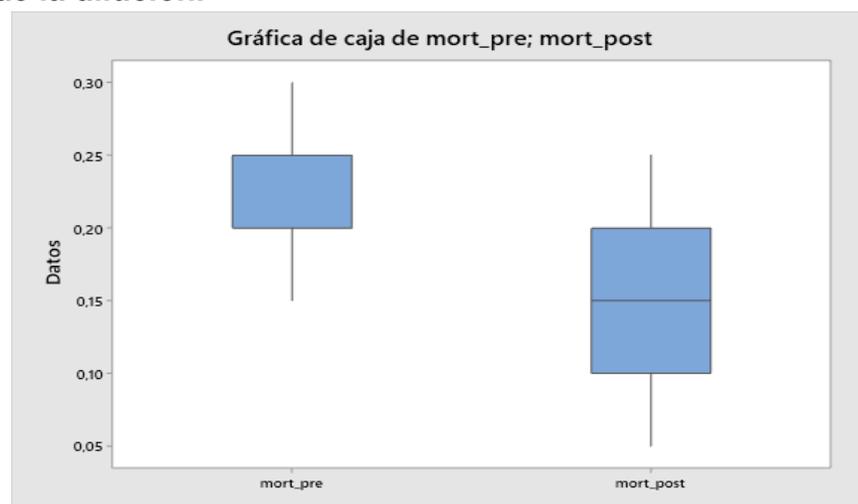
### Tabla 8.- Valores de mortalidad espermática antes y después de la dilución, en ambos grupos

| Tratamiento | Antes |       |     | Después |       |     |
|-------------|-------|-------|-----|---------|-------|-----|
|             | Min   | Media | Max | Min     | Media | Max |
| T1          | 15    | 20    | 30  | 5       | 10    | 20  |
| T2          | 20    | 25    | 30  | 15      | 20    | 25  |

Tumbaco, 2021.

En ambos grupos antes y después de la dilución el porcentaje de mortalidad está dentro de lo permitido, sin embargo, disminuyó más notoriamente en el grupo T1 después de la dilución.

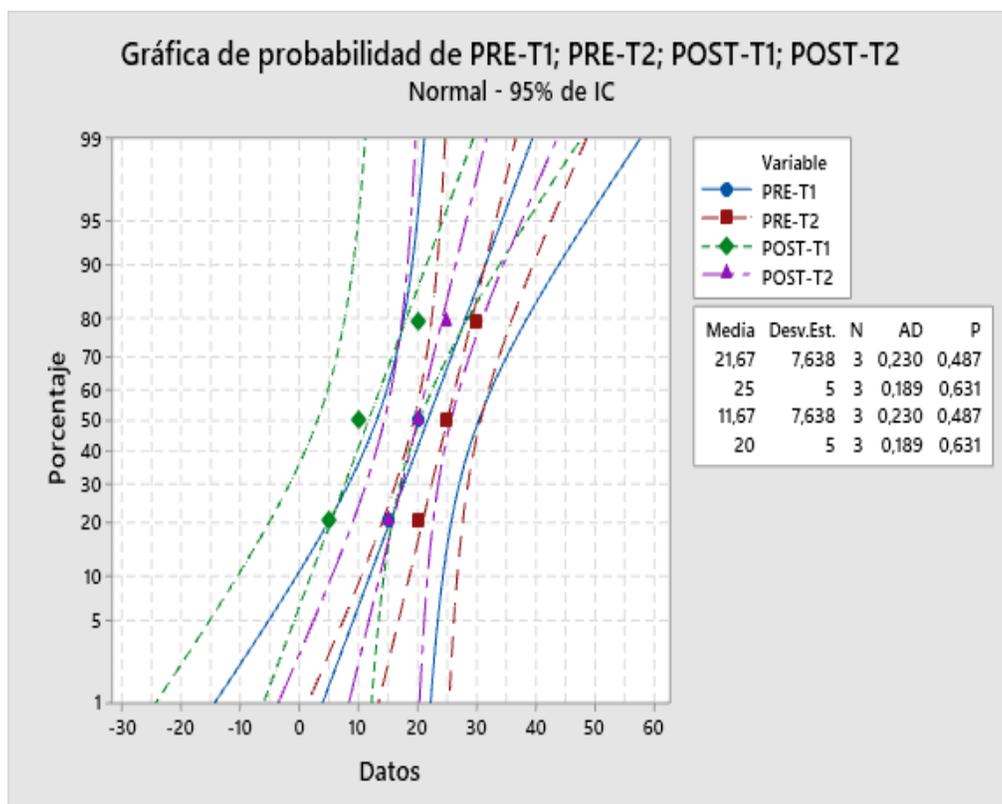
### Gráfico 23.- Boxplot de los valores de mortalidad en ambos grupos, antes y después de la dilución.



Tumbaco, 2021.

Se puede observar que los valores se mantienen en la media en el grupo T1 antes de la dilución, mientras que en grupo 2 la mayoría de los valores de mortalidad se distribuyen por encima de la media. De igual manera, después de la dilución, los valores del grupo T1 se mantienen dentro de la media. Pero el comportamiento de la distribución de los valores de mortalidad es homogéneo entre sus extremos y las medias.

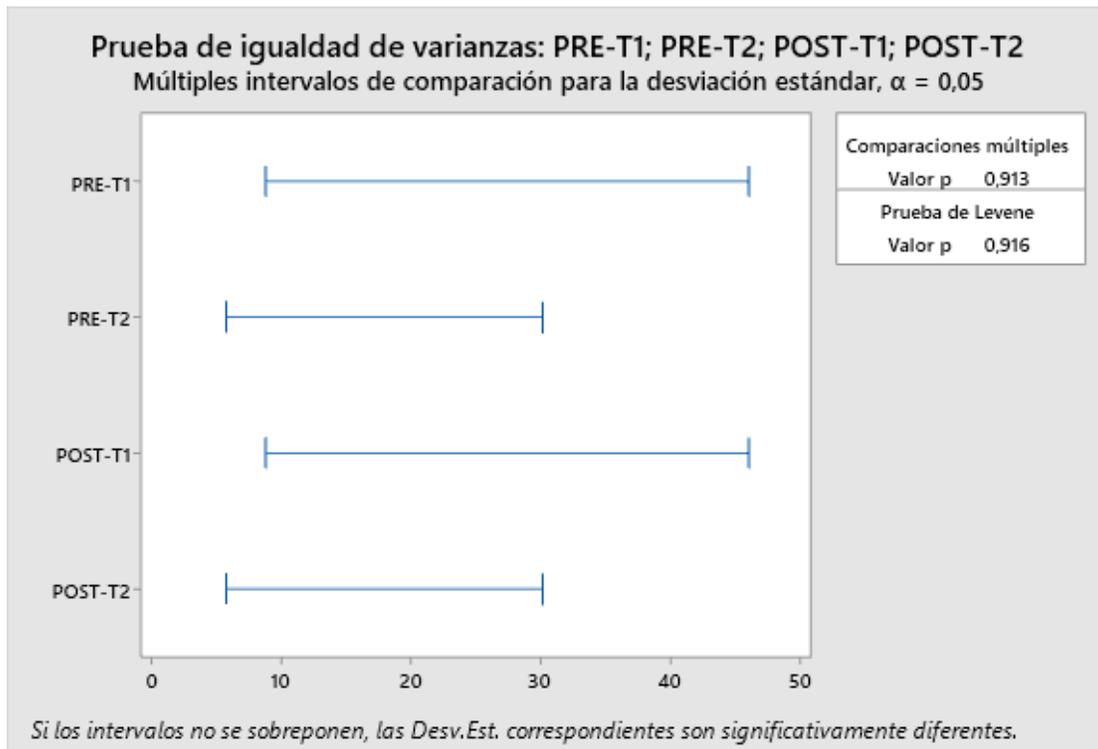
**Gráfico 24.- Prueba de Normalidad de los valores de mortalidad en ambos grupos, antes y después de la dilución.**



Tumbaco, 2021.

Al igual que las otras variables, el valor de p es mayor a 0.01, por lo tanto, los resultados de mortalidad tienen una distribución normal.

**Gráfico 25.- Prueba de Homocedasticidad mediante Levene de los valores de mortalidad en ambos grupos, antes y después de la dilución.**



Tumbaco, 2021.

De acuerdo al valor de p, los resultados de mortalidad entre ambos grupos no tienen diferencias estadísticamente significativas.

**Gráfico 26.- Análisis de varianza de los valores de mortalidad.**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 0,12000   | 0,120000  | 55,32   | 0,000   |
| Error  | 46 | 0,09979   | 0,002169  |         |         |
| Total  | 47 | 0,21979   |           |         |         |

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 1  | 0,01760   | 0,017604  | 9,34    | 0,006   |
| Error  | 22 | 0,04146   | 0,001884  |         |         |
| Total  | 23 | 0,05906   |           |         |         |

Tumbaco, 2021.

Tumbaco, 2021.

Observamos que existe diferencia en los valores de la variable mortalidad para ambos grupos.

**Tabla 9.- Anormalidades de la cabeza observadas en ambos grupos**

| Variable                      | Mínimo | Media | Máximo |
|-------------------------------|--------|-------|--------|
| ANORMALIDADES DE LA CABEZA T1 | 2%     | 4%    | 5%     |
| ANORMALIDADES DE LA CABEZA T2 | 2%     | 4%    | 6%     |

Tumbaco, 2021.

Se puede observar que el porcentaje de anormalidades de la cabeza en ambos grupos fueron iguales.

**Tabla 10.- Anormalidades de la pieza media en ambos grupos.**

| Variable                           | Mínimo | Media | Máximo |
|------------------------------------|--------|-------|--------|
| ANORMALIDADES DE LA PIEZA MEDIA T1 | 3%     | 5%    | 6%     |
| ANORMALIDADES DE LA PIEZA MEDIA T2 | 2%     | 5%    | 6%     |

Tumbaco, 2021.

En ambos grupos las anormalidades de pieza media, los valores medios y máximos se comportaron de manera igual en ambos grupos. Mientras que fueron menores los valores en el grupo T2 en cuanto el extremo inferior.

**Tabla 11.- Valores de anormalidades de la cola en ambos grupos.**

| Variable                    | Mínimo | Media | Máximo |
|-----------------------------|--------|-------|--------|
| ANORMALIDADES DE LA COLA T1 | 2%     | 4%    | 6%     |
| ANORMALIDADES DE LA COLA T2 | 5%     | 6%    | 7%     |

Tumbaco, 2021.

Podemos observar que ambos grupos no existe mucha diferencia estadística.

## 5. Discusión

Los valores de pH normales en el semen porcino son de 6,4 a 7,5; el grupo T1 fue el grupo al cual se le añadió la vitamina C junto con el semen diluido el grupo T2 fue el grupo que recibió la vitamina C vía intramuscular, en ambos grupos el valor del pH bajo de 7,4 a 6,4. Valores similares tuvieron Mejía & Párraga (2019), los cuales evaluaron los efectos de tres dosis de vitamina C al diluyente BTS; se dividió cuatro grupos, T1 testigo el cual no recibió vitamina C, el T2 se añadió de 0,02 mg de vitamina C en un ml de semen, el grupo T3 se añadió 0,04 mg en un ml de semen, el grupo T4 0,06 mg de vitamina C en un ml de semen. Teniendo como resultado que el grupo T1 paso de tener un valor de pH el día 0 de 6,93 a 6,95 al día 7; el grupo T2 tuvo un valor pH el día 0 de 6,98 a 7; el grupo T3 tuvo un valor pH el día 0 de 6,98 a 6,83 al día 7; el grupo T4 tuvo un valor de pH el día 0 de 6,93 a 6,88 al día 7; concluyendo que disminuye más el pH con una dosis de 0,06 mg de vitamina C por ml de semen porcino diluido con BTS.

El volumen seminal en los porcinos en ambos grupos antes del tratamiento fue 250 ml, aumentando más después del tratamiento a 500 ml.

El color seminal, antes del tratamiento en ambos grupos fue un blanco lechoso-grisáceo, después del tratamiento se tornó blanco claro.

El olor seminal en los porcinos, antes de realizar el estudio fue suis generis, es decir, propio de su especie lo cual no es una característica deseable comercialmente; después del estudio se volvió un color neutro.

La motilidad seminal en los porcinos de estudio, tuvo un valor promedio de 75; después del tratamiento el grupo T1 que recibió la vitamina C en la dilución del semen aumento la motilidad de los espermatozoides a 90, mientras que el grupo T2 que recibió la dosis de vitamina C intramuscularmente aumento la motilidad a 80. Por otro lado, Ghiuru y colaboradores (2015), evaluaron el potencial del antioxidante de la luteína, trolox, ácido ascórbico en el procedimiento de crio preservación del semen porcino; posteriormente el semen fue descongelado y se evaluó la motilidad; concluyendo que la suplementación del diluyente de congelación de verracos con luteína aumento la motilidad posterior a la descongelación.

El aglutinamiento seminal, antes del estudio, en el grupo T1 tuvo un valor medio de 2 y el grupo T2 2,3, mientras que después del estudio en ambos disminuyó ese valor, en el grupo T1 a 1 y en el grupo T2 a 1,3. La concentración espermática, antes del estudio, tuvo un valor medio de 372 en el grupo T1 y 358 espermatozoide en el grupo T2; después del estudio el valor medio aumento a 4000 en el grupo T1 y a 3500 en el grupo T2.

La viabilidad espermática, antes del estudio, en el grupo T1 tuvo un valor medio de 80% y el grupo T2 75%; después del estudio, aumento este porcentaje en el grupo T1 a 90% y en el grupo T2 s 80%. Así mismo, Giaretta y colaboradores (2015), reporto que el uso de antioxidantes en diluyentes para la refrigeración de semen porcino reduce el estrés oxidativo y mejora la viabilidad de las células espermáticas para una mejor fertilidad.

La mortalidad espermática, antes del estudio, el valor medio del grupo T1 fue 20% y en el grupo T2 el valor medio fue de 25%; después del estudio hubo una

disminución en el grupo T1 a 10% y en el grupo 2 a 20%. El porcentaje de anomalías de la cabeza del espermatozoide observadas en grupo T1 y T2 fue de 4%. Por el contrario, Barragán (2017), evaluó el uso de ácido ascórbico en semen de bovino, determinado que no tiene efectos beneficiosos debido a que aumenta la cantidad de solutos en la muestra comprometiendo la integridad de la membrana espermática; obteniendo un 44.81% de membranas intactas solo con el diluyente comercial.

## 6. Conclusiones

El uso del ácido ascórbico, no tuvo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los valores de pH, independientemente si fue añadido directamente en el semen diluido o fue añadido intramuscular.

Mientras que a las características macroscópicas del semen del porcino si hubo mejoría después del tratamiento, aumentando el volumen seminal, mejorando el color a un blanco claro, además neutralizo el olor característico del semen porcino.

De igual manera la motilidad, concentración y viabilidad espermática aumento en ambos grupos post tratamientos, mientras que el aglutinamiento seminal y mortalidad espermática disminuyo post tratamiento.

## **7. Recomendaciones**

Se recomienda evaluar el uso de ácido ascórbico en el semen de otras especies, con el fin de determinar su potencial como una alternativa más sustentable para la crío preservación del semen porcino.

Se sugiere, además, analizar el efecto de otros antioxidantes naturales para tener más opciones que estén disponibles en distintas partes de Ecuador.

Por último, replicar el presente estudio en otros Centros de Reproducción y Mejoramiento Genético Porcino a nivel Nacional.

## 8. Bibliografía

- Acosta. (2010). *UNA RESEÑA CORTA SOBRE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL SEMEN PORCINO Y SUS CONSECUENCIAS*. Cuba: Revista Computadorizada de Producción Porcina .
- Alamo. (2007). *Crioconservación y viabilidad espermática en la Especie canina: utilización de nitrógeno líquido vs ultracongelador de -152° C*. España: Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- Alba. (2010). *Diluyente alternativo para conservar semen porcino a corto plazo con excelentes resultados*. minitube.
- Araujo. (2011). *Examen del aparato reproductor del macho*. Chile: Universidad Nacional Abierta a Distancia.
- Cantero. (2019). *Inseminación Artificial del Ganado Porcino*. Valdepeñas: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Carmona. (2004). *Crecimiento y finalización del cerdo*. México: Universidad Nacional Autónoma.
- Castañeda, Arteaga, Siche & Rodríguez. (2010). *Estudio comparativo de la pérdida de vitamina C (Casimiora edulis L) por cuatro métodos de deshidratación*. Trujillo: Revista Scientia Agropecuaria.
- Chávarri. (2015). *Determinación de la eficiencia del MR – a 3 días y el agua de coco para la conservación de semen porcino,*. Arequipa: Repositorio.
- Córdova, Pérez, Méndez, Villa & Huerta. (2015). *Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana*. Corrientes. ARG. Revista Veterinaria: México.
- Córdova, Ruiz, Guerra, Rodríguez & Arancibia. (2009). *Estrés oxidativo y Antioxidantes en la Conservación espermática*. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias.
- Cuenca & Avellaneda. (2017). *Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina*. Revista Electrónica de Veterinaria: España.
- Flores, Meléndez, Mendoza, Márquez & Vilanova. (2018). *Efecto antioxidante de la melatonina durante la conservación de semen de cerdo*. Venezuela: UNIHM.
- Flowers. (2010). *Reproducción porcina*. Estados Unidos: North Carolina State University.
- Gadea. (2005). *Sperm factors related to in vitro and in vivo porcine fertility*. Theriogenology: USA.

- Ghezzi. (2004). *Anatomía genital masculina*. Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Ghiuru, et. all. (2015). *La luteína, el trolox, el ácido ascórbico y la combinación de trolox con ácido ascórbico pueden mejorar la calidad del semen porcino durante la criopreservación*. Reino Unido: Ingenta.
- Giaretta, Estrada, Bucci, Spinaci, Rodríguez & Yeste. (2015). *Combining reduced glutathione and ascorbic acid has supplementary beneficial effects on boar sperm cryotolerance*. Estados Unidos: Theriogenology.
- Guerrero. (2015). *Antioxidantes en el diluyente y calidad espermática del semen refrigerado de verraco*.
- Hafez. (1992). *REPRODUCCION E INSEMINACION ARTIFICIAL EN ANIMALES*. México: Editorial Interamericana.
- Hazel. (2005). *The science and practice of pig production*. México: Universidad Nacional Autónoma.
- Izquierdo, et. all. (2015). *Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana*. Argentina: UNNE.
- Jensen. (2004). *ETOLOGIA DE LOS ANIMALES DOMESTICOS (Comportamiento del Cerdo)*. España: Acribia S. A.
- Martínez & Carrasco. (2010). *Crioconservación de semen en peces: Efectos sobre la movilidad espermática y la fertilidad*. Colombia: Revista Acta biológica.
- Mejía & Párraga. (2019). *EFEECTO DE LA ADICIÓN DE LA VITAMINA C COMO ANTIOXIDANTE EN EL SEMEN FRESCO DEL PORCINO*. Calcuta: ESPAM MFL.
- Mireles. (1996). *EVALUACION DE LOS PARAMETROS REPRODUCTIVOS OBTENIDOS DE DOS VARIANTES DE INSEMINACION ARTIFICIAL CON SEMEN FRESCO EN UNA GRANJA PORCINA COMERCIAL*. México: Universidad de Guadalajara .
- Najarro. (2004). *Evaluación del uso de leche descremada fluida UHT como extensor de semen porcino sobre la fertilidad y número de nacidos totales en cerdas inseminadas*. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Núñez, Montero, Rosero, Lozada & Pazmino. (2017). *Evaluación comparativa de los parámetros reproductivos entre el método de autoinseminación cervical GEDIS y el tradicional en cerdas multíparas*. La Paz: Journal of the Selva Andina Animal Science.
- Ordoñez & Yoshioka. (2012). *Cinética de degradación térmica de vitamina en pulpa de mango (Mangifera indica L)*. Medellín: Revista Vitae}.

- Parrado, Pardo & Cruz. (2010). *Evaluación de dos diluyentes para la evaluación de semen canino bajo condiciones de refrigeración: efectos del tiempo de refrigeración, grado de dilución y de la concentración de frutuosa*. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal .
- Peña. (1981). *CORRELACION DE LA CALIDAD DEL SEMEN CON LA FERTILIDAD EN LA INSEMINACION ARTIFICIAL EN MARRANAS*. U de G.
- Peñafiel. (2018). *Calidad seminal en reproductores porcinos de la Granja Porkrib – Santa Elena* . Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Poirot & Cherruau. (2005). *Infertilidad masculina aspectos clínicos e investigaciones biológicas*. Buenos Aires: Revista Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana.
- Restrepo, Úsuga & Rojano. (2013). *Técnicas para el análisis de la fertilidad potencial del semen equino*. Colombia: Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Roche, Úbeda, Ausejo & Dalmani. (2016). *La inseminación artificial porcina*. Producción animal.
- Rodríguez & Nivia. (2017). *Efecto de la adición de antioxidantes sobre la motilidad espermática post-criopreservación y fertilidad del semen de peces*. Colombia: Revista Veterinaria.
- Ros & Pintus. (2017). *Uso del extracto de rooibos (Aspalathus linearis) para la conservación del semen porcino*.
- Ruiz. (2004). *Comportamiento del libido en el verraco*. Comunidad Profesional Porcina.
- Technologies, I. (s.f.). *NUTRIXCell+*. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de <https://www.imv-technologies.com/product/nutrixcell>.
- Vadiana. (2006). *Reproducción en cerdo*. Raco.
- Valdez. (2018). *ADICIÓN DE FUENTES ANTIOXIDANTES AL DILUYENTE DE SEMEN BOVINO Y SUS EFECTOS POSDESCONGELAMIENTO*. México: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA.
- Valdez, Grado, Burrola, Sánchez & Antillon. (2017). *Efecto de diferentes fuentes antioxidantes sobre parámetros celulares y capacitación espermática pos descongelado en semen bovino*. México: Revista Científica.
- Yerves, López & Pérez. (2014). *Eficiencia en la obtención de semen mediante electro-eyaculación en pecarí de collar (Pecari tajacu) y venado temazate (Mazama pandora)*. México: Bioagrocencias.

## 9. Anexos

### Anexo 1.- Cronograma de actividades

ACTIVIDADES AGO/20 OCT/20 DIC/20 MAR/21 SEP/21 OCT/21 NOV/21 FEB/22

|  |   |   |   |   |   |   |     |
|--|---|---|---|---|---|---|-----|
| Presentación tema de tesis.  | X | X |   |   |   |   |     |
| Aprobación de tema de tesis.   |   | X |   |   |   |   |     |
| Elaboración y aprobación del anteproyecto.   |   |   | X | X |   |   |     |
| Recolección de datos por medio de encuestas realizadas en los distintos consultorios veterinarios. |   |   |   |   | X | X |     |
| Análisis de los datos para resultados y conclusiones.  |   |   |   |   |   | X |     |
| Presentación final de tesis  |   |   |   |   |   |   | X X |

### Anexo 2.- Evidencias fotográficas de la ejecución del proyecto.



**Imagen 1:** Reproductor raza Pietrain de San Buenaventura – Latacunga



**Imagen 2:** Reproductor raza Pietrain de Machachi –Pichincha



**Imagen 3:** Evaluación de los parámetros macroscópicos del material seminal.



**Imagen 4:** Evaluación de los parámetros microscópicos.



**Imagen 5:** Termo de colecta de semen porcino.



**Imagen 6:** Diluyente de 7 días, larga duración.



**Imagen 7:** Proceso de colecta, mediante mano enguantada.



**Imagen 8:** Evaluación de parámetros microscópicos.



**Imagen 9:** Reproductor raza Pietrain de Aloag – Pichincha



**Imagen 10:** Colecta de semen porcina.



**Imagen 11:** Laboratorio Innovagenetic en Aloag – Pichincha.



**Imagen 12:** Colecta de semen porcino.



**Imagen 13:** Colecta de semen porcino.



**Imagen 14:** colecta de semen - método manual.