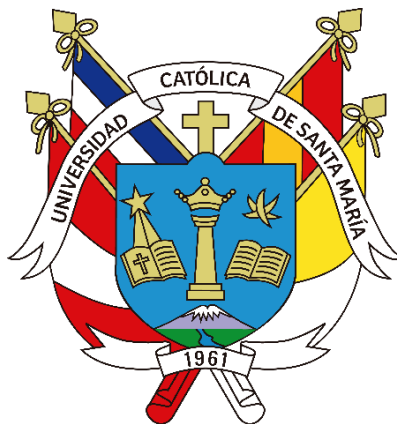


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Evaluación seminal mediante análisis espermático asistido por
computadora (CASA) de semen porcino refrigerado de machos terminales,
con la adición de conservantes con y sin antioxidante.**

Tesis presentada por la Bachiller:

Huaman Tito, Jhoselin Andrea

ORCID: 0009-0003-0226-0447

para optar el Título Profesional de Médico Veterinario y Zootecnista

Asesor (a):

Dra. Román Coyla, Verónica Marianella

ORCID: 0000-0002-4398-0729

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 27 de Mayo del 2025

Dictamen: 011876-C-EPMVZ-2025

Visto el borrador del expediente 011876, presentado por:

2019701492 - HUAMAN TTITO JHOSELIN ANDREA

Titulado:

EVALUACIÓN SEMINAL MEDIANTE ANÁLISIS ESPERMÁTICO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CASA) DE SEMEN PORCINO REFRIGERADO DE MACHOS TERMINALES, CON LA ADICIÓN DE CONSERVANTES CON Y SIN ANTIOXIDANTE.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

**29688868 - REATEGUI ORDOÑEZ JUAN EDUARDO
DICTAMINADOR**



**29470814 - ZEGARRA PAREDES JORGE LUIS
DICTAMINADOR**



**72547272 - CORNEJO ROQUE ROMELY FERNANDA
DICTAMINADOR**



Evaluación seminal mediante análisis espermático asistido por computadora (CASA) de semen porcino refrigerado de machos terminales, con la adición de conservantes con y sin antioxidante.

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	4%
2	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	docplayer.es Fuente de Internet	2%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	1%

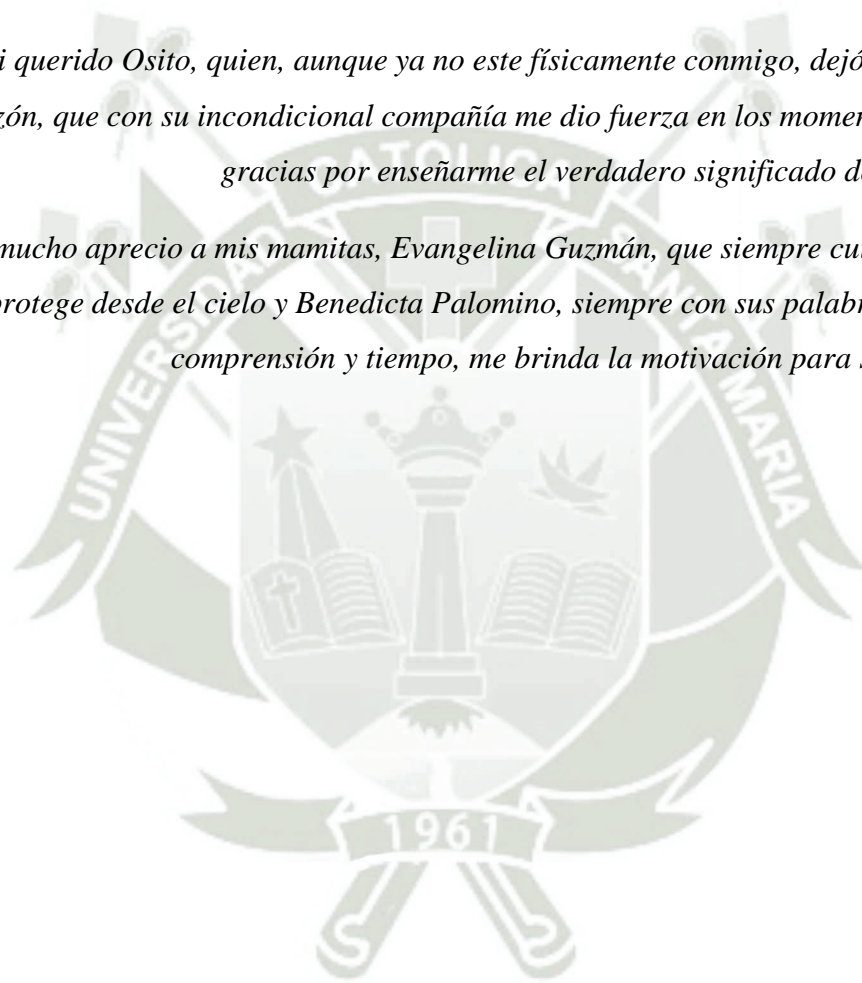
Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, quien siempre me guía y protege por brindarme las oportunidades, la salud y la perseverancia necesarias para alcanzar este logro.

Dedico profundamente este trabajo a mis padres, Dina Elisa Ttito y José Luis Huamán, por brindarme la oportunidad de crecer académica y personalmente durante todos estos años de formación.

A mi querido Osito, quien, aunque ya no este físicamente conmigo, dejó una huella en mi corazón, que con su incondicional compañía me dio fuerza en los momentos más difíciles, gracias por enseñarme el verdadero significado del amor y lealtad.

Con mucho aprecio a mis mamitas, Evangelina Guzmán, que siempre cuida mis pasos, me vigila y protege desde el cielo y Benedicta Palomino, siempre con sus palabras tan amorosas, comprensión y tiempo, me brinda la motivación para superar cada día.



Agradecimientos

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi asesora, Verónica Román Coyla por su invaluable orientación, paciencia y apoyo a lo largo de este proceso.

Agradezco a cada uno de mis jurados Dr. Juan Eduardo Reategui Ordoñez, Dr. Jorge Zegarra Paredes y Dra. Romely Roque Cornejo quienes, con sus conocimientos, hicieron de esta experiencia algo más enriquecedor y motivador, su experiencia y consejos fueron esenciales para la culminación de este trabajo.

Finalmente, agradezco este logro a A. L. T. P. y A. E. M. C. quienes siempre han creído en mí, me brindaron su apoyo incondicional y me han impulsado a dar lo mejor de mí misma.

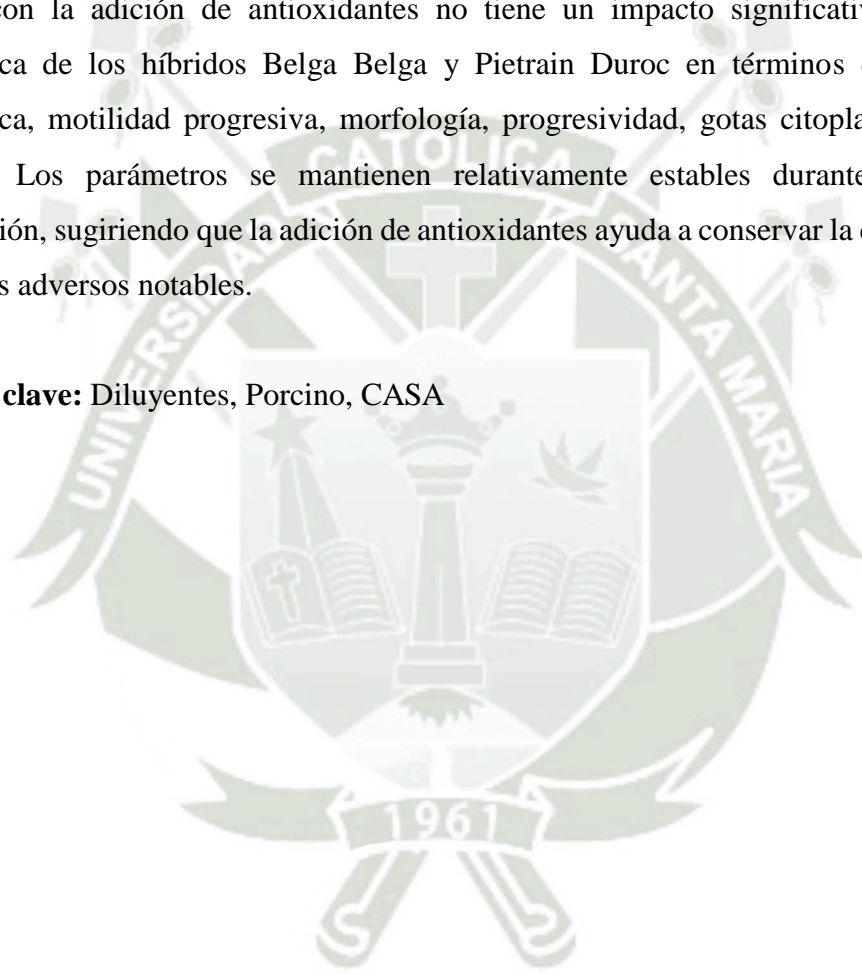


RESUMEN

El presente estudio tuvo la finalidad de evaluar la calidad espermática del semen porcino refrigerado de machos terminales mediante el análisis espermático asistido por computadora (CASA), con la adición de conservantes con y sin antioxidante. Este estudio se centró en dos híbridos: Belga belga y Pietrain Duroc, con el fin de determinar el impacto de los conservantes en parámetros como concentración espermática, motilidad, morfología, progresividad, gotas citoplasmáticas y colas plegadas durante el almacenamiento a temperaturas refrigeradas. Para ello, se utilizaron muestras de semen extraídas en una granja y posteriormente diluidas con dos tipos de conservantes: MR-A (sin antioxidante) y MR-A Antiox (con antioxidante). Las muestras fueron evaluadas en intervalos de 0, 24, 48 y 72 horas utilizando el sistema CASA. Se analizó la calidad seminal en función del hibridismo y la adición de conservantes, contrastando los resultados entre los híbridos y el tiempo de refrigeración. Se observó que la concentración espermática fue significativamente mayor en el híbrido Pietrain Duroc ($298,53 \pm 103,03$ M/ml) en comparación con Belga Belga ($212,70 \pm 63,78$ M/ml). También, la motilidad espermática y la morfología normal fueron superiores en Pietrain Duroc ($90,46 \pm 3,92$ % y $62,13 \pm 11,92$ %, respectivamente) respecto a Belga Belga ($82,85 \pm 8,11$ % y $82,85 \pm 12,42$ %, respectivamente). La progresividad espermática no presentó diferencias significativas entre los híbridos, con valores de $72,39 \pm 7,97$ % para Pietrain Duroc y $68,29 \pm 8,85$ % para Belga Belga. Sin embargo, se observó una mayor presencia de gotas citoplasmáticas, tanto proximales como distales, en Pietrain Duroc ($3,53 \pm 1,72$ % y $31,93 \pm 12,15$ %, respectivamente) frente a Belga Belga ($2,23 \pm 2,28$ % y $14,50 \pm 9,85$ %, respectivamente). Las colas plegadas fueron prácticamente inexistentes en ambos híbridos, con una leve ventaja para Pietrain Duroc. En las muestras con antioxidantes, la concentración espermática fue significativamente mayor en Belga Belga ($226,04 \pm 21,99$ M/ml) que en Pietrain Duroc ($180,45 \pm 59,20$ M/ml). No se hallaron diferencias significativas en la motilidad progresiva entre los híbridos ($86,30 \pm 8,62$ % para Belga Belga y $86,67 \pm 8,90$ % para Pietrain Duroc). La morfología normal fue significativamente mayor en Pietrain Duroc ($76,99 \pm 5,27$ %) frente a Belga Belga ($73,28 \pm 2,78$ %). En cuanto a las gotas citoplasmáticas, se observó una mayor cantidad distal en Belga Belga ($23,24 \pm 2,42$ %) en comparación con Pietrain Duroc ($20,79 \pm 4,39$ %), mientras que las colas plegadas fueron mínimas en ambos híbridos. El análisis del semen refrigerado con conservante sin antioxidantes reveló que no hubo diferencias significativas entre híbridos ni en el tiempo (0, 24, 48 y 72 horas) en cuanto a la concentración espermática, la motilidad progresiva, ni en la morfología normal. La progresividad espermática mostró una ligera disminución sin significancia estadística. Las

gotas citoplasmáticas proximales y distales aumentaron ligeramente, pero sin diferencias significativas. Las colas plegadas se mantuvieron en valores muy bajos. En el análisis del semen refrigerado con antioxidantes, no se observaron diferencias significativas en la concentración espermática, motilidad progresiva, morfología normal, progresividad, gotas citoplasmáticas proximales ni distales, ni en las colas plegadas a lo largo del tiempo de refrigeración. Ambos grupos mostraron variaciones menores en los parámetros analizados, pero estos cambios no fueron estadísticamente significativos. Los resultados muestran que la refrigeración del semen porcino con la adición de antioxidantes no tiene un impacto significativo en la calidad espermática de los híbridos Belga Belga y Pietrain Duroc en términos de concentración espermática, motilidad progresiva, morfología, progresividad, gotas citoplasmáticas y colas plegadas. Los parámetros se mantienen relativamente estables durante el período de refrigeración, sugiriendo que la adición de antioxidantes ayuda a conservar la calidad del semen sin efectos adversos notables.

Palabras clave: Diluyentes, Porcino, CASA



ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the seminal quality of refrigerated boar semen from terminal males through Computer-Assisted Semen Analysis (CASA), with the addition of preservatives with and without antioxidants. This study focused on two hybrids: Belga belga and Pietrain Duroc, in order to determine the impact of preservatives on parameters such as sperm concentration, motility, morphology, progressivity, cytoplasmic droplets, and bent tails during storage at refrigerated temperatures. Semen samples were collected from a farm and then diluted with two types of preservatives: MR-A (without antioxidant) and MR-A Antiox (with antioxidant). The samples were evaluated at intervals of 0, 24, 48, and 72 hours using the CASA system. Seminal quality was analyzed based on hybrid and the addition of preservatives, contrasting the results between the hybrids and refrigeration time. It was observed that sperm concentration was significantly higher in the Pietrain Duroc hybrid (298.53 ± 103.03 M/ml) compared to Belga Belga (212.70 ± 63.78 M/ml). Additionally, sperm motility and normal morphology were superior in Pietrain Duroc ($90.46 \pm 3.92\%$ and $62.13 \pm 11.92\%$, respectively) compared to Belga Belga ($82.85 \pm 8.11\%$ and $82.85 \pm 12.42\%$, respectively). Sperm progressivity showed no significant differences between the hybrids, with values of $72.39 \pm 7.97\%$ for Pietrain Duroc and $68.29 \pm 8.85\%$ for Belga Belga. However, a higher presence of both proximal and distal cytoplasmic droplets was observed in Pietrain Duroc ($3.53 \pm 1.72\%$ and $31.93 \pm 12.15\%$, respectively) compared to Belga Belga ($2.23 \pm 2.28\%$ and $14.50 \pm 9.85\%$, respectively). Bent tails were virtually nonexistent in both hybrids, with a slight advantage for Pietrain Duroc. In samples with antioxidants, sperm concentration was significantly higher in Belga Belga (226.04 ± 21.99 M/ml) than in Pietrain Duroc (180.45 ± 59.20 M/ml). No significant differences were found in progressive motility between the hybrids ($86.30 \pm 8.62\%$ for Belga Belga and $86.67 \pm 8.90\%$ for Pietrain Duroc). Normal morphology was significantly higher in Pietrain Duroc ($76.99 \pm 5.27\%$) compared to Belga Belga ($73.28 \pm 2.78\%$). Regarding cytoplasmic droplets, a greater amount was observed distally in Belga Belga ($23.24 \pm 2.42\%$) compared to Pietrain Duroc ($20.79 \pm 4.39\%$), while bent tails were minimal in both hybrids. The analysis of semen refrigerated with preservative without antioxidants revealed no significant differences between the hybrids or over time (0, 24, 48, and 72 hours) in sperm concentration, progressive motility, or normal morphology. Sperm progressivity showed a slight decrease without statistical significance. Proximal and distal cytoplasmic droplets slightly increased, but without significant differences. Bent tails remained at very low levels. In the analysis of semen refrigerated with antioxidants, no significant differences were observed in

sperm concentration, progressive motility, normal morphology, progressivity, proximal or distal cytoplasmic droplets, or bent tails over the refrigeration period. Both groups showed minor variations in the analyzed parameters, but these changes were not statistically significant. The results show that refrigeration of boar semen with the addition of antioxidants does not have a significant impact on the seminal quality of the Belga Belga and Pietrain Duroc hybrids in terms of sperm concentration, progressive motility, morphology, progressivity, cytoplasmic droplets, and bent tails. The parameters remain relatively stable during the refrigeration period, suggesting that the addition of antioxidants helps preserve sperm quality without noticeable adverse effects.

Keywords: Dilutants, Boar, CASA



ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN..... 1

CAPÍTULO I..... 2

1. INTRODUCCIÓN 3

1.1. Enunciado del Problema..... 3

1.2. Descripción del problema..... 3

1.3. Justificación del trabajo..... 3

1.4. Objetivos 5

1.5. Hipótesis..... 6

CAPÍTULO II..... 7

2. MARCO TEORICO 8

2.1. Análisis bibliográfico 8

Inseminación Artificial 8

Recolección de semen..... 9

Proceso de recolección de semen..... 9

Evaluación de la calidad del semen..... 11

Métodos de evaluación in vivo..... 12

Métodos de evaluación in vitro 12

Métodos de análisis seminal..... 12

Método convencional 12

Evaluación macroscópica 13

Evaluación microscópica 13

Estándares de tolerancia para espermatozoides	21
La evaluación convencional de la calidad espermática después de la preservación	21
Problemas Técnicos o Deficiencias en la Manipulación del Semen:.....	23
Sistema de análisis seminal asistido por computadora (CASA).....	23
Diluyentes de semen	25
MR-A.....	26
MR-A Antiox.....	27
2.2. Antecedentes de investigación	28
CAPÍTULO III	37
3. MATERIALES Y METODOS	38
3.1. Materiales	38
3.2. Métodos.....	40
3.3. Variables de respuesta.....	42
3.4. Evaluación estadística	43
CAPÍTULO IV	45
4. RESULTADOS Y DISCUSION	46
4.1. Evaluación del semen porcino refrigerado de machos terminales con la adición de conservante sin antioxidante mediante Análisis Espermático Asistido por Computadora.	46
4.2. Evaluación del semen porcino refrigerado de machos terminales con la adición de conservante con antioxidantes mediante el Análisis Espermático Asistido por Computadora	52
4.3. Análisis de la calidad espermática del semen porcino refrigerado según hibridismo con la adición de conservante sin antioxidante en función al tiempo.	57
4.4. Análisis la calidad espermática del semen porcino refrigerado según hibridismo con la adición de conservante con antioxidante en función al tiempo.....	71
CAPÍTULO V	85
5. Conclusiones	86

CAPÍTULO VI.....	87
6. Recomendaciones.....	88
CAPÍTULO VII.....	89
7. Referencias.....	90



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Box de recolección.....	10
Figura 02. Verraco sobre el maniquí para la recolección de semen	10
Figura 03. Recolección de semen sobre maniquí	11
Figura 04. Ejemplos de anomalías espermáticas de cabeza.....	17
Figura 05. Ilustraciones de irregularidades espermáticas en la pieza media (superior, a-f) y la cola(inferior, g-l).....	18
Figura 06. Cámara de Burker	20
Figura 07. Componentes de un sistema CASA	24
Figura 08. Diluyente MR-A	26
Figura 09. Diluyente MR-A Antiox	28
Figura 10. Concentración espermática en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	58
Figura 11. Motilidad progresiva (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	60
Figura 12. Morfología normal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	62
Figura 13. Progresividad espermática (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	64
Figura 14. Gotas proximales (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	66
Figura 15. Gotas distales (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con.....	68
Figura 16. Colas plegadas (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con.....	70

Figura 17. Concentración espermática en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A Antiox.....	72
Figura 18. Motilidad progresiva (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	74
Figura 19. Morfología normal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	76
Figura 20. Progresividad (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	78
Figura 21. Gota citoplasmática proximal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	80
Figura 22. Gota citoplasmática distal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	82
Figura 23. Colas plegadas (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A.....	84
Figura 24. Colecta de semen del híbrido Belga Belga	102
Figura 25. Colecta de semen del híbrido Pietrian Duroc.....	102
Figura 26. Toma de temperatura.....	103
Figura 27. Llenado del recipiente con agua desionizada.....	103
Figura 28. Medición de la cantidad de agua desionizada a utilizar	104
Figura 29. Temperado del agua desionizada	104
Figura 30. Agregando Diluyente MRA-Antiox.....	105
Figura 31. Reserva de colecta para el estudio en días posteriores.....	105

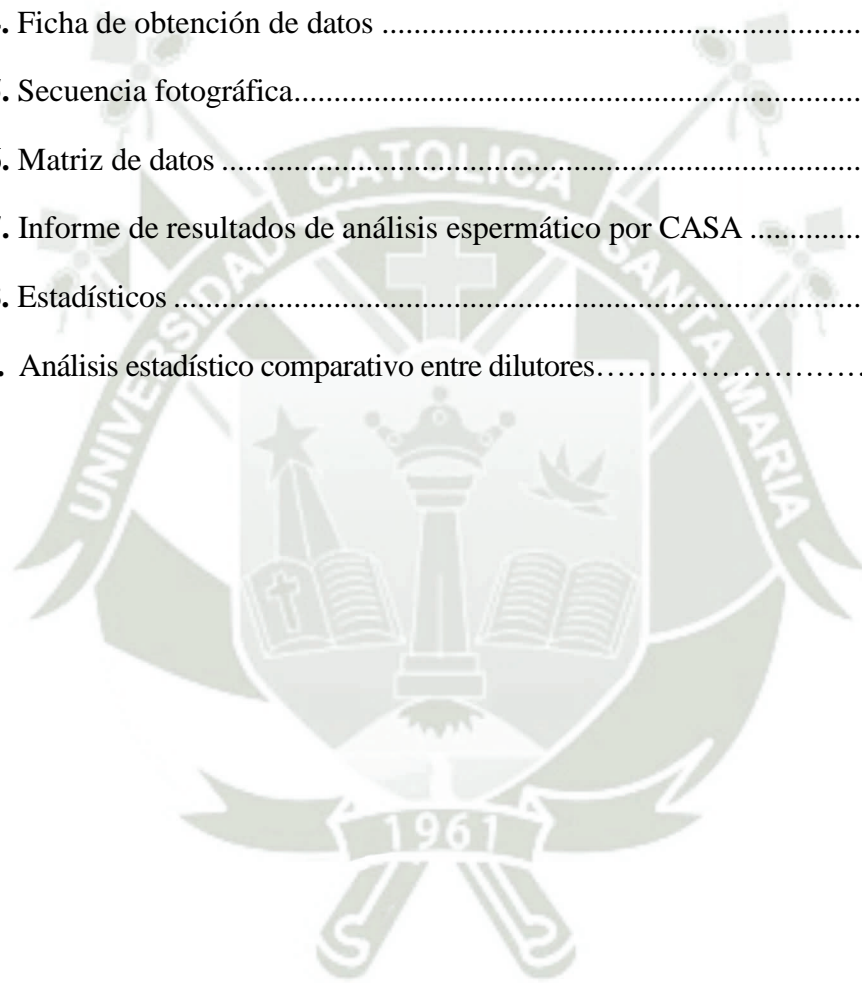
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentración espermática (M/ml) según hibridismo utilizando diluyente MR-A..	46
Tabla 2. Motilidad espermática (%) según hibridismo utilizando diluyente MR-A	47
Tabla 3. Morfología normal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A	48
Tabla 4. Progresividad (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A	49
Tabla 5. Gota citoplasmática proximal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A ..	49
Tabla 6. Gota citoplasmática distal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A	50
Tabla 7. Colas plegadas (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A.....	50
Tabla 8. Concentración espermática (M/ml) según hibridismo utilizando diluyente MR-A Antiox	52
Tabla 9. Motilidad espermática (%) según hibridismo utilizando diluyente MR-A Antiox ...	53
Tabla 10. Morfología normal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox	53
Tabla 11. Progresividad (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox	54
Tabla 12. Gota citoplasmática proximal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox	54
Tabla 13. Gota citoplasmática distal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox	55
Tabla 14. Colas plegadas (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox	56
Tabla 15. Concentración espermática (M/ml) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.....	57
Tabla 16. Motilidad progresiva (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	59

Tabla 17. Morfología normal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	61
Tabla 18. Progresividad espermática (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	63
Tabla 19. Gotas proximales (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.....	65
Tabla 20. Gotas distales (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	67
Tabla 21. Colas plegadas (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	69
Tabla 22. Concentración espermática (M/ml) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	71
Tabla 23. Motilidad progresiva (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	73
Tabla 24. Morfología normal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	75
Tabla 25. Progresividad (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	77
Tabla 26. Gota citoplasmática proximal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.....	79
Tabla 27. Gota citoplasmática distal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.	81
Tabla 28. Colas plegadas (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.....	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Ubicación del Laboratorio	98
Anexo 02. Ficha técnica Instrucciones Diluyente MR-A Antiox	99
Anexo 03. Ficha Técnica Instrucciones Diluyente MR- A	100
Anexo 04. Ficha de obtención de datos	101
Anexo 05. Secuencia fotográfica.....	102
Anexo 06. Matriz de datos	106
Anexo 07. Informe de resultados de análisis espermático por CASA	108
Anexo 08. Estadísticos	112
Anexo 09. Análisis estadístico comparativo entre dilutores.....	



INTRODUCCIÓN

La creciente demanda mundial de carne porcina impulsa la necesidad de optimizar la eficiencia reproductiva en la industria porcina. En este contexto, la inseminación artificial (IA) se ha consolidado como herramienta clave para el mejoramiento genético y la maximización de la producción. Sin embargo, el éxito de la IA depende en gran medida de la calidad del semen utilizado, el cual es sometido a procesos de dilución y refrigeración para su conservación y distribución. La refrigeración, si bien prolonga la viabilidad espermática, también puede inducir estrés oxidativo y daño celular, afectando negativamente la calidad del semen y, por ende, la tasa de concepción.

En la actualidad, la evaluación seminal tradicional se basa en métodos subjetivos que pueden carecer de precisión y repetibilidad. La introducción de sistemas de Análisis Espermático Asistido por Computadora (CASA) representa un avance significativo al ofrecer una evaluación objetiva y detallada de los parámetros de motilidad y morfología espermática. Esta tecnología permite cuantificar con exactitud variables como la velocidad, trayectoria y patrones de movimiento de los espermatozoides, proporcionando una herramienta más robusta para determinar la calidad seminal.

Considerando lo anterior, la presente tesis tiene como objetivo principal evaluar la calidad seminal de semen porcino refrigerado de machos terminales, mediante el análisis espermático asistido por computadora (CASA), investigando el efecto de la adición de conservantes con y sin antioxidantes. Se busca determinar si la inclusión de antioxidantes en los diluyentes de semen puede mitigar el daño oxidativo y mejorar la viabilidad y funcionalidad espermática durante la refrigeración, contribuyendo así a optimizar los protocolos de conservación seminal y, en última instancia, la eficiencia reproductiva en la producción porcina.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Enunciado del Problema

“Evaluación seminal mediante análisis espermático asistido por computadora (CASA) de semen porcino refrigerado de machos terminales, con la adición de conservantes con y sin antioxidante”

1.2. Descripción del problema

La calidad del semen porcino refrigerado es determinante para el éxito de la reproducción porcina asistida y la eficacia de los programas de inseminación artificial, por ende, para la rentabilidad de la producción porcina. La refrigeración del semen es una técnica comúnmente utilizada para la conservación y transporte seminal. Sin embargo, durante el proceso de refrigeración y almacenamiento, los espermatozoides pueden enfrentarse a condiciones oxidativas y estresantes que comprometen su viabilidad y funcionalidad. En este contexto, el uso de diluyentes específicos se ha vuelto fundamental para mantener la integridad y la calidad del semen durante el transporte y almacenamiento. El diluyente ha sido desarrollado con antioxidantes específicos para proteger los espermatozoides de los procesos oxidativos, mientras que el diluyente MR-A carece de estos antioxidantes. Esta tesis aborda la evaluación comparativa del uso dos diluyentes MR-A y MR-A Antiox, en dos machos terminales, en la contrastación y vigor espermático del semen porcino refrigerado. Se busca determinar si la inclusión de antioxidantes en el diluyente afecta significativamente la calidad de los espermatozoides del semen porcino refrigerado.

1.3. Justificación del trabajo

1.3.1. Aspecto general

La justificación de esta investigación radica en la importancia concluyente de mejorar la eficacia de los programas de reproducción asistida en la industria porcina, especialmente en regiones como Arequipa, donde la producción porcina desempeña un papel significativo en la economía agrícola local. En este sentido, la calidad del semen porcino refrigerado es un factor determinante para el éxito de la reproducción y la productividad del sector. El uso de diluyentes específicos como MR-A y MR-A Antiox se presenta como una estrategia principal para preservar la viabilidad y el vigor espermático durante el proceso de refrigeración y almacenamiento del semen porcino.

Sin embargo, existe una necesidad apremiante de evaluar y comparar el impacto de estos diluyentes en la calidad del semen y en la eficacia de los programas de reproducción.

1.3.2. Aspecto tecnológico

La evaluación comparativa de diluyentes con y sin antioxidantes requiere el uso de metodologías y técnicas analíticas avanzadas para medir y contrastar la calidad del semen en condiciones controladas. La aplicación de técnicas de análisis espermático, como el sistema CASA (Computer-Assisted Semen Analysis), implica el uso de equipamiento especializado y protocolos específicos, lo que contribuye al avance del conocimiento científico en el campo de la reproducción asistida porcina.

La utilización del sistema CASA en esta investigación no solo implica la aplicación de tecnología de vanguardia en el campo de la reproducción porcina, sino que también garantiza la uniformidad y la reproductibilidad de los resultados. La objetividad inherente al análisis automatizado del semen elimina el sesgo humano y asegura la consistencia en la evaluación de muestras, lo que resulta en conclusiones más sólidas y confiables.

1.3.3. Aspecto social.

Al evaluar el uso de diluyentes con y sin antioxidantes en el semen porcino refrigerado, esta investigación tiene implicaciones directas para la salud y bienestar de los animales en la región. Un semen de alta calidad y vigor es fundamental para garantizar tasas de reproducción óptimas y la salud de la progenie, lo que a su vez puede contribuir a mejorar las prácticas de manejo animal.

1.3.4. Aspecto económico

El sector porcino representa una parte significativa de la economía agrícola de Arequipa. Mejorar la eficacia de los programas de reproducción asistida y la calidad del semen porcino refrigerado puede tener un efecto directo en la productividad y rentabilidad de las granjas porcinas locales. Un semen de alta calidad puede resultar en tasas de concepción más altas, una mayor producción de lechones y una mayor eficiencia reproductiva, lo que se traduce en mayores ingresos para los productores y un crecimiento económico en el sector.

El uso de diluyentes con antioxidantes como MR-A Antiox puede proporcionar un valor añadido a los productores al ayudar a proteger y preservar la calidad del semen durante el transporte y el almacenamiento; esto puede reducir las pérdidas asociadas con la muerte celular y la disminución de la calidad espermática, lo que resulta en un menor desperdicio de recursos y una optimización de los costos de producción.

1.3.5. Importancia

La trascendencia de esta investigación radica en su potencial para proporcionar una comprensión más profunda de cómo la adición de conservantes con y sin antioxidantes afecta la calidad del semen porcino refrigerado, específicamente en función del hibridismo. Esta tesis ofrece la oportunidad para evaluar el impacto de estos dos diluyentes en la viabilidad espermática en un contexto de conservación a largo plazo; por medio del sistema CASA que añade una capa adicional de precisión y objetividad a la investigación, permitiendo un análisis más detallado de parámetros espermáticos clave como la motilidad, morfología y viabilidad.

El alcance de la tesis radica en la evaluación de la calidad y funcionalidad del semen refrigerado porcino, mediante el empleo de los diluyentes MR y MR-A ANTIOX. La investigación busca proporcionar una comprensión más profunda sobre cómo estos diluyentes afectan la viabilidad del semen en dos machos terminales porcinos, contribuyendo así al conocimiento decisivo para la mejora de las prácticas de reproducción en la industria porcina.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Contrastar muestras seminales mediante análisis espermático asistido por computadora (CASA) de semen porcino refrigerado de machos terminales F1, con la adición de conservantes con y sin antioxidante.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el semen porcino refrigerado de machos terminales con la adición de conservante sin antioxidante mediante Análisis Espermático Asistido por Computadora.

- Evaluar el semen porcino refrigerado de machos terminales con la adición de conservante con antioxidantes mediante el Análisis Espermático Asistido por Computadora.
- Analizar la calidad espermática del semen porcino refrigerado según hibridismo con la adición de conservante sin antioxidante en función al tiempo.
- Analizar la calidad espermática del semen porcino refrigerado según hibridismo con la adición de conservante con antioxidante en función al tiempo.

1.5. Hipótesis

Dado que el diluyente MR-A Antiox cuenta con antioxidantes específicos diseñados para proteger los espermatozoides de procesos oxidativos en comparación con el diluyente MR-A, que carece de antioxidante, es probable que:

Su uso en la conservación del semen porcino refrigerado mejore significativamente la calidad del semen, evaluada a través de parámetros espermáticos por medio del sistema CASA en función del tiempo post conservación.



2. MARCO TEORICO

2.1. Análisis bibliográfico

Inseminación Artificial

La inseminación artificial (IA) se define como la introducción deliberada de semen en el aparato reproductor de la hembra mediante procedimientos distintos al apareamiento natural. Esta práctica constituye una de las principales biotecnologías reproductivas, cuyo objetivo es optimizar el encuentro entre gametos y, por ende, facilitar la obtención de descendencia. Dicho grupo de técnicas, conocidas como tecnologías de reproducción asistida (ART), comprende no solo la inseminación, sino también procedimientos de mayor complejidad. Entre ellos se encuentran la fertilización in vitro (FIV), donde la fecundación se realiza fuera del organismo; la inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI), que implica la introducción directa de un espermatozoide en el citoplasma del ovocito; y la transferencia de embriones (TE), técnica mediante la cual embriones generados in vivo o in vitro son depositados en una hembra receptora para lograr la gestación. Asimismo, se incluyen la transferencia intrafalopiana de gametos (GIFT), que favorece la fecundación en el propio aparato reproductor al introducir gametos en la trompa de Falopio, y la criopreservación, que permite conservar a bajas temperaturas espermatozoides, ovocitos o embriones para su posterior utilización (1).

La IA se ha utilizado en la mayoría de las especies domésticas, incluyendo abejas, y también en seres humanos. Representa el procedimiento de mayor uso en la reproducción animal, revolucionando la industria de cría de animales durante el siglo XX (2). A diferencia del uso médico, donde la inseminación intrauterina (IUI) se utiliza solo ocasionalmente en el tratamiento de la fertilidad humana, la IA es, con mucho, el método más común para la reproducción de animales domésticos mantenidos intensivamente, como el ganado lechero (aproximadamente el 80% en Europa y América del Norte), cerdos (más del 90% en Europa y América del Norte) y pavos (casi el 100% en producción intensiva) (2). La IA está en aumento en caballos, ganado de carne y ovejas, y se ha informado en otras especies domésticas como perros, cabras, ciervos y búfalos; también se ha utilizado ocasionalmente en la cría de conservación de especies raras o en peligro de extinción, por ejemplo, primates, elefantes y felinos salvajes; las otras ART en animales generalmente se limitan a aplicaciones especializadas o con fines de investigación, ya que el costo sería prohibitivo para la cría normal de ganado; en contraste, la IUI se utiliza con

menos frecuencia en tratamientos de fertilidad humana que la FIV o la ICSI (1). La industria de la inseminación artificial porcina utiliza semen líquido que ha sido almacenado durante uno a varios días a 16-18°C. En contraste, la inseminación artificial con espermatozoides de verraco criopreservados resulta en tasas de parto y tamaños de camada más bajos que con espermatozoides refrigerados y almacenados, lo que hace que el uso de dosis de semen congelado-descongelado no sea atractivo para los criadores comerciales de cerdos. Excepciones a esta regla son cuando el semen se transporta a largas distancias, lo que crea problemas en la regulación de la temperatura, y en casos en los que es vital demostrar que los verracos están libres de enfermedades en el momento de la recogida de semen. La habilidad de los espermatozoides de cerdo para tolerar adecuadamente el almacenamiento a bajas temperaturas se ha relacionado con la presencia reducida de especies reactivas de oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés) en el eyaculado, o bien con la acción eficaz de los antioxidantes presentes en el plasma seminal que neutralizan dichas moléculas (1).

Recolección de semen

En la mayoría de los animales domésticos, el semen se recoge mediante una vagina artificial, por ejemplo, en toros, carneros y sementales, después de permitir que el macho monte a una hembra en celo o a un maniquí. La vagina artificial consta de un revestimiento lubricado insertado en una cubierta exterior, y el espacio entre ambos se llena con agua tibia. La presión se puede aumentar agregando aire. El eyaculado se deposita en un recipiente colector aislado conectado a un extremo del revestimiento. El semen de verracos y perros suele recogerse mediante estimulación manual (1).

- **Proceso de recolección de semen**

La aplicación de la inseminación artificial requiere el cumplimiento de un conjunto estructurado de procedimientos, cuya correcta ejecución determina en gran medida la eficacia o la ineficacia de la técnica. En las producciones porcinas, el primer desafío radica en la elección de los verracos que actuarán como donantes de semen, unaselección basada en factores genéticos, de salud y reproductivos (3).

La obtención del material seminal se lleva a cabo utilizando un potro o maniquí revestido de piel de bovino debido a su resistencia y durabilidad, impregnado con secreciones vaginales de una hembra en celo o fracciones de semen de otros cerdos.

Esto provoca una estimulación adecuada que favorece un incremento en el comportamiento sexual. Para llevar a cabo esta técnica de manera efectiva, se requiere que los verracos hayan sido previamente entrenados para realizar el salto con el potro. Asimismo, es decisivo contar con un espacio de recolección donde el verraco pueda realizar la monta de manera normal, sin distracciones ni alteraciones relacionadas con ruidos, olores o la presencia de otros machos (3).

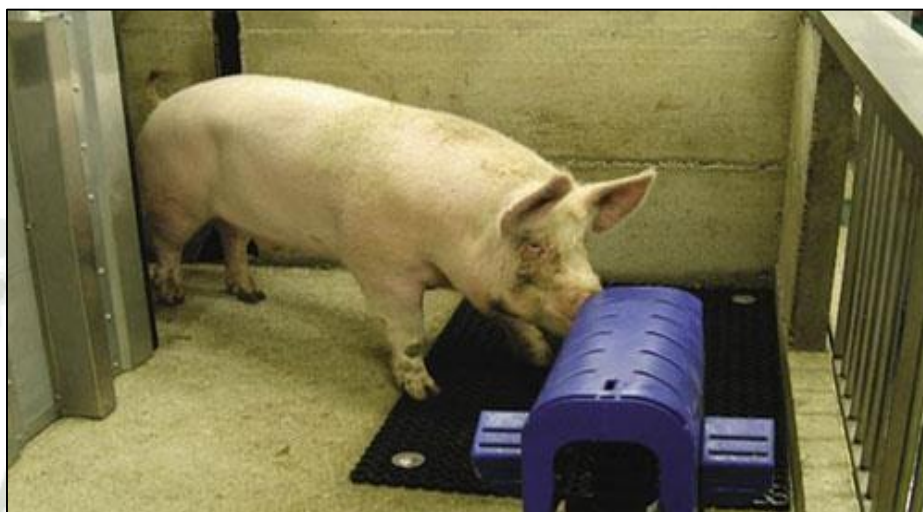


Figura 01. Box de recolección (4).

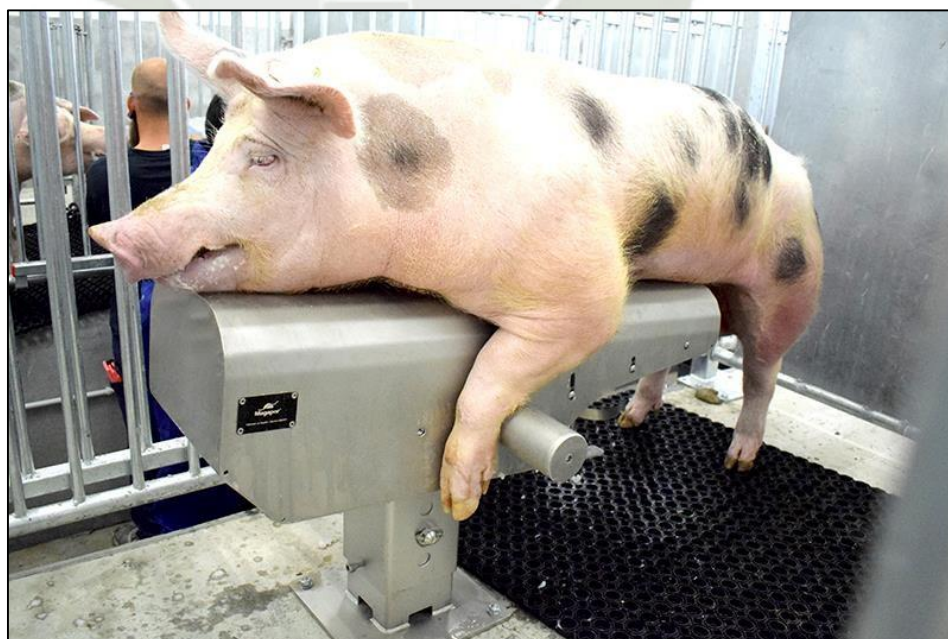


Figura 02. Verraco sobre el maniquí para la recolección de semen (5)



Figura 03. Recolección de semen sobre maniquí (6)

Se recomienda iniciar el entrenamiento de los verracos a los cinco meses, aunque también es posible realizarlo a los 7 u 8 meses. Es posible realizar dos rutinas de entrenamiento por día, con una duración de entre 10 y 15 minutos cada una, en días intercalados. Otra estrategia utilizada para recolectar el semen consiste en emplear una cerda en estro que manifieste reflejos de inmovilidad. No obstante, en ocasiones, el proceso se ve obstaculizado por el peso excesivo del macho o por el comportamiento inquieto de la hembra, lo que complica una recolección eficaz (3).

Evaluación de la calidad del semen

La calidad del semen es de fundamental importancia para una concepción exitosa y el desarrollo embrionario. Los problemas de reproducción animal han llevado a la búsqueda de métodos más precisos de evaluación del semen utilizando técnicas cada vez más novedosas. El diagnóstico preciso del semen es necesario para predecir la fertilidad del macho y es importante para optimizar su capacidad de fertilización tanto en condiciones naturales como en tecnología de reproducción asistida. En términos de mejorar las técnicas de conservación del semen, un diagnóstico adecuado del semen es extremadamente importante (7).

- **Métodos de evaluación in vivo**

Para evaluar la fertilidad de un verraco, se recurre comúnmente a métodos que implican la inseminación artificial (IA) o la monta natural a un grupo de hembras en celo. Estos métodos permiten determinar la capacidad del verraco para producir semen de calidad y fertilizar a las hembras con éxito, pero tienen la desventaja de ser costosos y demandar un tiempo prolongado para alcanzar resultados consistentes (8).

- **Métodos de evaluación in vitro**

Las técnicas realizadas en el laboratorio han sido ampliamente preferidas debido a su economía y rapidez en comparación con los métodos realizados en animales vivos. No obstante, estas metodologías únicamente permiten estimar la calidad del eyaculado, sin reflejar directamente su capacidad fecundante. Para considerar una evaluación seminal como integral, esta debe reunir ciertas cualidades fundamentales: objetividad, repetibilidad, exactitud, rapidez, simplicidad y bajo costo. Actualmente, se han desarrollado múltiples análisis que cumplen con estos criterios, entre los que se incluyen exámenes convencionales como el espermiograma, tecnologías automatizadas como el sistema CASA, pruebas funcionales, estudios de la integridad del ADN espermático y evaluaciones de interacción entre gametos (7).

Métodos de análisis seminal

- **Método convencional**

El análisis seminal convencional se caracteriza por ser una técnica accesible que permite examinar tanto las propiedades macroscópicas como microscópicas del eyaculado. Entre los aspectos macroscópicos se consideran factores como el volumen, la tonalidad, el olor y el pH; mientras que a nivel microscópico se evalúan la motilidad, tanto colectiva como individual, la concentración espermática, la viabilidad celular y posibles anomalías morfológicas en los espermatozoides (9). Una limitación importante de los métodos tradicionales radica en su naturaleza subjetiva, ya que los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de la pericia del profesional que los realice. Al llevar a cabo esta evaluación, se determina la calidad seminal comparando los parámetros observados con los valores estándar establecidos para verracos adultos sanos de la misma especie (10).

Evaluación macroscópica

1. Volumen

La cantidad de eyaculado en la fracción rica suele oscilar entre 50 y 125 ml, y esta variación está influenciada por factores como la edad del animal, el tamaño de los testículos, la raza y su condición fisiológica. Para determinar este volumen, es posible utilizar un vaso medidor graduado o una balanza, considerando que 1 gramo de semen corresponde aproximadamente a 1ml (11).

2. Color

El aspecto cromático del semen suele situarse entre tonos grisáceos y blanco gris claro. Cuando únicamente se obtiene la fracción rica en espermatozoides, su color puede intensificarse hacia un blanco más marcado o presentar un matiz amarillento, lo cual varía según el animal y la densidad espermática. La presencia de sangre, impurezas o grumos se considera inaceptable, ya que compromete la calidad del eyaculado. Es recomendable evaluar el pH y detectar posibles trazas de hemoglobina de forma inmediata tras la recolección, ya que esto proporciona información valiosa sobre la calidad del semen (12).

3. Olor

El semen debe carecer de cualquier olor, ya que cualquier aroma detectado indica una alteración como contaminación bacteriana o química y otros (13).

4. pH

El pH del eyaculado puede determinarse utilizando tiras reactivas o mediante un potenciómetro, y los valores considerados normales se encuentran entre 7.2 y 7.8. Cabe señalar que esta medición actúa únicamente como un reflejo de la actividad metabólica de los espermatozoides, ya que, con el paso del tiempo, el aumento en la concentración de ácido láctico provoca una disminución del pH (14).

Evaluación microscópica

1. Motilidad espermática

La movilidad espermática se evalúa colocando una pequeña gota en un portaobjetos precalentado a 38°C, tapándola y observándola con un microscopio

implementado con óptica de contraste de fase. La motilidad se valora de forma subjetiva, calculando el porcentaje de espermatozoides que muestran un movimiento progresivo y rectilíneo. Debido a que la movilidad en el semen de verraco decae rápidamente fuera del cuerpo, es recomendable preparar al menos dos muestras para su análisis. Para minimizar posibles errores en la evaluación, se emplean materiales previamente calentados y se utiliza un microscopio equipado con una platina a una temperatura controlada de 38 °C (12).

Aunque la movilidad se evalúa generalmente de manera subjetiva, se han desarrollado sistemas computarizados para una evaluación más objetiva, como los sistemas computarizados para el análisis de la motilidad espermática (15).

Estos instrumentos codifican digitalmente imágenes del semen y procesan la información en un ordenador. Aunque ofrecen detalles sobre las características de la movilidad, su alto costo y la posibilidad de fallas de sistematización son limitaciones actuales. Algunos tipos específicos de movimiento espermático, como el desplazamiento en línea recta, muestran una relación significativa con la capacidad reproductiva en condiciones naturales, mientras que la rapidez de los espermatozoides también ha demostrado estar asociada con la fertilidad en determinadas situaciones (16) (17).

2. Morfología espermática

El análisis morfológico del semen resulta fundamental para fines diagnósticos y demanda un tratamiento meticuloso de las muestras que se van a examinar (18). Estas preparaciones se realizan tras la evaluación de la motilidad, asegurándose previamente de que tanto la solución tampón de formalina (utilizada como fijador) como los portaobjetos (frotis) estén a la temperatura correcta en el momento de su uso, con el fin de evitar artefactos como rupturas en los acrosomas o doblamientos simples en las colas de los espermatozoides. Se preparan dos frotis finos para la tinción de las cabezas, empleando semen diluido en una proporción 1:1 para la evaluación de la motilidad, y dos frotis gruesos y escalonados destinados a teñir otras células presentes, tales como leucocitos, células epiteliales y espermatogonias. Todos los frotis se dejan secar al aire libre (19) (20).

Una vez preparados los frotis y fijado el semen con formalina, se extraen algunos mililitros del eyaculado que se colocan en un tubo de ensayo para realizar una medición manual de la concentración espermática. Este tubo, junto con los frotis y la muestra de semen fijada, se envían al laboratorio acompañados de una copia de los datos del verraco, su historial clínico y los resultados preliminares de la evaluación seminal (21).

La evaluación morfológica en el laboratorio se realiza mediante microscopía de contraste de fases en muestras húmedas y microscopía de luz en frotis teñidos. Se identifican anomalías en cabeza, cuello, pieza media, cola y gotas citoplasmáticas. Se analizan 500 espermatozoides en frotis teñidos a 1000x y 200 espermatozoides en preparados húmedos con contraste de fases para evaluar detalles como acrosomas y estructuras celulares (21).

La cuantificación debe reflejar todas las irregularidades encontradas, lo que permite identificar su causa y la gravedad del trastorno, abarcando tanto defectos en la espermatogénesis y la maduración de los espermatozoides, como anomalías específicas. Aunque se han probado dispositivos de análisis de imágenes (como los sistemas ASMA) para sustituir la evaluación manual realizada por expertos, hasta el momento no han logrado resultados comparables (22).

Los frotis escalonados se colorean utilizando hematoxilina y eosina (HE) o la técnica de Papanicolau, con el fin de detectar y cuantificar la presencia relativa de células no espermáticas. Entre estas células se encuentran las epiteliales provenientes de la uretra, pene y glándulas sexuales accesorias; las células espermáticas, como las espermáticas redondeadas y las células gigantes; las células epiteliales de la rete testis o los conductos eferentes, conocidas como células medusa; las células epiteliales principales del epidídimo, denominadas células en bote; además de células inflamatorias como leucocitos, linfocitos y monocitos o macrófagos. La presencia habitual de células epiteliales descamadas generalmente no se asocia con enfermedades, al igual que la aparición esporádica de las otras células mencionadas. Sin embargo, un aumento en la cantidad de estas células, especialmente las espermáticas y las inflamatorias, sugiere la existencia de procesos patológicos que requieren monitoreo (21).

Cuando los parámetros del semen superan los rangos normales establecidos, se aconseja realizar un nuevo análisis de muestra. En ciertas circunstancias, como en casos de hipoplasia testicular, inflamación o posibles defectos específicos, la evaluación debe efectuarse de inmediato. En otras situaciones, el tiempo de espera para obtener una nueva muestra dependerá de la sospecha clínica; por ejemplo, se puede requerir un descanso de una semana si se sospecha inmadurez espermática, evidenciada por la presencia de gotas citoplasmáticas proximales. En casos de posible degeneración testicular o inmadurez del epitelio seminífero, como ocurre en la pubertad tardía, puede ser necesario esperar hasta dos meses para permitir una nueva generación espermática en cerdos (21).

Al efectuar la valoración definitiva de la morfología de los espermatozoides, es fundamental realizar un análisis integral que considere la situación clínica del paciente. Es necesario incluir tanto los parámetros cuantitativos, como el volumen, la concentración y el recuento total de espermatozoides, así como los aspectos relacionados con la calidad seminal, incluyendo la morfología espermática y la presencia de células inflamatorias u otros tipos celulares (23).

En cerdos, una especie valorada por la calidad seminal que afecta directamente la fertilidad tras la inseminación artificial, se consideran normales los parámetros morfológicos cuando las anomalías en la cabeza no superan el 10%, y cuando otras alteraciones, como en el acrosoma, pieza media, cola o gotas citoplasmáticas proximales, no exceden el 5% cada una o el 10-15% en conjunto. Los defectos específicos de la espermatogénesis, que suelen ser hereditarios y se manifiestan con características morfológicas distintivas—como vacuolas nucleares ('diadem defect'), acrosomas plegados ('knobbed defect'), espermatozoides decapitados, colas acortadas o dañadas ('tail stump'), colas no extendidas ('Dag defect') o piezas medias retorcidas ('corkscrew defect')—son considerados severos, pudiendo afectar la fertilización e incluso causar esterilidad. Estos defectos, tal como el de las colas cortas observado en cerdos Yorkshire en Finlandia, representan una preocupación significativa (12).

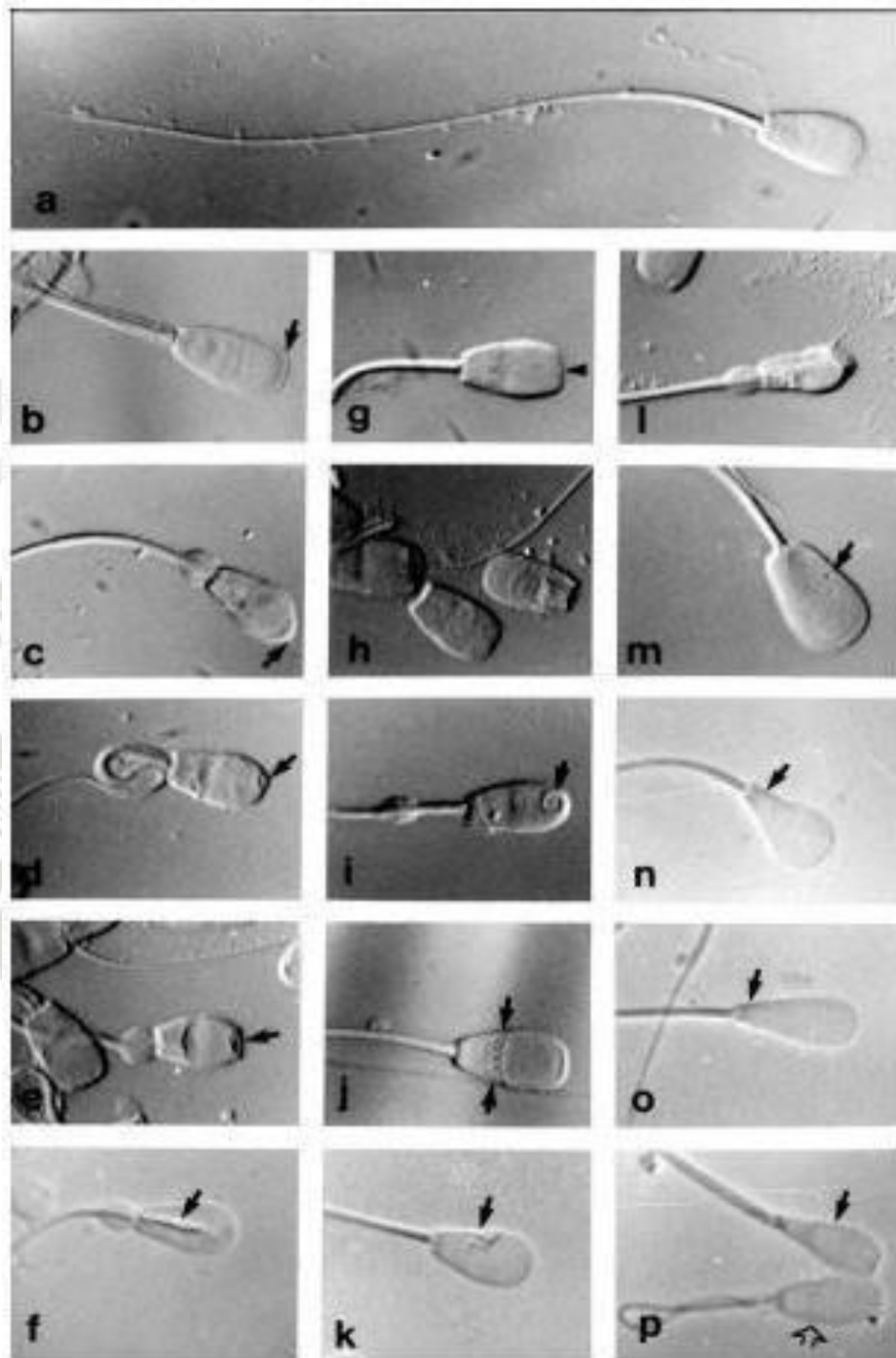


Figura 04. Ejemplos de anomalías en la cabeza del espermatozoide incluyen: (a) espermatozoide con morfología normal; (b) acrosoma levantado; (c-e, g) diversas formas del defecto específico del acrosoma conocido como 'knobbed defect'; (f) defecto en la cresta; (h) cabezas sueltas consideradas normales; (i) presencia de cráter nuclear; (j) defecto de diadema; (k) defecto de cráter lateral; (l) cabezas pequeñas; (m) cabezas gigantes; (n) cabezas con forma de pera; y (o-p) cabezas estrechas (12).

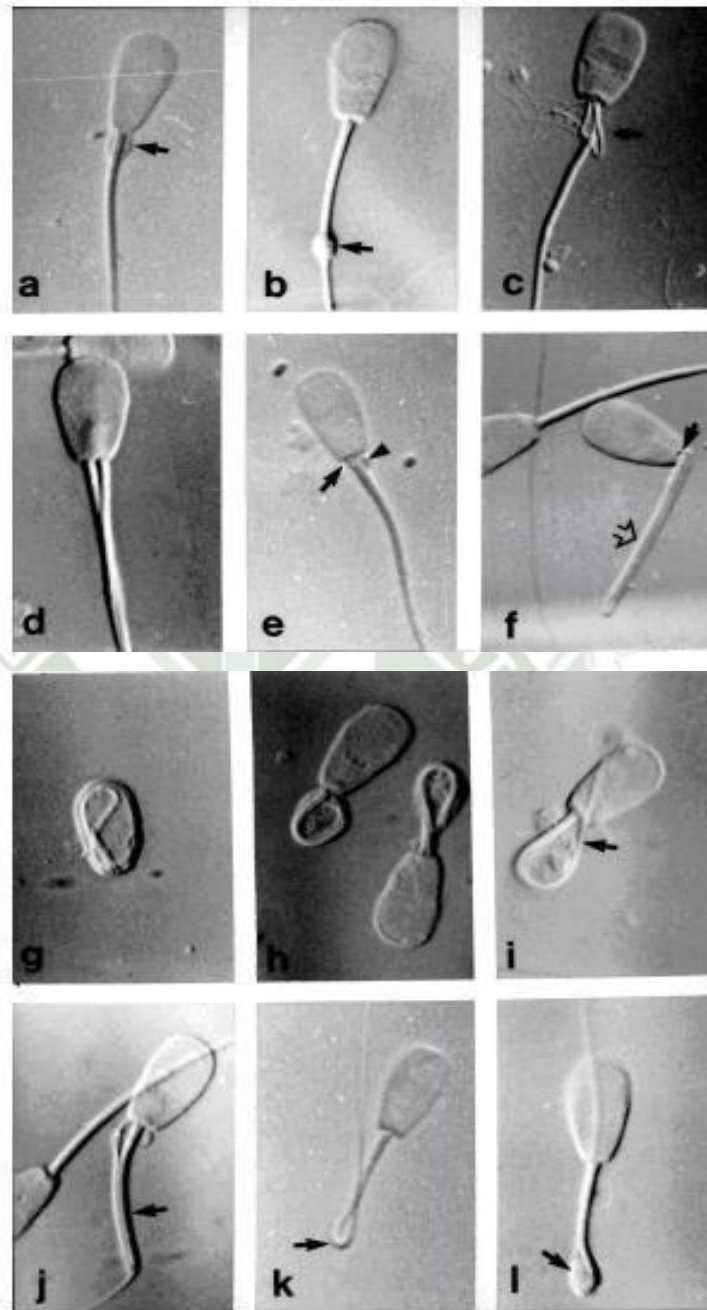


Figura 05. Ilustraciones de anomalías en la pieza media (parte superior, a-f) y la cola (parte inferior, g-l) del espermatozoide. En (a) se observa la presencia de una gota citoplasmática proximal, mientras que (b) muestra una gota citoplasmática distal. La imagen (c) evidencia una desorganización en la pieza media, (d) presenta una pieza media doble, (e) muestra la implantación anómala de la cola en posición abaxial, y (f) revela una ruptura en la nuca. En la sección inferior, (g) representa una cola enrollada alrededor de la cabeza; (h) e (i), colas enrolladas por debajo de la cabeza; (j) una cola con doble enrollamiento; (k) una cola doblada de forma simple, similar a un látigo; y (l) una cola en látigo que mantiene una gota citoplasmática distal retenida (12).

3. Concentración espermática

Para medir la concentración espermática, el semen se diluye en una proporción 1:1 con solución salina fisiológica, y posteriormente se determina rápidamente mediante fotometría. No obstante, debido al alto margen de error que puede presentar la fotometría, es necesario complementar con recuentos manuales periódicos. Estos recuentos se realizan con muestras diluidas, utilizando cámaras de recuento como la cámara de Bürker para contabilizar las células (12).

La cantidad total de espermatozoides en cada eyaculado es un indicador clave, ya que refleja indirectamente, bajo condiciones de recolección frecuente, la capacidad gonadal del animal y el almacenamiento en sus reservas extra-gonadales, tal como lo describió Amann en 1981 (12). Aunque en inseminación artificial existe un umbral mínimo para asegurar niveles adecuados de fertilidad, este límite específico para cada verraco no ha sido aún establecido en contextos comerciales. Como resultado, se observa una tendencia a utilizar una cantidad excesiva de espermatozoides por dosis, en lugar de basarse en valores mínimos definidos que garanticen tasas de fertilidad óptimas (23). El uso de la cámara de Bürker para el conteo de espermatozoides en cerdos es un método habitual y reconocido dentro de la evaluación de la calidad seminal en esta especie.

Para realizar este procedimiento, se siguen los pasos que se detallan a continuación:

- Preparación: Se inicia con la preparación de una solución de 100 ml de citrato de sodio al 3,4%, la cual es tratada con formol. A esta mezcla se le incorpora 1 ml de semen sin diluir, y luego se agita cuidadosamente para lograr una mezcla homogénea (20).
- Depósito en la cámara: Se coloca una gota de la mezcla en la cámara de Bürker, un dispositivo con una superficie reticulada que facilita el recuento aproximado del conteo de espermatozoides en unidad de volumen (20).
- Conteo de espermatozoides: Se lleva a cabo el recuento de espermatozoides presentes en 40 cuadrados pequeños de la cámara de Bürker. Este conteo sigue un patrón específico, y se calcula la concentración final en espermatozoides por mililitro (20).



Figura 06. Cámara de Burker (24).

Es recomendable emplear un microscopio de alta calidad y seguir un protocolo preciso para garantizar resultados confiables. La utilización de la cámara de Bürker para el conteo de espermatozoides es crucial en la industria porcina, pues permite estimar la fertilidad potencial del semen de los verracos reproductores (20).

Cuadro Nro. 01, Rangos y niveles de aceptabilidad para ciertos parámetros seminales en verracos.

Parámetros seminales	Rango
Volumen del eyaculado (ml)	100-300ml
Número total de espermatozoides	10-100
Motilidad progresiva (%)	70-90%
Anormalidades de cabezas espermáticas (%)	2-5%
Gotas citoplasmáticas proximales (%)	1-5%
Defectos de acrosoma (%)	1-2%
Anormalidades de pieza media (%)	2-5%
Colas dobladas simples (%)	1-5%
*No puede haber ni contaminación con sangre ni presencia de células inflamatorias.	

Fuente: (12).

La evaluación de la morfología espermática, como se mencionó previamente, constituye un componente significativo del espermiograma y, por ende, de la evaluación clínica andrológica (25). La morfología espermática señala desviaciones en la espermatogénesis y la maduración epididimaria. Cuando

los resultados se interpretan correctamente, se emplean para excluir reproductores cuyo semen presenta baja calidad para la inseminación artificial (IA), especialmente en casos con patologías genitales evidentes. Sin embargo, si los parámetros morfológicos están dentro de rangos aceptables, la morfología del semen por sí sola no ofrece una predicción suficiente sobre el nivel de fertilidad esperado tras la IA. Esto aplica tanto para evaluaciones subjetivas como para las realizadas con sistemas computarizados, dado que en muchos casos, una alta concentración total de espermatozoides en la dosis puede compensar en cierta medida un porcentaje elevado de anomalías morfológicas (7).

Estándares de tolerancia para espermatozoides

Los estándares de tolerancia para espermatozoides anormales en porcinos pueden variar, pero conforme a las normas ISO 9002, los verracos por lo general presentan entre un 65% y 85% de espermatozoides viables. La morfología de los espermatozoides es un factor fundamental en la valoración de la calidad del semen porcino, y la incidencia de defectos espermáticos puede estar vinculada a la concentración de espermatozoides. Esta concentración es uno de los parámetros más importantes para evaluar la fertilidad masculina y, habitualmente, se determina mediante la cámara de Neubauer, considerada el método estándar de referencia y recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (26).

La evaluación convencional de la calidad espermática después de la preservación

Tras la conservación, se analizan alícuotas de semen generalmente de forma subjetiva, mediante la observación de frotis húmedos bajo un microscopio de luz con contraste de fases. Por esta razón, los resultados dependen en gran medida de la destreza y experiencia del evaluador. A pesar de ser un método simple, rápido y fácil de implementar, continúa siendo el procedimiento preferido para evaluar el daño celular provocado por técnicas de preservación, especialmente durante el almacenamiento prolongado en estado líquido o la congelación en entornos industriales (27). Para mejorar la objetividad en la evaluación de la motilidad y sus distintos patrones, se ha incrementado notablemente el uso de analizadores computarizados de movilidad espermática, conocidos como sistemas CASA. Además, la morfología puede servir

como un indicador de la resistencia de los espermatozoides a los procesos de almacenamiento, enfriamiento, congelación y descongelación, analizando características como el estado del acrosoma o la presencia de colas dobladas simples, que reflejan daños en la membrana o el flagelo. Este tipo de evaluación contribuye a prevenir la utilización de semen procesado para inseminación artificial que pueda presentar defectos (12).

La valoración de la integridad de la membrana plasmática se ha establecido como un indicador importante por su vínculo con la fertilidad. Entre las técnicas empleadas se encuentra el test de hipoosmolaridad (HOS-test), aunque los resultados obtenidos no siempre muestran una correlación directa con la fertilidad de las muestras o los individuos analizados (28).

Durante los últimos diez años, la aplicación de marcadores fluorescentes dirigidos al ADN, enzimas citoplasmáticas, lectinas, iones y al potencial de membrana ha resultado útil para evaluar la integridad de varios compartimentos subcelulares y su conexión con la fertilidad (29). Aunque la citometría de flujo, empleando analizadores FACS, ha probado ser una técnica eficiente para evaluar miles de espermatozoides en cuestión de minutos, su elevado costo limita su uso habitual. Además, se han aplicado pruebas como la unión de Anexina-V mediante FACS para monitorear la exposición de fosfatidilserina en espermatozoides criopreservados, lo que facilita la detección precoz de alteraciones en la membrana plasmática gracias a su alta sensibilidad (30).

Considerando que la fertilización depende de múltiples características espermáticas interconectadas, se plantea la duda sobre si los análisis actuales de semen son suficientemente precisos para evaluar la capacidad fecundante de una muestra, especialmente después de procesos como la dilución, el enfriamiento o la congelación y descongelación. Aunque se han identificado algunos factores esenciales para la fertilidad espermática, aún hay desconocimiento acerca de otros aspectos y de la combinación óptima requerida en diferentes condiciones de inseminación artificial (como ubicación, tiempo y concentración de la dosis), tanto in vivo como in vitro. Esta complejidad en los factores no totalmente comprendidos dificulta notablemente la valoración del potencial fertilizante de los espermatozoides, ya sea en el eyaculado o tras su preservación (31).

Problemas Técnicos o Deficiencias en la Manipulación del Semen:

Una muestra de semen refleja tanto la capacidad fertilizadora como el estado general de salud y del sistema reproductor del animal. Además, se utiliza como criterio para decidir si un verraco es apto para el servicio reproductivo o si debe ser destinado al sacrificio. Por ello, al evaluar la calidad seminal, es fundamental considerar las condiciones de manipulación y los posibles defectos que puedan aparecer, ya que estos pueden ocasionar errores en la valoración final de la muestra (32).

Las alteraciones técnicas, que suelen ser accidentales o resultan del desconocimiento sobre los posibles efectos durante la manipulación o procesamiento de la muestra, pueden originarse por factores como el shock hipotónico causado por la exposición a bajas temperaturas, disfunciones o contaminación con orina. Estos factores provocan cambios abruptos que afectan la integridad de la membrana mitocondrial y, en consecuencia, la motilidad, principalmente debido a la flexión de la cola (33).

La muestra destinada a evaluación puede contaminarse con agua, productos tóxicos como garrapaticidas o herbicidas, estiércol, instalaciones en mal estado o pozos sépticos (34). Además, periodos prolongados entre la obtención de la muestra y su análisis también pueden influir negativamente en los resultados.

Sistema de análisis seminal asistido por computadora (CASA)

Desde mediados de los años 80, la tecnología CASA ha estado comercialmente disponible para ofrecer una evaluación objetiva de las características espermáticas. Los sistemas CASA constan principalmente de un microscopio con una platina calentada y un sistema óptico de contraste de fase negativo conectado a una cámara de video. La señal captada por la cámara es procesada por un ordenador equipado con software especializado para realizar diversos tipos de análisis (35).

Durante más de dos décadas y media, la medición de la motilidad y el movimiento cinemático de los espermatozoides ha sido un foco principal en la investigación seminal. Los sistemas CASA Mot brindan múltiples parámetros de motilidad más allá de la evaluación global de la misma. Se ha comprobado que estos parámetros son sensibles a distintas características del hardware y software, así como a la variabilidad inherente entre las muestras de semen (35).

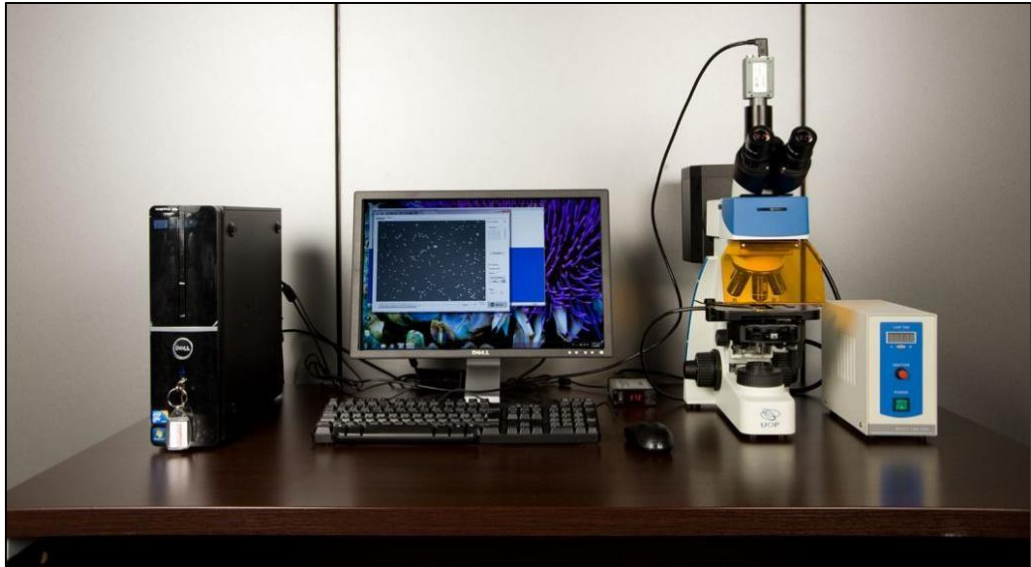


Figura 07. Componentes de un sistema CASA (36).

En paralelo con el avance de los sistemas CASA-Mot, se desarrollaron sistemas comerciales CASA-Morph con el propósito de disminuir la subjetividad en la evaluación morfológica del espermatozoide. Además de los análisis cinemáticos, la morfometría ha ganado relevancia en años recientes. La capacidad para predecir la calidad del espermatozoide mejoró notablemente al utilizar criterios morfométricos en lugar de solo morfológicos (35).

En términos generales, los parámetros proporcionados por CASA facilitan la comparación de resultados tanto dentro de un mismo laboratorio como entre distintos laboratorios, lo que permite identificar diferencias cuantitativas en las características seminales. Estas herramientas son útiles para estudios que investigan distintas condiciones experimentales o productivas, así como para detectar variaciones en los tratamientos y las interacciones entre machos en un mismo experimento (35).

Por otro lado, la gran cantidad de datos generados por CASA, que incluyen motilidad de miles de espermatozoides, suele ser subestimada debido a que el software presenta estadísticas resumidas que no reflejan la variabilidad interna de las muestras de semen. Por ello, el primer paso en el análisis de estos conjuntos de datos es la identificación y evaluación de valores atípicos (35).

Diluyentes de semen

La viabilidad de los espermatozoides en el plasma seminal tras la eyaculación es limitada a unas pocas horas. Para prolongar este tiempo y permitir procesos como la refrigeración o criopreservación, es necesario diluir el semen con una solución protector (37).

Este diluyente debe tener una composición relativamente compleja, con un buen poder amortiguador para mantener el pH en niveles óptimos. Además, debe aportar azúcares esenciales que favorezcan la supervivencia celular, junto con otros componentes que aseguren una mayor duración del semen. Los diluyentes fueron diseñados para proteger a los espermatozoides frente a factores perjudiciales como el estrés osmótico, el daño causado por la formación de cristales de hielo durante la congelación, y el estrés oxidativo (37).

Estas soluciones ayudan a estabilizar propiedades fundamentales del esperma, incluyendo su morfología, motilidad, viabilidad y la integridad de la membrana, acrosoma y ADN. Por ello, un diluyente adecuado debe mantener un pH equilibrado, proporcionar trifosfato de adenosina (ATP), proteger contra el choque térmico y el congelamiento, y contar con actividad antioxidante para optimizar la calidad del semen destinado a la fertilización (37).

Aunque la elección del diluyente es fundamental, lo más importante es partir de un semen de alta calidad. Como se mencionó antes, existen diversos diluyentes que pueden clasificarse en diferentes grupos según principios básicos (37).

La recolección de semen genera cierto estrés para los espermatozoides, y su conservación en un medio artificial provoca una reducción tanto en su cantidad como en su calidad. Por ello, es crucial añadir compuestos que ayuden a mantener la integridad de estas células, entre los cuales destacan los antioxidantes. Estos agentes protegen la viabilidad espermática al inhibir la peroxidación de los lípidos. La inclusión de antioxidantes en la dilución del semen de mamíferos contribuye a neutralizar la formación de especies reactivas de oxígeno y a reducir la toxicidad causada por el oxígeno, mejorando así la fertilidad de manera efectiva (37).

MR-A

MR-A® es un diluyente diseñado para ofrecer una conservación prolongada y una protección eficaz. Ayuda a preservar la integridad de la membrana espermática después de la dilución, extendiendo la vida útil del semen entre 7 y 10 días. Asimismo, optimiza los resultados tanto en períodos cortos como en largas conservaciones, mostrando alta eficacia en ambos casos (38).



Figura 08. Diluyente MR-A (38).

Los componentes de MR-A® y su fabricación conforme a la norma ISO 9001 garantizan un producto de alta calidad. Además, su preparación es sencilla y rápida, ya que no requiere un tiempo de equilibrado tras la dilución. Estas características contribuyen a optimizar la productividad en los Centros de Inseminación Artificial (CIAs), mejorando tanto la gestión como la seguridad en el transporte de las dosis.

Características técnicas de MR-A®:

- Conserva el semen de verraco entre 7 y 10 días (38).
- Dilución rápida: el semen se diluye en pocos minutos y puede utilizarse de inmediato sin necesidad de equilibrar el pH (38).

- Mayor capacidad de protección de la integridad de la célula espermática (38).
- Mejora la fertilidad y prolificidad en los primeros días de conservación, superando a los diluyentes tradicionales de corta duración (38).
- Contiene buffers de alta calidad que mantienen un control eficiente del pH durante el almacenamiento del semen diluido (38).
- Reduce problemas de aglutinación espermática, disminuye la precipitación de proteínas y ayuda a mantener el equilibrio metabólico celular (38).
- Control efectivo del crecimiento bacteriano durante todo el período de conservación (38).

MR-A Antiox

MR-A Antiox es un diluyente de larga duración diseñado especialmente para proteger a los espermatozoides contra los daños causados por procesos oxidativos. Funciona como un amortiguador frente a factores externos, como variaciones en el pH y la temperatura, asegurando la conservación y protección del semen durante su procesamiento, transporte y almacenamiento (39).

Contenido:

MR-A Antiox incluye una fórmula cuidadosamente diseñada con antioxidantes de alta calidad que neutralizan los radicales libres producidos de forma natural por los espermatozoides (39).

Funciones de MR-A Antiox

- Protege la funcionalidad y estructura de las membranas, disminuyendo problemas asociados a la aglutinación (39).
- Preserva el funcionamiento de las mitocondrias, asegurando una producción energética óptima (39).
- Mantiene la estabilidad del material genético espermático, previniendo la fragmentación del ADN (39).



Figura 09. Diluyente MR-A Antiox (39).

MR-A Antiox se recomienda especialmente cuando se busca una protección adicional, siendo ideal para transportes de media y larga distancia o en situaciones donde no se puede garantizar una conservación a temperatura adecuada (39).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Análisis de tesis

Angulo, L (40) “La termorresistencia espermática representa una herramienta útil para evaluar la calidad, viabilidad e integridad de los espermatozoides expuestos a diferentes temperaturas durante el proceso de conservación y manipulación del semen diluido antes de su uso en la inseminación artificial, con el propósito de medir dicha resistencia en semen porcino diluido mediante el Análisis Espermático Asistido por Computadora (CASA) se estudiaron cinco colectas por cada uno de los dos genotipos de verracos seleccionados, Landrace y Large White, muestreando tres sachets por colecta y genotipo, lo que dio como resultado un total de 30 unidades experimentales de semen fresco preservado, las muestras fueron almacenadas bajo tres rangos térmicos distintos, por debajo del valor óptimo (menos de 16 °C), dentro del intervalo óptimo (entre 16 y 18 °C) y por encima del óptimo (más de 18 °C), y analizadas

mediante el sistema CASA a las 0, 24, 48 y 72 horas, el estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo con un diseño experimental en bloques completamente al azar y un arreglo factorial, para el análisis inferencial se aplicó ANDEVA junto con la prueba de Tukey utilizando un nivel de significancia del 5%, los datos revelaron que la movilidad espermática se ve afectada por la temperatura, además se detectó una influencia del tiempo de conservación sobre dicha movilidad en todas las colectas analizadas, sin embargo, solo en las colectas 2, 4 y 5 se observó un efecto significativo de la interacción entre temperatura y tiempo sobre la movilidad, mientras que en las colectas 1 y 3 no se evidenció dicha interacción, en cuanto a la morfología espermática, esta se vio alterada únicamente por la temperatura en las colectas 1 y 5, mientras que el tiempo de conservación tuvo un efecto en las colectas 1, 3 y 5, no encontrándose influencia significativa de la interacción entre temperatura y tiempo sobre la morfología nominal del semen analizado” (40).

Salinas, D (11) “La presente investigación fue desarrollada en la empresa integración L.D.CH. S.A.C., ubicada en la variante de Uchumayo kilómetro 2, en el distrito de Sachaca, provincia y departamento de Arequipa, localizada geográficamente a una altitud de 2336 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 14.6 grados Celsius que varía entre 8 y 26 grados, con una humedad que oscila entre el 27% y menos del 80%, y una precipitación media anual de 78 milímetros, las variables consideradas en este estudio fueron analizadas mediante la prueba de análisis de varianza ANOVA en un diseño de bloques completamente al azar, así como mediante la prueba de especificidad de DUNCAN, ambas bajo un nivel de significancia del cinco por ciento, esta investigación tuvo como propósito evaluar la calidad del semen fresco refrigerado empleando los diluyentes MR-A y MR-A ANTIOX en verracos de las razas Pietrain, Duroc, Belga, Landrace y Large White, la población de estudio estuvo conformada por verracos seleccionados por su aptitud reproductiva, los cuales fueron evaluados durante cuatro colectas realizadas semanalmente, se consideraron indicadores microscópicos como motilidad porcentual, integridad de membrana, morfología y concentración espermática por mililitro, además de parámetros macroscópicos como volumen en mililitros, color blanco lechoso u opalescente y presencia de contaminantes, utilizando los diluyentes mencionados y evaluando la calidad seminal durante siete días, los resultados evidenciaron que la motilidad promedio del semen según tipo de diluyente y tiempo de conservación fue de ochenta

por ciento en el día cero con MR-A y de sesenta y siete punto cinco por ciento en el día tres, la integridad de membrana promedio para las razas Duroc, Belga y Pietrain fue del ochenta y tres por ciento para Duroc, y del setenta y ocho por ciento para Belga y Pietrain, asimismo se observó que la motilidad promedio del semen según raza y tiempo de almacenamiento fue en Duroc del setenta y ocho por ciento en el día cero, del sesenta y dos por ciento en el día cuatro y del cincuenta y cinco por ciento en el día siete” (11).

Rugel, C (41) “La evaluación de la calidad del semen en reproductores porcinos representa una herramienta clave para determinar su aptitud reproductiva, por ello se planteó analizar la calidad seminal de sementales porcinos comerciales ubicados en el cantón Marcabellí, provincia de El Oro, utilizando parámetros como aglutinación, volumen, concentración, motilidad, morfología y pH, se utilizaron seis verracos distribuidos en dos Pietrain, dos Landrace y dos Duroc provenientes de diferentes granjas porcinas del sector, se aplicó un diseño observacional de tipo descriptivo utilizando el programa Excel considerando estadísticos como la media, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación, las variables fueron estimadas mediante el método de microscopía óptica, los resultados mostraron que un ejemplar Landrace presentó una aglutinación ligera, en cuanto al volumen se registraron valores de doscientos setenta y cinco mililitros en Pietrain, trescientos veinticinco en Landrace y doscientos sesenta y cinco en Duroc, respecto a la concentración espermática por mililitro Pietrain alcanzó trescientos cincuenta y siete punto cinco millones, Landrace ciento setenta y ocho millones y Duroc doscientos noventa y nueve punto cinco millones, en la motilidad en masa Pietrain presentó noventa y dos punto cinco por ciento, Landrace ochenta por ciento y Duroc ochenta y siete punto cinco por ciento, en cuanto a la morfología no se encontraron gotas citoplasmáticas proximales en ninguna de las razas, sin embargo en las gotas distales Pietrain presentó un dos por ciento, en anomalías de la cola como colas de látigo o enrolladas Pietrain presentó un treinta y dos por ciento, Landrace un veintiocho por ciento y Duroc un diecisiete por ciento, con un promedio general de setenta y tres coma sesenta y siete por ciento de espermatozoides normales frente a un veintiséis coma treinta y tres por ciento de anormales, además todos los verracos evaluados presentaron un pH igual a siete, estos resultados se consideran favorables ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos para un semen de buena calidad, aunque entre las razas evaluadas

fue Pietrain la que presentó los parámetros seminales más destacados” (41).

Escobar, H (42) “El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la calidad espermática de la raza Landrace, Landrace Belga y de la línea Camborough 29 y se realizó en la granja Escobar, en la región Piura, provincia y distrito de Sullana. La misma que cuenta con una población porcina de 16 950 cabezas de ganado porcino, la calidad espermática es un factor importante en la crianza actual del porcino dado que mostrara el nivel de seguridad que tendrá, estas razas y líneas en el desempeño de la reproducción de esta especie, especialmente en Sullana. El trabajo tuvo una duración de 16 semanas y se evaluaron a tres verracos, el volumen seminal, motilidad, concentración espermática, anomalía, Ph y densidad en cada eyaculado que se realizó por medio del método de la masturbación manual, mediante la técnica mano enguantada. La muestra fue llevada al laboratorio de patología de la facultad de Medicina Veterinaria en la universidad Pedro Ruiz Gallo, ubicado en Lambayeque. Una vez realizado el análisis espermático se evaluó dichas características mediante el diseño estadístico de bloques completamente al azar; los resultados obtenidos de las 48 muestras de semen de cerdos de las razas landrace, raza landrace Belga, y de la línea camborough 29. La mejor raza que se adaptó al clima caluroso de Sullana fue la línea camborough 29. La investigación se realizó con un presupuesto de siete mil novecientos cuarenta y nueve 00/100 nuevos soles. (S/. 7949.00); los cuales fueron solventados por el apoyo familiar.

Bustios, C (26) “El presente trabajo se llevó a cabo con uso de reproductores machos porcinos en un centro de inseminación artificial, ubicado en la Ciudad de Arequipa, geográficamente ubicado entre las coordenadas latitud sur $16^{\circ}23'57.41''$, longitud oeste $71^{\circ}32'12.79''$. Con los objetivos de evaluar el efecto del dilutor, raza y tiempo de conservación sobre la calidad seminal y funcional del semen porcino conservado, se eligieron aleatoriamente dos razas de reproductores porcinos machos adultos (Yorkshire y Landrace), a los cuales se les evaluó la fracción rica del eyaculado de cinco colectas, con una frecuencia de recolección semanal. Los indicadores de calidad espermática evaluados fueron macroscópicos (volumen y color de eyaculado) y microscópicos (motilidad, concentración, morfología e integridad de membrana) cada uno con dos dilutores y esto a su vez en diferentes horas (0, 24, 48, 72 horas). En el análisis estadístico se aplicó un Análisis de varianza para un diseño completamente al

azar con un arreglo factorial 2x2x2 (dos dilutores, cuatro tiempos de evaluación y dos razas evaluadas), para las características macroscópicas (volumen, color) y microscópicas (motilidad, integridad de membrana), se analizó con una prueba no paramétrica de Chi Cuadrado. Luego del periodo experimental se lograron los siguientes resultados: Volumen promedio (ml) 140.00a para Landrace y 122.00a para Yorkshire (Letras diferentes denotan diferencia estadística significativa $P < 0.05$). Se observó que el 100% de las muestras presentaron el color blanco característico de semen. La concentración promedio (espermatozoides por ml) fue 25.80^a para Landrace y 23.20^a para la raza Yorkshire. Se observó que la motilidad promedio (%) de semen según el dilutor y tiempo de conservación fue: para el dilutor A en la hora 0 de 77.30a, en la hora 24 de 73.90a, en la hora 48 de 70.70a, y en la hora 72 de 67.50a, y para el Dilutor B en la hora 0 de 77.30a, en la hora 24 de 72.80a, en la hora 48 de 68.90a, y en la hora 72 de 65.00a. Integridad de membrana promedio (%) según el dilutor y tiempo de conservación fue: para el dilutor A en la hora 0 de 92.4a, en la hora 24 de 85.9a, en la hora 48 de 71.6a, y en la hora 72 de 61.1a, y para el dilutor B en la hora 0 de 92.4a, en la hora 24 de 86.05^a, en la hora 48 de 71.85a, y en la hora 72 de 61.95a. Se observó que la motilidad promedio (%) en semen según raza y tiempo de conservación fue: Para la raza Landrace en la hora 0 de 89.60a, en la hora 24 de 85.50a, en la hora 48 de 82.70a, y en la hora 72 de 79.90a, y para la raza Yorkshire en la hora 0 de 96.80b, en la hora 24 de 93.20b, en la hora 48 de 90.60b, y en la hora 72 de 88.20b (Letras diferentes denotan diferencia estadística significativa $P < 0.05$). La Integridad de membrana promedio (%) en semen según raza y tiempo de conservación fue: para la raza Landrace en la hora 0 de 73.00a, en la hora 24 de 69.10a, en la hora 48 de 65.90^a, y en la hora 72 de 63.10a, y para la raza Yorkshire en la hora 0 de 81.60b, en la hora 24 de 77.60b, en la hora 48 de 73.70b, y en la hora 72 de 69.40b (Letras diferentes denotan diferencia estadística significativa $P < 0.05$). Se concluye que el factor que más influye en la calidad seminal y funcional del semen de porcino conservado es la raza” (26).

2.2.2. Análisis de trabajos de investigación

Carrasco, A et al (43) “El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad seminal y el análisis microbiológico del semen de porcino en la conservación con tres

diluyentes, naturales: leche descremada, agua de coco y un diluyente comercial (Androstar Plus). Se realizó un experimento factorial (factores: diluyentes, horas de evaluación) en el Laboratorio de Biotecnología de Reproducción Animal del Campus Benjamín Araujo perteneciente al Instituto Superior Tecnológico Pelileo, ubicada en el cantón Patate de la Provincia de Tungurahua, Ecuador. Se colectaron seis eyaculados de un macho reproductor de raza Landrace y cada eyaculado se dividió a su vez, para tres diluyentes y por diluyente en tres tiempos. Utilizando análisis cualitativo y tinción eosina nigrosina, se evaluaron las variables respuesta: concentración espermática, viabilidad espermática, morfología y motilidad. Los datos fueron procesados usando análisis de varianza luego de aplicar prueba de normalidad y las diferencias estadísticas fueron determinadas a través del análisis factorial y prueba de Kruskal Wallis. Los diluyentes probados no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre ellos y el tiempo en lo que respecta a la calidad seminal y en los análisis microbiológicos se determinó que, al utilizar diluyentes naturales las UFC incrementaban a medida que transcurría el tiempo. Las bacterias encontradas fueron E. Coli y Pseudomona aeruginosa, con el diluyente comercial no existió presencia de microorganismos”

Valverde, A et al (44) “La evaluación de la calidad seminal constituye una herramienta para mejorar los índices reproductivos en las granjas porcinas; la movilidad del espermatozoide es un parámetro que se utiliza en la evaluación de la calidad espermática, porque se relaciona con el nivel de energía del gameto masculino. El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de la composición racial sobre variables reproductivas de calidad, cinética y movilidad del semen en verracos. Durante el año 2016, se recolectaron 240 eyaculados de 63 verracos con una edad media de $24,4 \pm 10,9$ meses. Se identificaron seis grupos raciales: Duroc (D), Yorkshire (Y), Landrace (L), F1 Pietrain*Duroc (PD) y dos líneas genéticas (LA y LB). Los grupos raciales con mayor volumen de eyaculado presentaron un número total de espermatozoides más elevado ($P < 0,05$). El efecto del grupo racial fue significativo ($P < 0,05$) sobre las variables de cinética espermática, excepto para la amplitud del desplazamiento lateral de la cabeza (ALH, μm). La raza Landrace presentó el mayor ($P < 0,05$) porcentaje de espermatozoides estáticos ($29,30 \pm 1,57$). Las diferencias más relevantes ($P < 0,05$) para motilidad total (MTOT) y mótils progresivos (MP), se presentaron entre L y PD con valores de $70,71 \pm 1,57$; $77,48 \pm 1,09$

y $51,80 \pm 1,97$; $59,85 \pm 1,37\%$, respectivamente. Los verracos adultos (≥ 18 meses) presentaron mayores volúmenes de eyaculado y número total de espermatozoides con respecto a los verracos de edades intermedias y jóvenes, sin embargo, para las velocidades ($\mu\text{m/s}$): curvilínea (VCL), rectilínea (VSL) y promedio (VAP), los verracos adultos fueron distintos ($P < 0,05$) de los verracos en edad intermedia. Se identificaron cuatro subpoblaciones espermáticas (SP), SP1 (46,83%) caracterizadas por una velocidad moderada, pero de movimiento muy progresivo, SP2 (14,78%) con movimiento activo, pero no progresivo, SP3 (8,45%) con velocidades bajas y trayectorias progresivas y SP4 (29,94%) con movimiento muy rápido, pero sin progresividad” (44).

Del Valle, A (45) “Se evaluaron 55 eyaculados de verracos de las razas Duroc Jersey, Yorkshire y Landrace, recolectados entre junio y agosto de 2011, con el objetivo de analizar la calidad espermática en unidades de monta natural; se midieron parámetros como volumen, concentración, motilidad, aglutinación, morfología espermática y presencia de bacterias como *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*; El volumen de los eyaculados se mantuvo dentro del rango normal, aunque por debajo del promedio esperado (200 mL), mientras que tanto la concentración espermática (250×10^6 spz/mL) como la motilidad (60–85%) estuvieron dentro de los valores de referencia; en cuanto a la aglutinación, el 83,6% de las muestras presentó aglutinación ligera, un 12,7% mostró aglutinación moderada y solo un 3,6% no presentó aglutinación: la mayoría de las muestras presentó anomalías morfológicas, principalmente en la cabeza, cola y cuello de los espermatozoides; a nivel microbiológico, se detectó presencia de coliformes totales en el 81,8% de las muestras, *Escherichia coli* en el 43,6% y *Pseudomonas aeruginosa* en el 60%, siendo esta última responsable de una disminución significativa en la motilidad espermática ($p < 0,001$): aunque la edad de los verracos no influyó en los parámetros evaluados, sí se observó una diferencia significativa según la raza, siendo Yorkshire la que mostró mejores resultados en motilidad” (45).

Kondracki, S et al (46) “El objetivo de este estudio fue comparar eyaculados de verracos Duroc y Pietrain en términos de características morfológicas del esperma. El análisis se realizó en 116 eyaculados recolectados de 6 verracos Duroc y 9 verracos Pietrain. Los verracos seleccionados para el examen eran jóvenes y se encontraban

en el inicio de su utilización reproductiva. Los eyaculados se recogieron a intervalos mensuales durante un período de 10 meses. Se prepararon portaobjetos microscópicos inmediatamente después de la recolección de los eyaculados. Se examinaron los portaobjetos para evaluar la frecuencia de anomalías morfológicas. Además, se tomaron medidas morfométricas de 15 espermatozoides morfológicamente normales seleccionados al azar. Además, se realizó una evaluación convencional de los eyaculados siguiendo los métodos utilizados en los centros de inseminación de cerdas polacas. Se encontraron diferencias en las dimensiones y forma entre los espermatozoides Duroc y Pietrain. Los espermatozoides Pietrain se caracterizaron por un perímetro de cabeza significativamente más pequeño en comparación con Duroc ($P \leq 0,01$). Además, las colas de los espermatozoides Pietrain eran $0,8 \mu\text{m}$ más largas ($P \leq 0,01$) y la longitud total de sus espermatozoides fue mayor en $0,5 \mu\text{m}$ en comparación con los espermatozoides Duroc ($P \leq 0,05$). El volumen de eyaculados de Duroc fue menor pero su concentración de espermatozoides fue mayor. Los resultados del presente estudio contribuyen al progreso científico ya que demuestran diferencias en el tamaño del espermatozoide entre verracos de diferentes razas, lo que puede reflejarse en diferentes desempeños reproductivos de los verracos” (46).

Rugeles, C et al (47) “Con la finalidad de evaluar la viabilidad del semen porcino conservado por un periodo corto utilizando el diluyente MRA®, se trabajó con un total de 42 eyaculados obtenidos de cuatro verracos pertenecientes a razas mejoradas como Pietrain y Duroc x Pietrain, con edades comprendidas entre los dos y tres años, la recolección del semen se llevó a cabo mediante manipulación manual, otorgando un periodo de descanso de cuatro días entre cada colecta, el semen fue diluido utilizando MRA® en proporciones 1:2 y 1:3 (semen:diluyente), presentando características como un color blanco lechoso, un pH de 8,3, una vitalidad del 78,2%, una motilidad individual rápida progresiva del 72,4% y una concentración de 187×10^6 , al analizar la fracción diluida en proporción 1:2 a las 24 horas, se encontró un porcentaje de vitalidad del 70,2% y una motilidad rápida del 64,6%, a las 48 horas la vitalidad descendió a 63,65% y la motilidad a 58,53%, observándose una disminución del 8% en vitalidad y del 7,8% en motilidad respecto a las 24 horas, por otro lado, los valores promedio del semen diluido en proporción 1:3 fueron de 74,39% de vitalidad y 69,39% de motilidad a las 24 horas, mientras que a las 48 horas se registraron 69,51% de vitalidad y 63,65% de motilidad, estos resultados reflejan un

mejor desempeño espermático en la dilución 1:3 a las 24 horas, con un incremento del 5% en ambas variables en comparación con la proporción 1:2, siendo esta última también adecuada para su uso en programas de inseminación artificial” (47).

Knecht, D; Jankowska, A; Duzinski, K (48) “Los verracos desempeñan un papel fundamental en el avance de la producción porcina, sin embargo, existe una carencia de datos actualizados sobre los parámetros de crecimiento ideales durante la etapa de desarrollo en las razas modernas destinadas posteriormente a las estaciones de inseminación artificial, por ello, el propósito del presente estudio fue analizar los parámetros seminales y la tasa de concepción en relación con la evaluación del ritmo de crecimiento y el porcentaje de carne obtenida durante la crianza de verracos de diferentes genotipos utilizados en IA, la investigación se desarrolló entre los años 2010 y 2014, abarcando un total de 184 verracos distribuidos en cinco combinaciones raciales, conformadas por 46 Polish Large White, 50 Polish Landrace, 27 Pietrain, 36 cruces Duroc×Pietrain y 25 cruces Hampshire×Pietrain, la calificación de los animales se basó en la ganancia diaria de peso y el porcentaje de carne evaluados entre los 170 y 210 días de vida, se analizaron en total 38.272 eyaculados considerando variables como el volumen del eyaculado, la concentración espermática por mililitro, el número total de espermatozoides por eyaculado y la cantidad de dosis de inseminación obtenidas por muestra, la fertilidad fue evaluada a través del porcentaje de concepción, se observó que el volumen del semen, la concentración de espermatozoides y la tasa de concepción presentaron las mayores diferencias según la raza de los verracos con significancia estadística alta, mientras que el número total de espermatozoides y las dosis de inseminación mostraron diferencias moderadas, asimismo, se identificó un efecto importante de la ganancia diaria sobre la concentración espermática, el número de dosis por eyaculado, la tasa de concepción y el total de espermatozoides, el rango óptimo de ganancia diaria para obtener los mejores valores en estos parámetros fue entre 800 y 850 gramos, además, se determinó que mantener un contenido de carne entre 62,5% y 65% en combinación con este rango de ganancia permite a las estaciones de IA incrementar significativamente su productividad y eficiencia económica, logrando aumentar la cantidad de dosis anuales por verraco en hasta 300 unidades” (48).



3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

3.1.1.1. Espacial

Las muestras de semen fueron obtenidas de reproductores de una empresa ubicada en el departamento de y región de Arequipa, la contrastación seminal se llevará a cabo en un laboratorio localizado en la Variante de Uchumayo km 2 Sachaca 04013, Arequipa (49). La región de Arequipa se encuentra situada al sur del Perú, abarcando un rango de coordenadas geográficas que van desde los 70°48'15" a 70°05'52" de longitud oeste y desde los 14°36'06" hasta los 17°17'54" de latitud sur; esta región se eleva a una altitud de 2466 m.s.n.m (50).

3.1.1.2. Temporal

La colección y evaluación de la calidad espermática mediante CASA se realizará durante los meses de abril y mayo. La tabulación y análisis de los datos obtenidos se realizará en el mes de abril.

3.1.2. Materiales biológicos

- Muestras de semen refrigerado de machos terminales Pietrain Duroc y Belga Belga.

3.1.3. Materiales de campo

- Caballo de recolección
- Tapete de caucho
- Dispositivo de calentamiento y esterilización (con rango de temperatura de 40 a 121°C)
- Recipientes de vidrio de 250 cc. / 400 cc. para precipitados o recipientes plásticos de un solo uso.
- Bolsas plásticas de recolección con o sin filtro integrado

- Contenedores térmicos para la recolección
- Dispositivos filtrantes
- Bandas elásticas
- Guantes sin talco de material vinílico
- Guantes plásticos
- Registros
- Indumentaria apropiada (mameluco y botas)
- Cámara fotográfica

3.1.4. Materiales de laboratorio

- Registro
- Guantes de látex
- Dilutor MR-A®
- Dilutor MR-A Antiox®
- Bata de laboratorio
- Dispositivo de grabación de video con pantalla
- Refrigerador a 4°C
- Cámara de conservación de 16°C

3.1.5. Material de escritorio

- Computadora y/o laptop
- Impresora

3.1.6. Equipos y maquinarias

- Equipo para envasar
- Máquina selladora de tubos o blíster
- CASA Computer - Assisted Sperm Analysis

3.2. Métodos

3.2.1. Muestreo

3.2.1.1. Universo:

El universo estuvo constituido por la totalidad de sachets generados a partir de cinco colectas seminales realizadas durante el periodo de evaluación correspondiente a cada uno de los machos terminales incluidos en el estudio.

3.2.1.2. Tamaño de muestra:

Se estableció de forma conveniente un tamaño muestral compuesto por cinco repeticiones del semen recolectado, considerando el análisis de cinco colectas correspondientes a cada uno de los híbridos incluidos en la investigación.

3.2.1.3. Procedimiento de muestreo

Se seleccionaron al azar los animales que cumplían con las características raciales establecidas para el estudio, correspondientes a los cruces Pietrain Duroc y Belga Belga, una vez que el semen fue colectado, diluido y envasado, se eligió aleatoriamente un sachet por cada colecta para cada tratamiento y según el tipo de hibridismo, con el fin de realizar el análisis seminal correspondiente.

3.2.2. Métodos de evaluación

3.2.2.1. Metodología de la experimentación

a) Obtención de muestra de semen:

La extracción de semen se realizó en la sala de colecta de la granja. Se colocó la cama en el termo colector con tapa rosca, luego se ingresa al verraco al potro después de haber sido estimulado o permitiendo su interacción con marranas en celo mientras monta el potro.

El eyaculado se recolectó directamente en una bolsa de plástico que se encuentra dentro del termo de colección con temperatura cercana a los 37°C, además cuenta con un filtro sobre el recipiente para evitar la contaminación de

la fracción espermática del eyaculado con gel, tapioca u otras impurezas durante la recolección. Se utilizó la técnica del “doble guante” para la extracción, donde el segundo guante protege al guante interior limpio hasta el momento justo antes de sujetar el pene para comenzar la recolección.

b) Evaluación seminal

Se realizó una evaluación seminal para determinar la cantidad de dosis producidas a partir del eyaculado obtenido en la granja, antes de mezclar el semen con los diluyentes MR-A y MR-A Antiox, se comprobó que no existiera diferencia de temperatura entre ambos, el eyaculado se incorporó cuidadosamente al diluyente para asegurar una mezcla homogénea, y posteriormente se evaluó la motilidad de la mezcla diluida, finalmente las dosis de semen diluido se envasaron en blísteres con etiquetas identificativas, se seleccionaron aleatoriamente tres sachets por cada colecta según el hibridismo, cada sachet fue analizado mediante el sistema CASA a las 0, 24, 48 y 72 horas para obtener valores de motilidad, morfología, gota citoplasmática, cola plegada y progresividad.

3.2.2.2. Recopilación de la información

a. En el campo

Se realizará la colecta de muestras de semen que serán registradas en las matrices de toma de datos.

b. En el laboratorio

Se obtendría los resultados del análisis de evaluación de las muestras de semen preservadas mediante CASA según cruce.

c. En la biblioteca

Revisión bibliográfica de libros, tesis y revistas relacionadas al tema bajo estudio.

d. En otros ambientes generadores de la información científica

Páginas web como repositorios de tesis de universidades nacionales e internacionales, Scielo Perú, Science Direct, Ncbi y demás revistas indexadas, así como consultas a expertos en el tema.

3.3. Variables de respuesta

3.3.1. Variables independientes

- Tiempo de conservación
- Machos terminales

3.3.2. Variables dependientes

- Evaluación seminal mediante CASA
- Dilutor

3.3.3. Operacionalización de variables

Variable		Indicador
Independiente	Machos terminales	<ul style="list-style-type: none"> • Pietrain duroc (PD) • Belga belga (BB)
	Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • 0 horas • 24 horas • 48 horas • 72 horas
Dependiente	Evaluación seminal mediante CASA	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración • Morfología • Motilidad
	Dilutor	<ul style="list-style-type: none"> • Diluyente MR-A[®] • Diluyente MR-A Antiox[®]

3.4. Evaluación estadística

3.4.1. Diseño Experimental

3.4.1.1. Unidades experimentales

Cada una de las muestras seminales preservadas, fue considerada una unidad experimental.

3.4.1.2. Diseño de tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos aplicados a dos verracos, de los cruces: PD y BP. 5 repeticiones por cruce.

- T1: diluyente MR-A®
- T2: diluyente MR-A Antiox®
- A: macho terminal PD
- B: macho terminal BB

Distribución de tratamientos

		Bloque	
		A	B
TRATAMIENTO	T1	Repetición 1	Repetición 1
		Repetición 2	Repetición 2
		Repetición 3	Repetición 3
		Repetición 4	Repetición 4
		Repetición 5	Repetición 4
	T2	Repetición 1	Repetición 1
		Repetición 2	Repetición 2
		Repetición 3	Repetición 3
		Repetición 4	Repetición 4
		Repetición 5	Repetición 5

3.4.1.3. Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con un diseño de bloques completamente al azar y un arreglo factorial 2x2x2 (diluyente, tiempo y cruce), considerando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = u + D_i + T_j + R_k + D*T*R_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} = Variable de respuesta
- u = Media poblacional o general, efecto medio verdadero.
- D_i = Efecto del i-ésimo dilutor.
- T_j = Efecto del j-ésimo tiempo de evaluación
- R_k = Efecto de la k-ésima híbrido
- DTR_{ijk} = Efecto de la triple interacción dilutor, tiempoe híbrido
- e_{ijkl} = error experimental.

Se aplicó un análisis descriptivo para todas las variables de la investigación. Se utilizó estadística descriptiva, que incluye la media y desviación estándar para las variables cuantitativas, así como el coeficiente de variación. También se elaboraron tablas de frecuencia para las variables cualitativas reportando frecuencia observada.

Los datos no paramétricos fueron evaluados mediante distribución de frecuencias, reportando frecuencia observada, relativa y porcentual.

3.4.1.4. Análisis de significancia

La diferencia entre variables de estudio se analizó mediante una prueba de Tukey a un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.



4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Evaluación del semen porcino refrigerado de machos terminales con la adición de conservante sin antioxidante mediante Análisis Espermático Asistido por Computadora.

Tabla 1. Concentración espermática (M/ml) según hibridismo utilizando diluyente MR-A

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	212,70	298,53
Desv. Estándar	63,78	103,03
Mediana	226,55	340,40
Máximo	297,72	419,78
Mínimo	100,63	134,09
Tamaño	5	5
	t = -3,1677	P >0,05
		P = 0,003

En la tabla 01 podemos observar los resultados obtenidos para concentración espermática se observa que presenta un promedio de $212,70 \pm 63,78$ M/ml en el híbrido Belga belga y de $298,53 \pm 103,03$ M/ml para el macho Pietrain duroc. A la prueba de T de student, se muestra diferencia estadística significativa en la concentración espermática según hibridismo ($P < 0,05$).

Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Salinas (2021), quien también encontró mayores concentraciones espermáticas en verracos de raza Duroc Pietrain (405 M/ml), frente a los de raza Belga Belga (322,5 M/ml), utilizando el mismo diluyente MR-A. Esta coincidencia entre ambos estudios refuerza la idea de que la genética del macho influye directamente en la calidad seminal, específicamente en la concentración espermática, aun cuando se empleen técnicas diferentes para el recuento (CASA en el presente estudio y cámara de Bürker en el de Salinas).

De manera similar, el estudio de Valverde et al. (44) reportó una concentración espermática de 320 M/ml en verracos PD utilizando un espectrofotómetro con diluyente BTS, lo que se encuentra dentro del rango observado en el presente trabajo y refuerza la tendencia general de superioridad de los machos PD en esta variable seminal.

Por otro lado, Rugeles et al. (47), en su evaluación de semen porcino refrigerado con el mismo diluyente (MR-A), reportaron una concentración promedio de 187×10^6 espermatozoides/ml para machos de razas mejoradas como Pietrain y cruces con Duroc, valor considerablemente inferior al observado en el presente trabajo y en el estudio de Salinas.

Por otro lado, los resultados de Knecht, Jankowska y Duziński (48) muestran una concentración aún mayor para verracos Duroc \times Pietrain, con un promedio de 441,36 M/ml, obtenida mediante el dispositivo SpermaCue y utilizando el diluyente BTS.

Tabla 2. Motilidad espermática (%) según hibridismo utilizando diluyente MR-A

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	82,85	90,46
Desv. Estándar	8,11	3,92
Mediana	82,86	90,35
Máximo	95,22	99,17
Mínimo	68,09	84,26
Tamaño	5	5
	t = -3,7782	P >0,05
		P = 0,0008

En la tabla 02 podemos observar los resultados obtenidos para motilidad espermática se manifiesta que el híbrido Belga belga tiene un promedio de $82,85 \pm 8,11$ %, mientras que para el macho Pietrain duroc fue de $90,46 \pm 3,92$ %. A la prueba de T de student, se muestra diferencia estadística significativa en la motilidad espermática según hibridismo ($P < 0,05$).

Estos resultados sugieren que el componente genético influye de manera determinante en la capacidad motora del espermatozoide porcino, tal como ha sido documentado por otros autores. Por ejemplo, Salinas (11), evaluando la motilidad general en verracos de distintas razas utilizando diluyente MR-A, reportó una motilidad promedio para DP de $79,16 \pm 3,56\%$ y de $74,43 \pm 10,13\%$ para BB. Aunque este valor es ligeramente inferior al encontrado en ambos híbridos del presente estudio, la diferencia puede atribuirse al tipo de evaluación realizada, ya que Salinas utilizó una metodología tradicional basada en observación microscópica subjetiva a 100-200 aumentos, mientras que este estudio empleó un sistema CASA (análisis asistido por computadora), el cual proporciona mayor precisión y objetividad en la valoración.

De forma más pronunciada, Rugeles et al. (47) reportaron un valor promedio de motilidad de $64,63 \pm 8,2\%$ para verracos de razas mejoradas (Pietrain y cruces con Duroc), utilizando también una metodología basada en microscopía óptica convencional. Este valor se encuentra considerablemente por debajo del registrado en el presente estudio para ambas líneas híbridas, lo que refuerza la hipótesis de que tanto el método de evaluación como la genética influyen significativamente en los resultados.

Por otro lado, el estudio de Valverde et al. (44), en el cual se evaluó la motilidad de verracos Pietrain con el sistema CASA y un diluyente comercial sin antioxidantes (BTS), reportó un promedio de 80%. Este resultado, aunque menor que el obtenido en el presente trabajo para los híbridos PD, se encuentra dentro del rango esperado y respalda la utilidad del análisis computarizado para obtener datos más estandarizados.

Tabla 3. Morfología normal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	82,85	62,13
Desv. Estándar	12,42	11,92
Mediana	87,10	55,77
Máximo	98,69	83,98
Mínimo	60,90	47,28
Tamaño	5	5
	t = 5,3828	P >0,05
		P = 0,000

En la tabla 03 podemos observar los resultados obtenidos en la morfología normal se manifiesta que el híbrido Belga belga tiene un promedio de $82,85 \pm 12,42 \%$, mientras que para el macho Pietrain duroc fue de $62,13 \pm 11,92 \%$. A la prueba de T de student, se muestra que existe diferencia estadística significativa en la morfología normal según hibridismo ($P < 0,05$). Comparando con Salinas (11) evaluó la calidad espermática en semen porcino refrigerado utilizando diluyentes MR-A y MR-A Antiox. En su estudio, reportó un porcentaje de morfología normal del 75% para el híbrido Duroc Pietrain (DP) y del 25% para el híbrido Belga Belga (BB). Es importante destacar que, en este estudio, se utilizó la cámara de Bürker para el recuento de espermatozoides, lo que podría haber influido en la precisión de la evaluación morfológica

Tabla 4. Progresividad (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	68,29	72,39
Desv. Estándar	8,85	7,97
Mediana	68,66	72,70
Máximo	80,10	86,11
Mínimo	54,46	60,19
Tamaño	5	5
	t = -1,5396	P >0,05
		P = 0,1320

En la tabla 04 podemos observar los resultados obtenidos en la progresividad se ve que para el macho Belga belga tiene el promedio para este parámetro fue de $68,29 \pm 8,85$ %, mientras que para el macho Pietrain duroc fue de $72,39 \pm 7,97$ %. A la prueba de T de student, se muestra que no existe diferencia estadística significativa en la progresividad espermática según hibridismo ($P > 0,05$).

Tabla 5. Gota citoplasmática proximal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	2,23	3,53
Desv. Estándar	2,28	1,72
Mediana	1,68	3,77
Máximo	6,59	6,25
Mínimo	0,00	0,82
Tamaño	5	5
	t = -2,0356	P >0,05
		P = 0,048

En la tabla 05 podemos observar los resultados obtenidos en la progresividad se ve que para el macho Belga belga tiene el promedio para este indicador de $2,23 \pm 2,28$ %, mientras que para el macho Pietrain duroc fue de $3,53 \pm 1,72$ %. A la prueba de T de student, se muestra que existe diferencia estadística significativa en la presentación de gota citoplasmática proximal según hibridismo ($P < 0,05$). En comparación con otros estudios, los resultados obtenidos en el presente trabajo son consistentes con la literatura existente. Por ejemplo, un estudio realizado por Salinas (11) en Arequipa, Perú, reportó una incidencia del 25% de espermatozoides con gotas citoplasmáticas proximales en el híbrido BB, mientras que en el híbrido DP la incidencia fue del 0%.

Tabla 6. Gota citoplasmática distal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	14,50	31,93
Desv. Estándar	9,85	12,15
Mediana	15,92	30,11
Máximo	29,70	48,02
Mínimo	1,23	15,20
Tamaño	5	5
	t = -4,9836	P >0,05
		P = 0,000

En la tabla 06 podemos observar los resultados obtenidos en la progresividad se ve que para el macho Belga belga tiene el promedio para este indicador de $14,50 \pm 9,85$ %, mientras que para el macho Pietrain duroc fue de $31,93 \pm 12,15$ %. A la prueba de T de student, se muestra que existe diferencia estadística significativa en la presentación de gota citoplasmática proximal según hibridismo ($P < 0,05$). En comparación con otros estudios, los resultados obtenidos en el presente trabajo son consistentes con la literatura existente. Por ejemplo, un estudio realizado por Salinas (11) en Arequipa, Perú, reportó una incidencia del 50% de espermatozoides con gotas citoplasmáticas distales en el híbrido BB, mientras que en el híbrido DP la incidencia fue del 0%.

Tabla 7. Colas plegadas (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	0,10	0,06
Desv. Estándar	0,21	0,13
Mediana	0,00	0,00
Máximo	0,75	0,43
Mínimo	0,00	0,00
Tamaño	5	5
	t = 0,7243	P >0,05
		P = 0,4742

En la tabla 07 podemos apreciar los resultados obtenidos de colas plegadas, se ve que para el macho Belga belga tiene el promedio para este indicador fue de $0,10 \pm 0,21$ %, mientras que para el macho Pietrain duroc fue de $0,06 \pm 0,13$ %. A la prueba de T de student, se muestra que existe diferencia estadística significativa en la presentación de gota

citoplasmática proximal según hibridismo ($P < 0,05$). Comparando estos resultados con otros estudios, se observa que la incidencia de colas plegadas en el semen porcino puede variar según el diluyente utilizado. Por ejemplo, en un estudio realizado por Salinas (11) en Arequipa, Perú, se reportó una incidencia del 25% de espermatozoides con colas plegadas en el híbrido Pietrain Duroc, mientras que en el híbrido Belga Belga la incidencia fue del 0%. Aunque la metodología utilizada en ese estudio fue diferente, los resultados sugieren una tendencia similar en cuanto a la menor presencia de esta anomalía en el híbrido Belga Belga.



4.2. Evaluación del semen porcino refrigerado de machos terminales con la adición de conservante con antioxidantes mediante el Análisis Espermático Asistido por Computadora.

Tabla 8. Concentración espermática (M/ml) según hibridismo utilizando diluyente MR-A Antiox

Macho terminal Estadístico	BB	PD
Media	226,04	180,45
Desv. Estándar	21,99	59,20
Mediana	220,89	185,97
Máximo	261,68	284,10
Mínimo	195	107,10
Tamaño	5	5
	t = 3,2285	P >0,05
		P = 0,0026

En la tabla 08 se manifiesta los resultados de la evaluación seminal utilizando el diluyente MR-A Antiox según CASA para concentración espermática, en el híbrido Belga belga tuvo un promedio de $226,04 \pm 21,99$ M/ml por otro lado el híbrido Pietrain Duroc presentó un promedio para dicha variable de $180,45 \pm 59,20$ M/ml. Sometidos los datos correspondientes la prueba de T de student, se demuestra que existe diferencia estadística significativa en la concentración espermática según hibridismo ($P < 0,05$).

Este hallazgo concuerda parcialmente con el estudio desarrollado por Salinas, D. (11), quien evaluó la calidad seminal de machos de diferentes razas porcinas (Pietrain, Duroc, Belga, Landrace y Large White) utilizando los diluyentes MR-A y MR-A Antiox en Arequipa – Río Seco. En su estudio, utilizando cámara de Bürker para el recuento, se reportó que la concentración de espermatozoides utilizando el diluyente MR-A Antiox promedio en la raza Duroc Pietrain (DP) fue de 405 millones/ml, y en la raza Belga-Belga (BB) fue de 322,5 millones/ml, lo que contrasta con los hallazgos del presente estudio, donde los valores obtenidos fueron menores y en sentido opuesto.

Tabla 9. Motilidad espermática (%) según hibridismo utilizando diluyente MR-A Antiox

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	86,30	86,67
Desv. Estándar	8,62	8,90
Mediana	90,72	89,40
Máximo	96,25	95,49
Mínimo	69,66	68,13
Tamaño	5	5
	t = 0,1335	P >0,05
		P = 0,8945

La motilidad espermática promedio al evaluar el semen porcino refrigerado con la adición de MR-A Antiox fue de $86,30 \pm 8,62$ % en el híbrido Belga belga y de $86,67 \pm 8,90$ % en el híbrido Pietrain duroc. La prueba de T indica que no hay diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$) en la motilidad espermática entre los dos híbridos analizados con el diluyente MR-A Antiox. En comparación con Salinas, D. (11), quien en su estudio sobre semen porcino refrigerado evaluó la motilidad utilizando observación directa al microscopio. En dicho trabajo, la motilidad en los machos DP fue de $80,0 \pm 4,1$ %, y en los BB fue de $76,7 \pm 2,63$ % bajo el efecto del mismo diluyente.

Tabla 10. Morfología normal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox

Macho terminal	BB	PD
Estadístico		
Media	73,28	76,99
Desv. Estándar	2,78	5,27
Mediana	72,44	78,65
Máximo	80,68	82,17
Mínimo	69,48	62,71
Tamaño	5	5
	t = -2,7846	P >0,05
		P = 0,0083

Los resultados estadísticos para morfología normal, fueron los siguientes, la media para BB fue de $73,28 \pm 2,78$ % y para PD de $76,99 \pm 5,27$ %. Los resultados de la prueba de T arrojaron valores que indican que existe una diferencia estadística significativa en la morfología normal (%) entre los híbridos ($P < 0,05$). Salinas, D. (11), quien, en su estudio realizado en Arequipa, reportó que los machos Pietrain Duroc (PD) alcanzaron un 75% de espermatozoides normales, mientras que los machos Belga Belga (BB) apenas llegaron al 25%, evidenciando una diferencia aún más marcada.

Tabla 11. Progresividad (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox

Macho terminal Estadístico	BB	PD
Media	72,25	74,58
Desv. Estándar	10,34	9
Mediana	73,19	74,87
Máximo	85,20	86,37
Mínimo	53	56,34
Tamaño	5	5
	t = -0,7601	P >0,05
		P = 0,4519

En la tabla 11 podemos observar el resultado de progresividad utilizando el diluyente MR-A Antiox analizado por CASA, la evaluación indica que el híbrido Belga belga tuvo un promedio para dicha variable de $72,25 \pm 10,34$ % mientras que Pietrain duros presento una media de $74,58 \pm 9$ %. Los datos fueron sometidos a la prueba de T donde los resultados indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$) en la progresividad espermática entre los dos machos terminales analizados.

Tabla 12. Gota citoplasmática proximal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox

Macho terminal Estadístico	BB	PD
Media	2,46	2,60
Desv. Estándar	1,18	0,89
Mediana	1,91	2,82
Máximo	4,81	4,40
Mínimo	1,39	0,54
Tamaño	5	5
	t = -0,4236	P >0,05
		P = 0,6742

La gota citoplasmática proximal evaluada en semen porcino refrigerado utilizando un diluyente MR-A con antioxidantes mostró valores promedio de $2,46 \pm 1,18$ % para el híbrido Belga Belga (BB) y de $2,60 \pm 0,89$ % para el híbrido Pietrain Duroc (PD). La prueba de T de Student indica valores que determinan que no existe diferencia estadística significativa entre los valores de gota citoplasmática proximal entre los híbridos ($P > 0,05$).

Este hallazgo difiere del reportado por Salinas, D. (11) en su estudio realizado en Arequipa, en el cual se observó que la presencia de gotas citoplasmáticas proximales fue del 0% en el híbrido Duroc Pietrain (DP), mientras que alcanzó el 25% en el híbrido Belga Belga (BB) al utilizar el mismo diluyente MR-A Antiox.

Tabla 13. Gota citoplasmática distal (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox

Macho terminal Estadístico	BB	PD
Media	23,24	20,79
Desv. Estándar	2,42	4,39
Mediana	23,10	19,20
Máximo	28,03	30,84
Mínimo	17,93	16,23
Tamaño	5	5
	t = 2,1857	P > 0,05
		P = 0,0351

En la tabla 13 observamos La evaluación de gotas citoplasmáticas distales en semen porcino refrigerado, utilizando un diluyente MR-A con antioxidantes, mostró valores promedio de $23,24 \pm 2,42\%$ para el híbrido Belga Belga (BB) y de $20,79 \pm 4,39\%$ para el híbrido Pietrain Duroc (PD). Los resultados obtenidos a la prueba de T de Student revelan que existe diferencia estadísticamente significativa en los valores de gota citoplasmática distal entre los híbridos Belga belga y pietrain duroc ($P < 0,05$).

Comparando estos hallazgos con los resultados obtenidos por Salinas, D. (11), se observa una diferencia marcada. En su estudio, utilizando también el diluyente MR-A Antiox, se reportó una presencia del 0% de gotas citoplasmáticas distales en el híbrido Duroc Pietrain (DP), mientras que en el híbrido Belga Belga (BB) se registró un valor mucho más alto, alcanzando el 50%, lo que coincide con una clara predisposición de esta línea genética a este tipo de alteración morfológica.

Incluso utilizando un diluyente enriquecido como el MR-A Antiox, el hibridismo sigue influyendo en la calidad morfológica del semen, particularmente en lo relacionado a la gota citoplasmática distal, siendo significativamente más elevada en el híbrido BB, aunque en niveles aceptables para la inseminación artificial

Tabla 14. Colas plegadas (%) según hibridismo utilizando diluyentes MR-A Antiox

Macho terminal Estadístico	BB	PD
Media	0,03	0,11
Desv. Estándar	0,13	0,24
Mediana	0	0
Máximo	0,59	0,62
Mínimo	0	0
Tamaño	5	5
	t = -1,3108 P > 0,05	P = 0,1978

En la evaluación de colas plegadas en semen porcino refrigerado utilizando el diluyente MR-A con antioxidantes, los valores promedio fueron de $0,03 \pm 0,13\%$ para el híbrido Belga Belga (BB) y de $0,11 \pm 0,24\%$ para el híbrido Pietrain Duroc (PD). La prueba estadística T de Student indica que no existe diferencia estadísticamente significativa en la proporción de colas plegadas entre los dos grupos ($P > 0,05$).

Comparando estos datos con el estudio de Salinas, D. (11), quien también evaluó semen porcino refrigerado con diluyente MR-A Antiox en diversas razas e híbridos, se observa una coherencia parcial. En su investigación, el híbrido Belga Belga (BB) no presentó colas plegadas (0%), mientras que el híbrido Duroc Pietrain (DP) presentó un 25%, lo que constituye una diferencia considerable con los valores actuales.

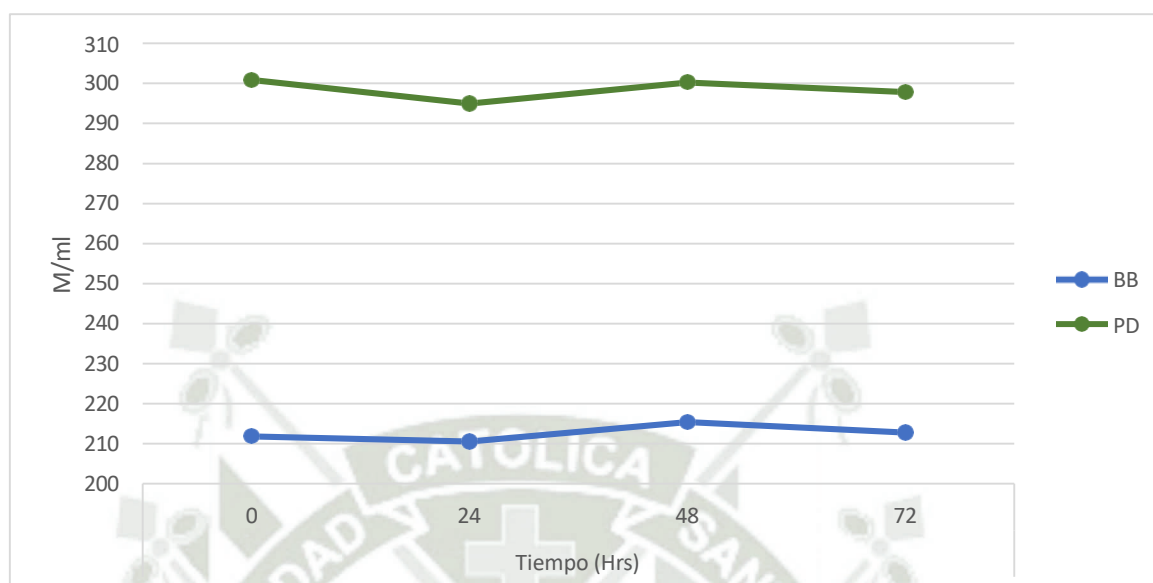
4.3. Análisis de la calidad espermática del semen porcino refrigerado según hibridismo con la adición de conservante sin antioxidante en función al tiempo.

Tabla 15. Concentración espermática (M/ml) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Concentración (M/ml)	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
Belga belga	Media	212,02	210,59	215,45	212,84	0.00 P=1.00
	Desv. Estándar	65,65	71,03	71,01	70,06	
	Máximo	111,63	297,72	100,63	100,63	
	Mínimo	293,41	101,63	291,61	288,62	
Pietrain duroc	Media	300,92	295,02	300,31	297,89	0.00 P=1.00
	Desv. Estándar	114,84	117,47	110,52	105,82	
	Máximo	158,21	142,13	134,09	139,09	
	Mínimo	419,78	409,78	399,78	387,78	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 15 presenta una evaluación del número total de espermatozoides (concentración) en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando análisis espermático asistido por computadora (CASA) y sin la adición de antioxidantes. A través del análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas en el número total de espermatozoides a lo largo de los diferentes tiempos de medición (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 1.00 en ambos híbridos.

Figura 10. Concentración espermática en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



En cuanto a las medias obtenidas, se observa que la raza Belga belga muestra una media cercana a 212 M/ml espermatozoides en todos los tiempos analizados, manteniéndose relativamente estable. Por otro lado, la raza Pietrain Duroc presentó un número total de espermatozoides superior, con una media alrededor de 300 M/ml que también se mantuvo constante durante todo el período de refrigeración.

Estos hallazgos sugieren que la concentración espermática no se ve afectada por el tiempo de almacenamiento hasta las 72 horas, incluso en ausencia de antioxidantes en el diluyente. Este resultado es consistente con estudios previos que indican que la concentración espermática puede mantenerse estable durante períodos de refrigeración similares.

Un estudio sobre la viabilidad de semen porcino refrigerado con diluyente MR-A realizado por Rugeles et al (51) reportó que la concentración espermática no mostró variaciones significativas durante un período de almacenamiento de 96 horas.

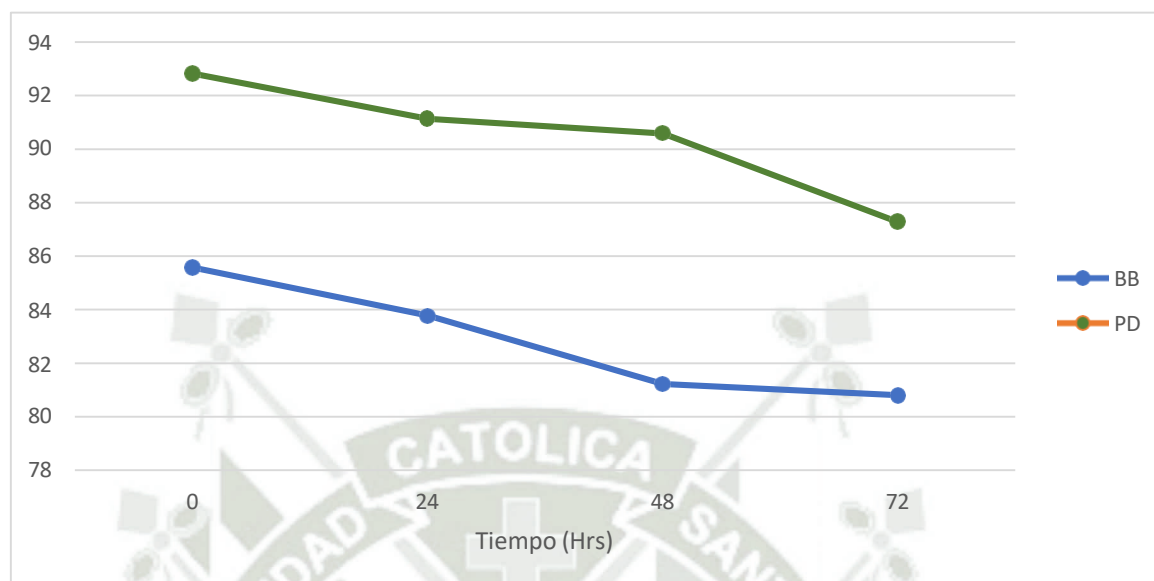
Tabla 16. Motilidad progresiva (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Motilidad progresiva	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	85,58	83,78	81,08	80,95	
Belga belga	Desv. Estándar	8,71	8,98	8,57	7,99	0.34
	Máximo	74,97	94,27	68,09	69,85	P=0.79
	Mínimo	95,22	71,86	89,28	90,00	
	Media	92,83	93,14	90,59	87,28	
Pietrain duroc	Desv. Estándar	3,09	6,02	5,31	2,30	2.05
	Máximo	88,26	86,26	85,26	84,26	P=0.15
	Mínimo	95,56	102,46	99,17	90,56	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 16 analiza la motilidad progresiva del semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un análisis espermático asistido por computadora (CASA) y sin la adición de antioxidantes. El análisis de varianza (ANOVA) realizada muestra que no hay diferencias significativas en la motilidad progresiva a lo largo del tiempo (0, 24, 48 y 72 horas) en ambos híbridos, con valores P de 0.15 para Belga belga y 0.18 para Pietrain Duroc.

En términos de las medias, expresadas como porcentajes, el híbrido Belga belga presentó una motilidad progresiva promedio del 81.08% al 85.58% durante el período de estudio, mostrando una ligera disminución a lo largo del tiempo. Por otro lado, el híbrido Pietrain Duroc mostró un rango de motilidad progresiva promedio más alto, entre el 87.3% y el 93.1%, aunque también con una tendencia leve a la disminución con el paso del tiempo. Estos resultados sugieren que, si bien hay una ligera disminución en la motilidad progresiva en ambos híbridos durante el almacenamiento, la motilidad se mantiene relativamente alta y estable, sin diferencias estadísticamente significativas debidas al tiempo de refrigeración en la ausencia de antioxidantes.

Figura 11. Motilidad progresiva (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



En cuanto al híbrido Belga belga, la motilidad progresiva promedio se mantuvo relativamente alta durante el período de estudio, con valores que oscilaron entre el 85.58% en el tiempo inicial y el 80.95% a las 72 horas. Aunque se observó una ligera disminución en la motilidad a lo largo del tiempo, esta variación no fue estadísticamente significativa, lo que sugiere que el semen de este híbrido tiene una buena capacidad de preservación en refrigeración sin la adición de antioxidantes. Resultados similares fueron reportados por Gadea (52), quien indicó que el semen porcino refrigerado a 16°C se mantuvo con una motilidad superior al 80% durante hasta 72 horas sin la necesidad de antioxidantes adicionales. Por otro lado, el híbrido Pietrain Duroc mostró una motilidad progresiva promedio superior, con valores entre el 92.83% y el 87.28% a lo largo de las 72 horas de refrigeración.

Al igual que en nuestro estudio, Estupiñan y Palacio (52) en su investigación de la calidad del semen refrigerado bajo el efecto de dos diluyentes en verracos de las razas Pietrain, Pietrain*Belga e híbridos; no encontraron diferencia estadística significativa en la motilidad a lo largo del tiempo de conservación (60 horas).

Caso contrario, nuestros resultados difieren de los reportados por Angulo, L (40) quien indica que la motilidad si se ve influenciada estadísticamente por el tiempo de conservación en semen porcino refrigerado con la adición del diluyente MRA en los genotipos Landrace y Large White.

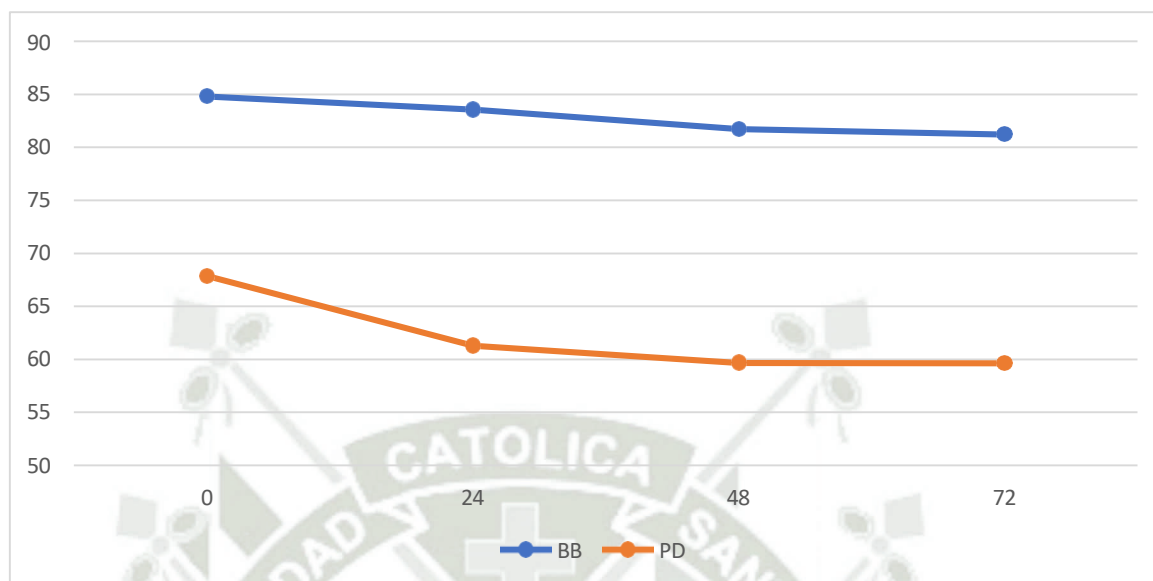
Tabla 17. Morfología normal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Morfología normal	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
Belga belga	Media	84,84	83,58	81,74	81,24	0.08 P=0.97
	Desv. Estándar	11,89	13,78	13,59	14,38	
	Máximo	68,50	97,69	63,48	60,90	
	Mínimo	98,69	65,01	95,69	94,69	
Pietrain duroc	Media	67,87	61,31	59,68	59,64	0.50 P=0.69
	Desv. Estándar	15,50	11,33	10,51	11,77	
	Máximo	50,28	49,28	48,28	47,28	
	Mínimo	83,98	73,47	72,00	72,89	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 4 presenta un análisis de la morfología normal en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando el sistema de análisis espermático asistido por computadora (CASA) sin la inclusión de antioxidantes. Según el análisis de varianza (ANOVA) realizado, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de morfología normal a lo largo del tiempo (0, 24, 48 y 72 horas), con valores P de 0.97 para Belga belga y 0.69 para Pietrain Duroc. Esto sugiere que el tiempo de almacenamiento bajo refrigeración no impacta significativamente la proporción de espermatozoides con morfología normal.

En cuanto a las medias, expresadas en porcentajes, se observa que en el híbrido Belga belga, el porcentaje de morfología normal osciló entre el 81.2% y el 84.8%, con una ligera tendencia a la reducción con el tiempo. En el híbrido Pietrain Duroc, el porcentaje de morfología normal fue consistentemente más bajo, con medias que variaron entre el 59.6% y el 67.9%, también mostrando una pequeña disminución a medida que transcurría el tiempo. Estos resultados indican que, aunque hay una ligera reducción en el porcentaje de morfología normal a lo largo del tiempo en ambos híbridos, el efecto del tiempo de refrigeración sobre esta morfología es mínimo y no estadísticamente significativo en las condiciones experimentales sin antioxidantes.

Figura 12. Morfología normal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



En el híbrido Belga belga, los porcentajes de morfología normal fueron relativamente altos y mostraron una ligera disminución a lo largo del tiempo de refrigeración, con un rango entre el 84.84% y el 81.24% en los diferentes intervalos de tiempo. Este patrón de ligera disminución a lo largo del tiempo es consistente con estudios previos que han reportado que el semen porcino mantiene una calidad morfológica aceptable en los primeros días de refrigeración, aunque algunos estudios sugieren que la calidad puede deteriorarse con el tiempo si no se utilizan conservantes adecuados o antioxidantes. Gadea (53) indicó que, en ausencia de antioxidantes, el semen de diferentes híbridos porcinos muestra una ligera pérdida de morfología espermática, aunque los cambios son mínimos durante los primeros 48 horas de refrigeración.

Por otro lado, el híbrido Pietrain Duroc presentó una morfología normal más baja en comparación con el híbrido Belga belga, con un rango de 67.87% a 59.64% a lo largo del tiempo de almacenamiento. Estos resultados podrían reflejar la mayor susceptibilidad de los espermatozoides de este híbrido a los efectos de la refrigeración, aunque el efecto temporal sigue siendo mínimo y no significativo.

Los resultados obtenidos son consistentes con los de Angulo, L (40) en cuanto a que el tiempo no afecta significativamente la morfología normal en períodos moderados de almacenamiento.

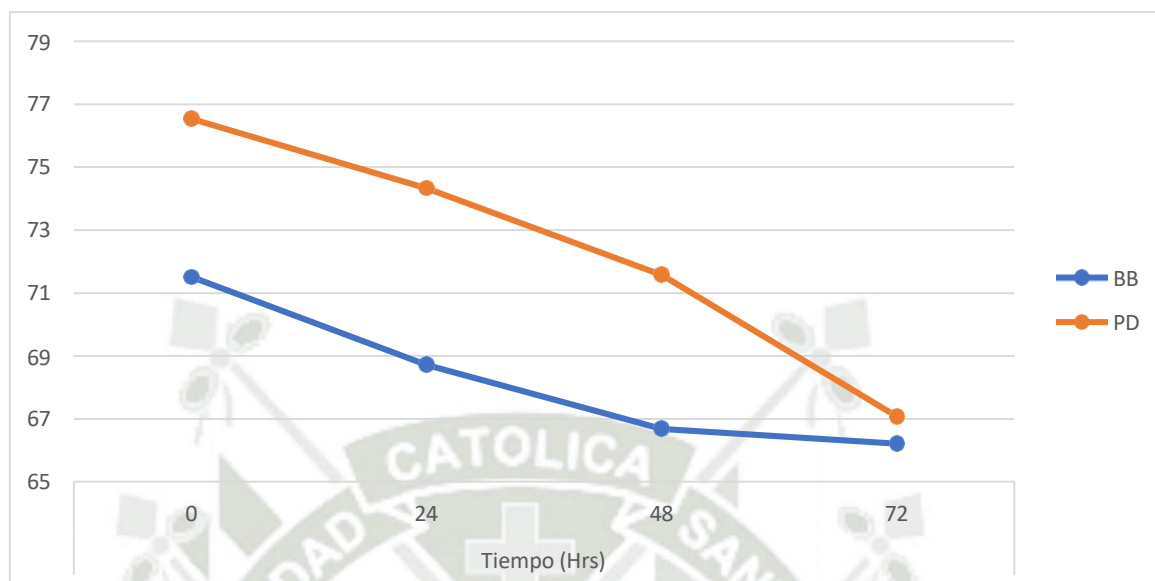
Tabla 18. Progresividad espermática (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Progresividad	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	71,52	68,72	66,69	66,22	
Belga	Desv. Estándar	9,04	9,58	9,16	9,66	0.33
belga	Máximo	57,46	79,63	55,46	54,46	P=0.80
	Mínimo	80,11	56,46	76,84	76,08	
	Media	76,55	74,34	71,58	67,08	
Pietrain	Desv. Estándar	8,35	9,08	6,76	6,45	1.39
duroc	Máximo	63,19	62,19	61,19	60,19	P=0.28
	Mínimo	84,67	86,11	78,11	74,76	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 6 analiza la progresividad espermática en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, empleando un análisis espermático asistido por computadora (CASA) sin la adición de antioxidantes. El análisis de varianza (ANOVA) realizada muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de progresividad espermática a lo largo del tiempo (0, 24, 48 y 72 horas) para ninguna de los dos híbridos, con valores P de 0.80 para Belga belga y 0.28 para Pietrain Duroc. Esto indica que el tiempo de refrigeración no tiene un efecto notable en la progresividad espermática bajo estas condiciones experimentales.

En cuanto a las medias, expresadas en porcentajes, el híbrido Belga belga comenzó con una progresividad del 71.5% y disminuyó ligeramente hasta un 66.2% al final del período de 72 horas. Por otro lado, el híbrido Pietrain Duroc mostró una progresividad inicial más alta, con un 76.5%, que también disminuyó levemente hasta un 67.1% al finalizar el estudio. Aunque ambos híbridos presentan una tendencia a la disminución de la progresividad espermática con el tiempo, esta variación es pequeña y no significativa, lo que sugiere que la progresividad espermática se mantiene relativamente estable durante la refrigeración en la ausencia de antioxidantes.

Figura 13. Progresividad espermática (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



En la Híbrido Belga belga, el porcentaje de progresividad espermática comenzó en 71.52% a 0 horas y disminuyó ligeramente a 66.22% al final del periodo de refrigeración de 72 horas. De manera similar, en el híbrido Pietrain Duroc, el porcentaje de progresividad inicial fue de 76.55% y disminuyó a 67.08% en 72 horas. Aunque ambos híbridos mostraron una disminución en la progresividad espermática con el tiempo, esta disminución fue leve y no estadísticamente significativa, lo que sugiere que el semen mantuvo una progresividad aceptable durante el período de refrigeración.

El hecho de que no se hayan observado diferencias significativas en la progresividad espermática con el tiempo de almacenamiento difiere del reportado por Angulo, L (40) quien en su estudio indica que se evidencia diferencia estadística significativa en la progresividad acorde al tiempo de conservación.

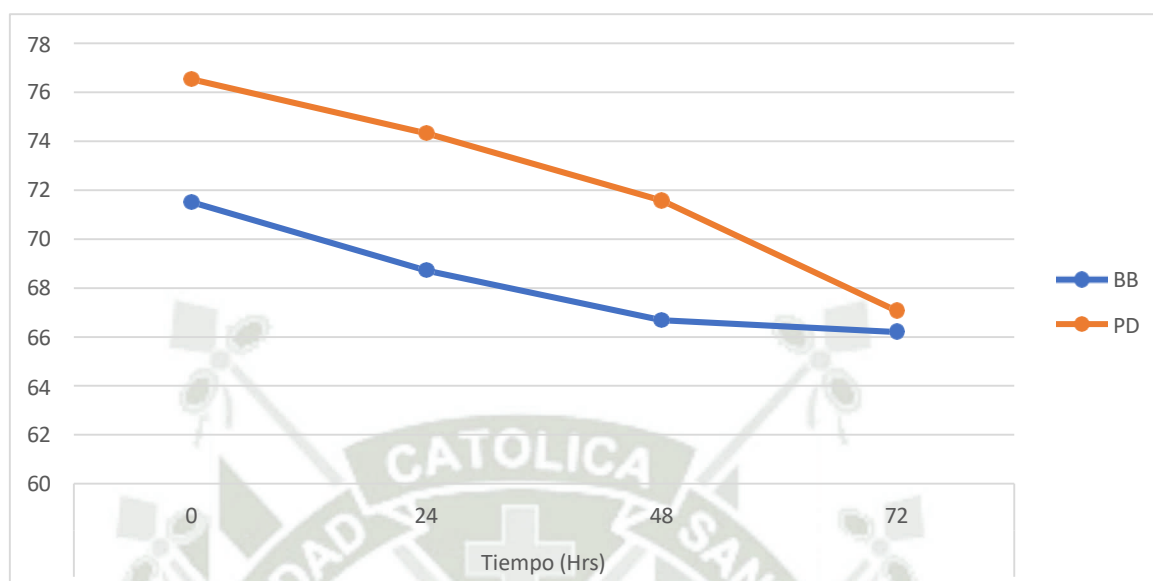
Tabla 19. Gotas proximales (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Gotas proximales	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	1,55	1,83	2,62	2,91	
Belga	Desv. Estándar	1,85	2,08	2,60	2,95	0.35
belga	Máximo	0,00	4,44	0,00	0,00	P=0.79
	Mínimo	4,39	0,00	5,61	6,59	
	Media	2,73	3,47	3,64	4,26	
Pietrain	Desv. Estándar	1,85	2,18	1,44	1,54	0.62
duroc	Máximo	0,82	1,08	1,66	2,45	P=0.61
	Mínimo	5,25	6,25	5,25	6,25	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 19 evalúa el porcentaje de gotas proximales en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un análisis espermático asistido por computadora (CASA) sin la incorporación de antioxidantes. Según el análisis de varianza (ANOVA), no se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de gotas proximales a lo largo de los diferentes intervalos de tiempo (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.79 para Belga belga y 0.61 para Pietrain Duroc. Esto indica que el almacenamiento en frío no tiene un efecto significativo en la proporción de espermatozoides con gotas proximales en ninguna de los híbridos estudiadas.

Analizando las medias en términos de porcentajes, el híbrido Belga belga muestra un leve aumento en las gotas proximales, pasando de un 15.5% inicial a un 29.1% después de 72 horas de refrigeración. Por su parte, el híbrido Pietrain Duroc también presenta un incremento, comenzando con un 27.3% y alcanzando un 42.6% al final del período de estudio. Aunque ambos grupos experimentaron un incremento en el porcentaje de gotas proximales con el tiempo, estos cambios no fueron estadísticamente significativos. Esto sugiere que, bajo las condiciones experimentales sin antioxidantes, la refrigeración provoca un ligero aumento en las gotas proximales en ambos híbridos, pero sin un impacto considerable en términos de significancia estadística.

Figura 14. Gotas proximales (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



En la Híbrido Belga belga, la progresividad disminuyó ligeramente del 71.5% al 66.2% durante las 72 horas de almacenamiento. Por su parte, el híbrido Pietrain Duroc mostró una disminución de 76.5% a 67.1% en el mismo período. Aunque se observa una tendencia decreciente en ambos híbridos, esta no es estadísticamente significativa, indicando una estabilidad relativa de la progresividad espermática durante la refrigeración sin antioxidantes.

Este comportamiento es consistente con lo reportado por Salinas, D. (11), quien en su estudio sobre semen porcino refrigerado con MR-A y MR-A Antiox en razas similares, identificó que el uso del diluyente MR-A sin antioxidantes se asoció con mayores alteraciones morfológicas espermáticas. En su grupo control (sin antioxidantes), los valores de morfología anormal fueron más altos, indicando que la refrigeración por sí sola, sin protección antioxidante, tiende a afectar negativamente la estructura espermática.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que han evaluado la calidad del semen porcino durante la refrigeración. Por ejemplo, un estudio sobre la viabilidad de semen porcino refrigerado con diluyente MRA encontró que la vitalidad y la motilidad espermática disminuyen ligeramente durante las primeras 48 horas de almacenamiento, pero se mantienen en niveles aceptables para su uso en inseminación artificial (47).

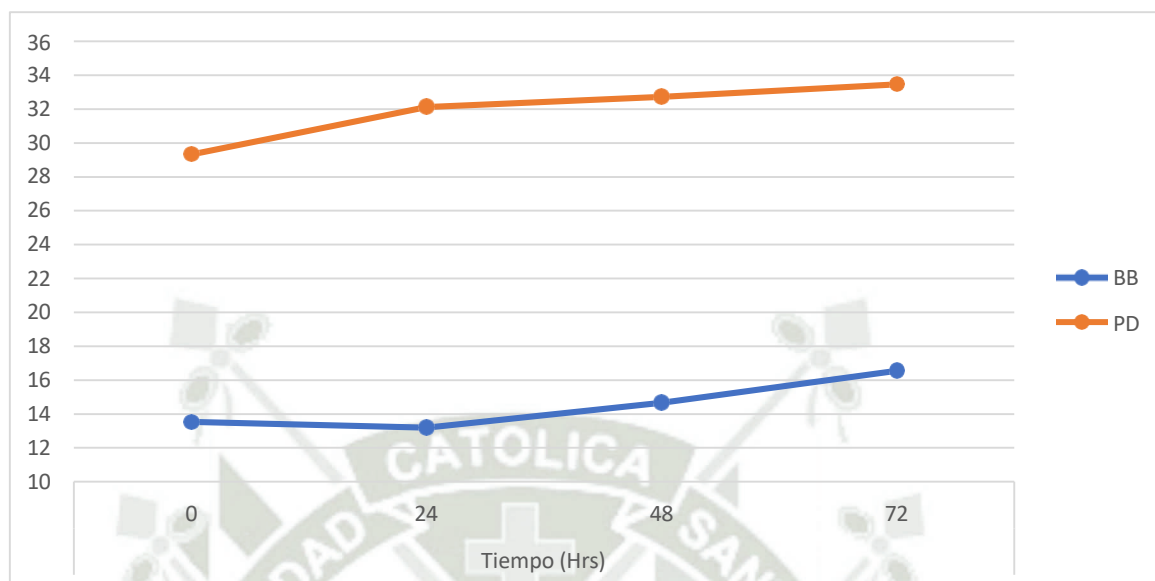
Tabla 20. Gotas distales (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Gotas distales	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	13,54	13,20	14,68	16,57	
Belga	Desv. Estándar	10,00	9,54	10,65	12,16	0.10
belga	Máximo	1,31	22,86	1,23	1,33	P=0.96
	Mínimo	26,76	1,33	24,90	29,70	
	Media	29,35	32,15	32,75	33,48	
Pietrain	Desviación	14,19	13,03	12,97	12,22	0.09
duroc	Máximo	15,20	15,34	16,50	18,00	P=0.96
	Mínimo	46,02	47,02	48,02	47,02	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 20 examina el porcentaje de gotas distales en el semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un análisis espermático asistido por computadora (CASA) sin la adición de antioxidantes. El análisis de varianza (ANOVA) revela que no hay diferencias significativas en los porcentajes de gotas distales a lo largo de los tiempos evaluados (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.96 para ambos híbridos. Esto sugiere que la refrigeración del semen no afecta de manera significativa el porcentaje de espermatozoides con gotas distales en ninguna de los dos híbridos.

En cuanto a las medias, expresadas en porcentajes, se observa que, en el híbrido Belga belga, las gotas distales comenzaron con un 13.5% y aumentaron ligeramente hasta un 16.6% al final del período de refrigeración. En el híbrido Pietrain Duroc, los porcentajes de gotas distales fueron más altos en general, comenzando en un 29.4% y aumentando a un 33.5% después de 72 horas. Aunque ambos grupos muestran una tendencia al incremento en las gotas distales con el tiempo, estos cambios son leves y no alcanzan significancia estadística, lo que sugiere que la refrigeración no tiene un impacto considerable en la proporción de gotas distales en el semen de ambos híbridos bajo las condiciones del estudio sin antioxidantes.

Figura 15. Gotas distales (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



Ambos híbridos mostraron una ligera tendencia al aumento en el porcentaje promedio de gotas distales con el paso del tiempo, siendo más pronunciado en el híbrido Pietrain Duroc. Sin embargo, la estabilidad de las desviaciones estándar y los valores de ANOVA no significativos sugieren que el tiempo de almacenamiento no tiene un impacto estadísticamente relevante en la proporción de gotas distales, al menos dentro de las 72 horas evaluadas. Siendo consistente con el resultado de Angulo, L (40) quien en su estudio determinó que no existe influencia del tiempo de conservación sobre el porcentaje de gotas distales.

Por otro lado, Salinas (11), en su estudio sobre semen porcino en condiciones experimentales de almacenamiento, también informó que las gotas citoplasmáticas no presentaron variaciones significativas durante periodos de refrigeración similares,

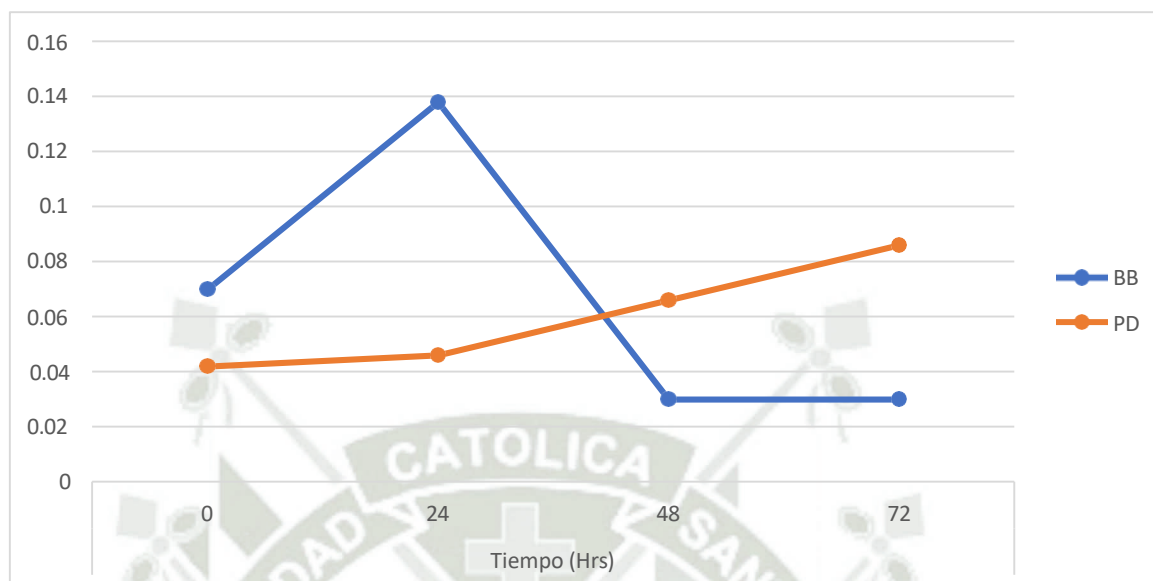
Tabla 21. Colas plegadas (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes sin antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Colas plegadas	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
Belga belga	Media	0,07	0,14	0,03	0,03	0.58 P=0.64
	Desv. Estándar	0,16	0,24	0,07	0,07	
	Máximo	0,00	0,55	0,00	0,00	
	Mínimo	0,35	0,00	0,15	0,15	
Pietrain duroc	Media	0,04	0,05	0,07	0,09	0.11 P=0.96
	Desv. Estándar	0,09	0,10	0,15	0,19	
	Máximo	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Mínimo	0,21	0,23	0,33	0,43	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 21 analiza el porcentaje de colas plegadas en el semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un sistema de análisis espermático asistido por computadora (CASA) sin la adición de antioxidantes. El análisis de varianza (ANOVA) realizado muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de colas plegadas a lo largo del tiempo (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.64 para Belga belga y 0.96 para Pietrain Duroc. Esto indica que el tiempo de almacenamiento bajo refrigeración no tiene un efecto notable sobre la incidencia de colas plegadas en ninguna de los híbridos estudiadas.

En términos de las medias, expresadas como porcentajes, el híbrido Belga belga presentó valores muy bajos de colas plegadas, comenzando con un 0.7% y disminuyendo a 0.3% al final del periodo de refrigeración. En el híbrido Pietrain Duroc, los porcentajes fueron igualmente bajos, comenzando en 0.4% y aumentando levemente a 0.9% después de 72 horas. Estos resultados muestran que, aunque hay ligeros cambios en los porcentajes de colas plegadas, estos son mínimos y no significativos, lo que sugiere que la refrigeración del semen no afecta significativamente la frecuencia de colas plegadas en estos híbridos, bajo las condiciones del estudio sin antioxidantes.

Figura 16. Colas plegadas (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



En ambos híbridos, Belga belga y Pietrain Duroc, se observa que las colas plegadas permanecieron en niveles bajos a lo largo del período de almacenamiento refrigerado. Los valores promedio varían de manera ligera entre los distintos momentos de evaluación, pero sin una tendencia clara hacia el aumento o la disminución significativa, lo que se respalda en los resultados del análisis de varianza, que no muestran diferencias significativas en ninguno de los casos ($P = 0.63$ para Belga belga y $P = 0.95$ para Pietrain Duroc).

4.4. Análisis la calidad espermática del semen porcino refrigerado según hibridismo con la adición de conservante con antioxidante en función al tiempo.

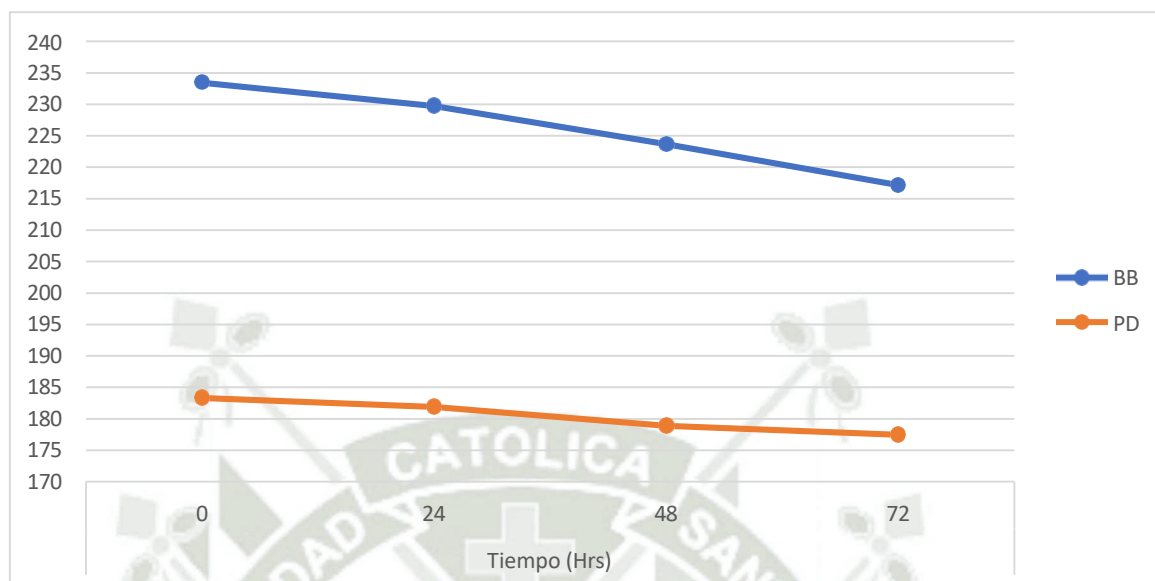
Tabla 22. Concentración espermática (M/ml) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Concentración	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
Belga belga	Media	233,48	229,78	223,69	217,20	0.48 P=0.69
	Desv. Estándar	25,84	20,57	22,37	25,84	
	Máximo	261,68	261,67	261,57	260,57	
	Mínimo	208,88	208,78	206,78	195,00	
Pietrain duroc	Media	183,38	181,96	178,95	177,53	0.00 P=1.00
	Desv. Estándar	68,48	66,58	61,93	60,49	
	Máximo	284,1	279,11	266,47	261,83	
	Mínimo	108,12	108,11	108,1	107,1	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 22 presenta la evaluación del número total de espermatozoides en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, con la adición de antioxidantes, utilizando un análisis espermático asistido por computadora (CASA). A través del análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no existen diferencias significativas en el número total de espermatozoides a lo largo de los diferentes tiempos de medición (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.69 para Belga belga y 1.00 para Pietrain Duroc. Esto sugiere que la refrigeración del semen, aun con antioxidantes, no afecta la cantidad total de espermatozoides en ninguna de los dos híbridos.

En términos de medias, expresadas en mililitros, el híbrido Belga belga muestra un número total de espermatozoides relativamente estable, comenzando con 22,302 millones/ml y aumentando ligeramente hasta 22,807 millones/ml después de 72 horas de refrigeración. Por otro lado, el híbrido Pietrain Duroc presenta un número total de espermatozoides ligeramente inferior, comenzando con 17,893 millones/ml y alcanzando 18,207 millones/ml al final del período de estudio. Estos resultados indican que, bajo las condiciones experimentales con la adición de antioxidantes, el número total de espermatozoides en el semen se mantiene relativamente constante durante el almacenamiento en ambos híbridos, sin variaciones significativas en mililitros.

Figura 17. Concentración espermática en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-AAntiox



La estabilidad de la concentración espermática durante el almacenamiento refrigerado con antioxidantes es consistente con estudios que sugieren que la adición de antioxidantes al diluyente puede mitigar el estrés oxidativo y preservar la calidad espermática durante la refrigeración. Por ejemplo, López, Y (54) ha evaluado el efecto de la presencia de antioxidantes en el diluyente de conservación sobre la calidad espermática y la oxidación lipídica del plasma seminal del semen refrigerado a 16°C durante 72 horas, encontrando que los antioxidantes pueden ayudar a mantener la integridad de la membrana plasmática y reducir la peroxidación lipídica.

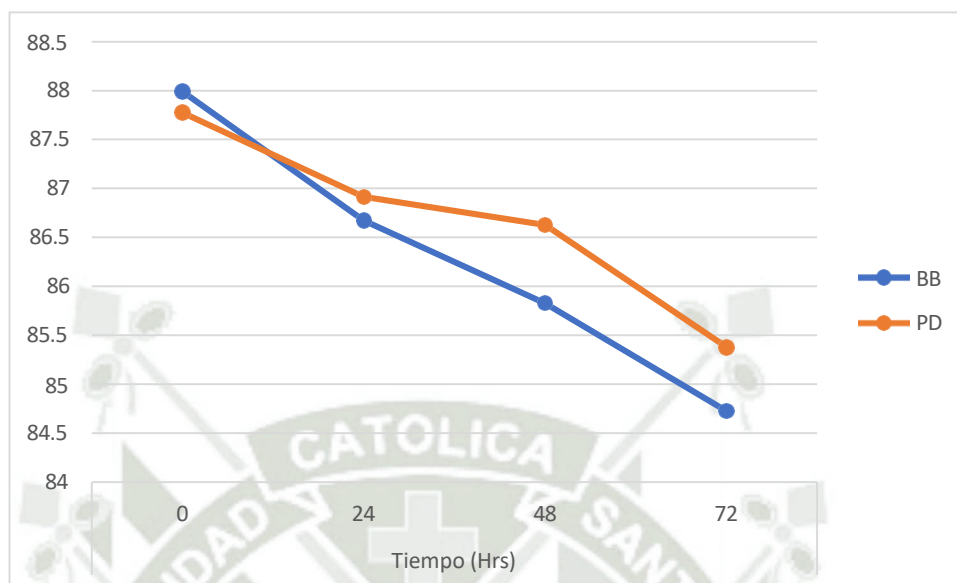
Tabla 23. Motilidad progresiva (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Motilidad progresiva	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	87,99	86,69	85,82	84,72	
Belga	Desviación	8,92	8,81	9,64	9,78	0.11
belga	Máximo	96,25	95,06	95,01	93,01	P=0.95
	Mínimo	75,39	74,08	71,77	69,66	
	Media	87,77	86,92	86,63	85,38	
Pietrain	Desviación	9,06	9,89	9,84	9,81	0.05
duroc	Máximo	95,49	94,04	93,94	92,52	P=0.98
	Mínimo	72,56	69,93	69,62	68,13	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 23 analiza la motilidad progresiva del semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, con la adición de antioxidantes, utilizando un análisis espermático asistido por computadora (CASA). El análisis de varianza (ANOVA) realizada muestra que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de motilidad progresiva a lo largo del tiempo (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.95 para Belga belga y de 0.98 para Pietrain Duroc. Esto indica que la adición de antioxidantes, junto con la refrigeración, no produce un impacto significativo en la motilidad progresiva del semen en ninguna de los dos híbridos.

Al observar las medias, expresadas en porcentajes, el híbrido Belga belga muestra una motilidad progresiva inicial del 87.9%, que disminuye ligeramente hasta un 84.7% después de 72 horas de refrigeración. En el híbrido Pietrain Duroc, la motilidad progresiva comienza con un 92.4% y se reduce a un 86.9% al final del período de almacenamiento. Aunque ambos híbridos experimentan una ligera disminución en la motilidad progresiva con el tiempo, estos cambios no son lo suficientemente significativos como para indicar un efecto relevante de la refrigeración o la adición de antioxidantes sobre la motilidad progresiva del semen.

Figura 18. Motilidad progresiva (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



Los resultados obtenidos indican que la motilidad progresiva del semen porcino refrigerado con la adición de conservantes y antioxidantes se mantiene relativamente estable durante un período de 72 horas en los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc. La ligera disminución observada no es estadísticamente significativa, lo que sugiere que el uso de antioxidantes en los diluyentes puede ser una estrategia efectiva para preservar la calidad espermática durante el almacenamiento en condiciones refrigeradas.

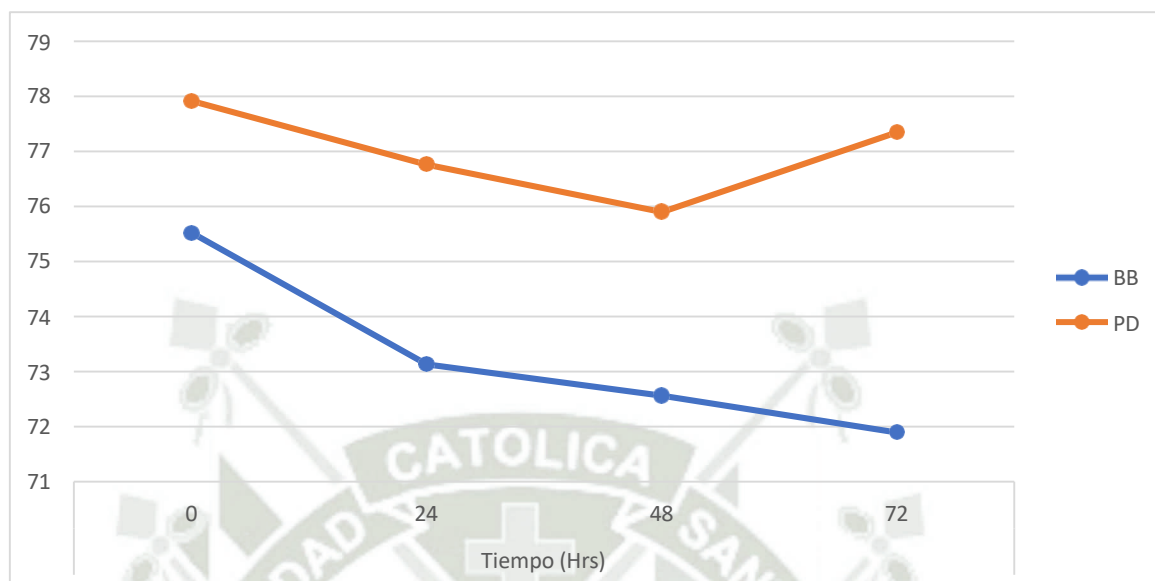
Tabla 24. Morfología normal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Morfología normal	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	75,53	73,14	72,57	71,90	
Belga	Desviación	3,42	1,87	2,26	2,67	1.82
belga	Máximo	80,68	76,35	76,34	76,33	P=0.18
	Mínimo	72,74	71,67	70,27	69,48	
	Media	77,92	76,77	75,91	77,35	
Pietrain	Desviación	4,32	5,94	7,69	4,04	0.11
duroc	Máximo	82,17	82,15	82,14	81,14	P=0.95
	Mínimo	71,99	67,21	62,71	71,00	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 24 examina la morfología normal espermática en el semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando el sistema de análisis espermático asistido por computadora (CASA) con la adición de antioxidantes. Según los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA), no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de morfología normal a lo largo del tiempo (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.18 para Belga belga y 0.95 para Pietrain Duroc. Esto sugiere que el uso de antioxidantes durante la refrigeración no altera de manera significativa el porcentaje de morfología normal de espermatozoides en ninguna de los dos híbridos.

En términos de los valores medios, expresados como porcentajes, el híbrido Belga belga mostró un porcentaje de morfología normal que varió ligeramente, comenzando en un 75.5% y descendiendo a un 71.9% al final del período de 72 horas. Por su parte, el híbrido Pietrain Duroc presentó valores ligeramente superiores, con un porcentaje que se mantuvo relativamente constante, fluctuando entre el 77.7% y el 77.5% durante todo el tiempo de estudio. Estos hallazgos indican que, a pesar de la presencia de antioxidantes, la morfología normal en los espermatozoides no experimenta cambios significativos con el tiempo de refrigeración, manteniéndose en niveles similares en ambos híbridos.

Figura 19. Morfología normal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que los porcentajes de morfología normal del semen porcino refrigerado con conservantes y antioxidantes se mantuvieron relativamente estables en ambos híbridos evaluados (Belga belga y Pietrain duroc) durante las 72 horas de almacenamiento. Aunque se observaron ligeras disminuciones a lo largo del tiempo, estas no fueron estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Los datos coinciden con lo reportado por Yeste et al. (55), quienes destacaron que la adición de antioxidantes como la vitamina E y el ácido úrico en diluyentes de semen porcino puede reducir el daño oxidativo a las membranas espermáticas y preservar la morfología normal durante el almacenamiento a bajas temperaturas. Este efecto se atribuye a la capacidad de los antioxidantes para neutralizar las especies reactivas de oxígeno (ROS), que son responsables del estrés oxidativo y de alteraciones estructurales en los espermatozoides (53).

Los resultados de este estudio también corroboran las observaciones de Breininger et al (56), quienes concluyeron que el uso de diluyentes suplementados con antioxidantes mejora la estabilidad estructural de los espermatozoides refrigerados y mantiene la calidad seminal durante períodos prolongados de almacenamiento.

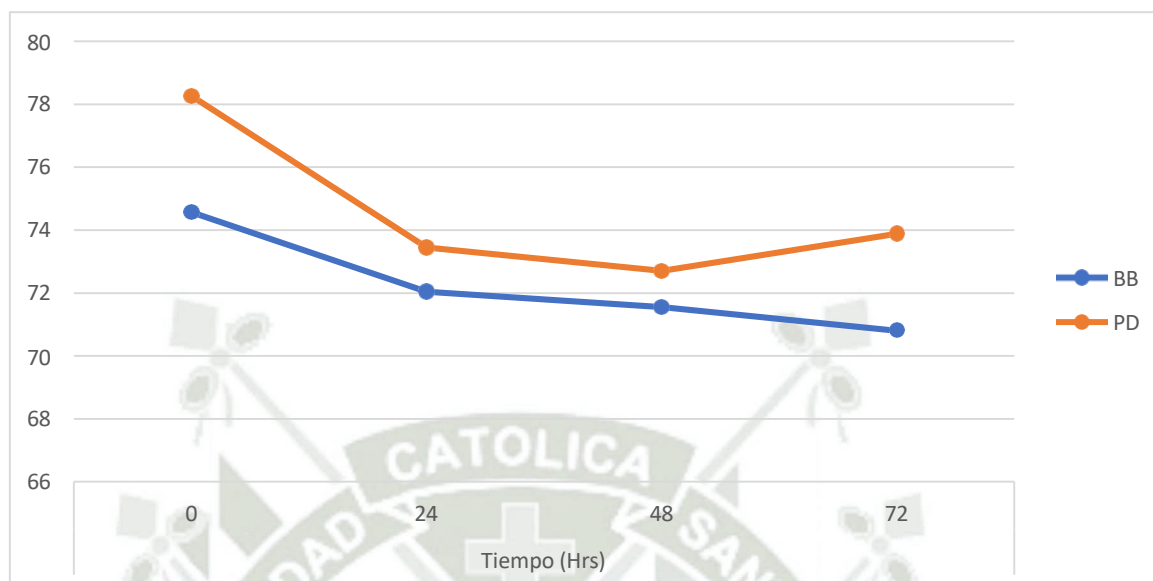
Tabla 25. Progresividad (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Progresividad	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
Belga belga	Media	74,57	72,05	71,56	70,81	0.11 P=0.95
	Desviación	12,12	10,61	10,89	10,94	
	Máximo	85,20	84,31	84,10	83,10	
	Mínimo	55,25	55,00	54,00	53,00	
Pietrain duroc	Media	78,27	73,45	72,71	73,89	0.33 P=0.79
	Desviación	6,54	10,46	11,02	9,36	
	Máximo	86,37	85,51	84,68	85,58	
	Mínimo	69,16	58,20	56,34	62,35	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 25 evalúa la progresividad espermática en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un sistema de análisis espermático asistido por computadora (CASA) con la adición de antioxidantes. El análisis de varianza (ANOVA) realizado indica que no se observaron diferencias significativas en los porcentajes de progresividad espermática a lo largo de los diferentes intervalos de tiempo (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.95 para Belga belga y 0.79 para Pietrain Duroc. Esto sugiere que la refrigeración del semen, incluso con antioxidantes, no tiene un efecto notable sobre la progresividad espermática en ambos híbridos.

En cuanto a los promedios, expresados como porcentajes, el híbrido Belga belga mostró una progresividad espermática inicial del 74.6%, que disminuyó ligeramente a 70.8% al cabo de 72 horas de refrigeración. Por otro lado, el híbrido Pietrain Duroc presentó una progresividad ligeramente superior, comenzando en 78.3% y reduciéndose a 73.7% al final del período de almacenamiento. A pesar de esta ligera reducción en ambos casos, las diferencias no son estadísticamente significativas, lo que indica que la adición de antioxidantes durante la refrigeración ayuda a mantener la progresividad espermática relativamente estable en ambos híbridos. Los resultados manifiestan que la progresividad espermática se mantiene constante y sin variaciones importantes a lo largo del tiempo en las condiciones experimentales con antioxidantes.

Figura 20. Progresividad (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



Los datos muestran que el uso de conservantes con antioxidantes permitió mantener niveles adecuados de progresividad espermática en ambos híbridos durante el período de almacenamiento refrigerado, con una ligera disminución dentro de rangos aceptables para inseminación artificial.

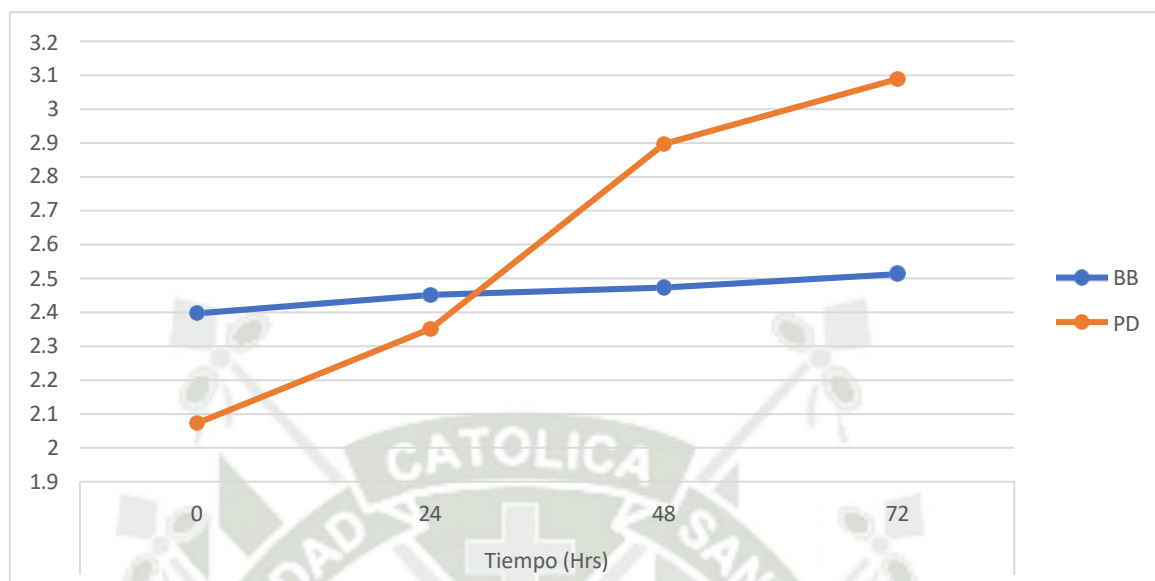
Tabla 26. Gota citoplasmática proximal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Gotas proximales	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	2,40	2,45	2,47	2,51	
Belga belga	Desviación	1,24	1,27	1,29	1,33	0.01
	Máximo	4,51	4,61	4,71	4,81	P=1.00
	Mínimo	1,39	1,63	1,65	1,55	
	Media	2,07	2,35	2,90	3,09	
Pietrain duroc	Desviación	1,05	0,67	0,73	0,92	1.52
	Máximo	3,05	3,06	3,75	4,40	P=0.25
	Mínimo	0,54	1,70	1,80	1,90	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 26 evalúa la presencia de gotas proximales en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un análisis espermático asistido por computadora (CASA) con la inclusión de antioxidantes. El análisis de varianza (ANOVA) realizado indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de gotas proximales a lo largo de los tiempos evaluados (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 1 para Belga belga y de 0.25 para Pietrain Duroc. Esto sugiere que el proceso de refrigeración, cuando se utiliza antioxidantes, no provoca cambios significativos en la incidencia de gotas proximales en los dos híbridos estudiados.

En términos de medias, expresadas como porcentajes, el híbrido Belga belga mostró un leve aumento en las gotas proximales, comenzando en un 36.3% y subiendo a 39.0% al final de las 72 horas. Por otro lado, en el híbrido Pietrain Duroc, el porcentaje inicial de gotas proximales fue más bajo, con un 17.3%, y aumentó a 28.1% después del período de almacenamiento. Aunque ambas Híbridos presentan un incremento en la presencia de gotas proximales con el tiempo, estas variaciones no alcanzan significancia estadística, lo que indica que la adición de antioxidantes durante la refrigeración ayuda a mantener bajo control el desarrollo de gotas proximales en el semen de ambos híbridos.

Figura 21. Gota citoplasmática proximal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



Los resultados indican una ligera tendencia al aumento de las gotas proximales en ambos híbridos a medida que avanzaba el tiempo de refrigeración. Sin embargo, ninguna de las diferencias observadas fue significativa en términos estadísticos, lo que sugiere que el tiempo de refrigeración no tuvo un impacto importante en la cantidad de gotas proximales, tanto para Belga Belga como para Pietrain Duroc.

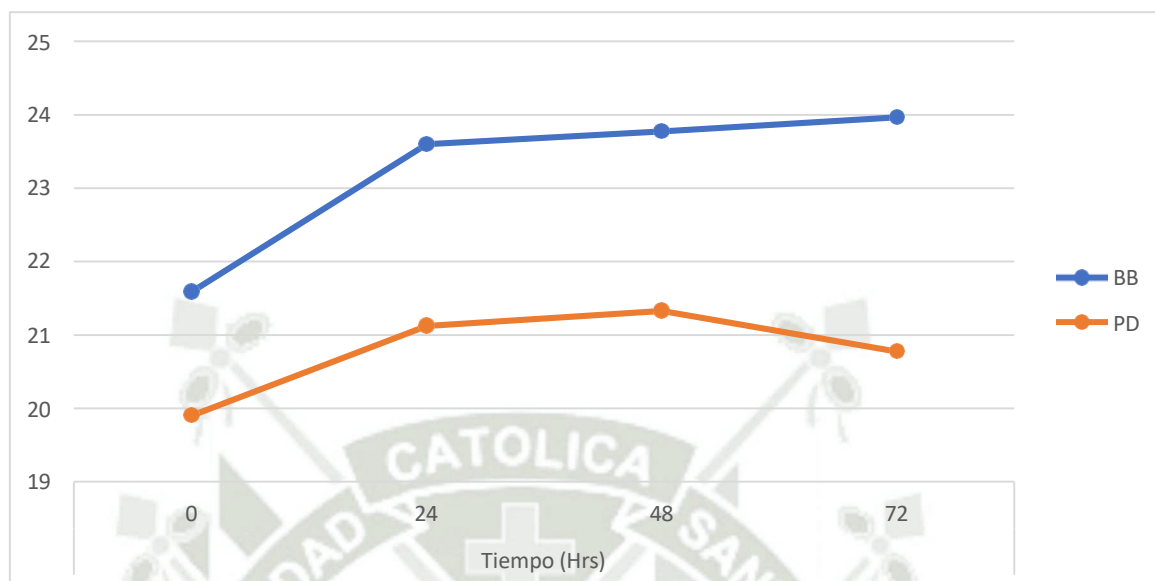
Tabla 27. Gota citoplasmática distal (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Gotas distales	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
Belga belga	Media	21,59	23,60	23,78	23,97	
	Desviación	2,44	2,07	2,40	2,67	1.06
	Máximo	24,51	26,34	27,32	28,03	P=0.39
	Mínimo	17,93	20,81	20,82	20,72	
Pietrain duroc	Media	19,91	21,13	21,33	20,78	
	Desviación	3,50	5,17	5,66	4,36	0.09
	Máximo	24,53	29,39	30,84	27,76	P=0.97
	Mínimo	16,23	16,33	16,34	16,44	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 27 examina el porcentaje de gotas distales en el semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un análisis espermático asistido por computadora (CASA) con la adición de antioxidantes. Según los resultados del análisis de varianza (ANOVA), no se observaron diferencias significativas en los porcentajes de gotas distales a lo largo de los diferentes intervalos de tiempo (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.39 para Belga belga y de 0.97 para Pietrain Duroc. Esto sugiere que la refrigeración del semen, incluso con la inclusión de antioxidantes, no tiene un efecto considerable sobre la proporción de gotas distales en los dos híbridos evaluados.

En cuanto a los valores medios, expresados en porcentajes, el híbrido Belga belga mostró un incremento ligero en el porcentaje de gotas distales, comenzando en 20.8% y aumentando a 23.6% después de 72 horas de refrigeración. Por otro lado, el híbrido Pietrain Duroc presentó un comportamiento similar, con un porcentaje inicial de 20.5% que descendió ligeramente a 20.1% al final del período de estudio. Aunque ambos grupos muestran una tendencia a cambios pequeños en los porcentajes de gotas distales, estas variaciones no son estadísticamente significativas. La adición de antioxidantes durante la refrigeración ayuda a mantener relativamente estables los porcentajes de gotas distales en ambos híbridos, sin indicios de efectos adversos significativos a lo largo del tiempo.

Figura 22. Gota citoplasmática distal (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



Los resultados indican una ausencia de efecto claro del tiempo de refrigeración en la cantidad de gotas citoplasmáticas distales en semen porcino, lo que podría estar relacionado con una eficiencia de los conservantes y antioxidantes utilizados que mantuvieron esta característica estable a lo largo del periodo de almacenamiento evaluado.

Por otro lado, Salinas (11), en su estudio sobre semen porcino en condiciones experimentales de almacenamiento, también informó que las gotas citoplasmáticas no presentaron variaciones significativas durante periodos de refrigeración similares.

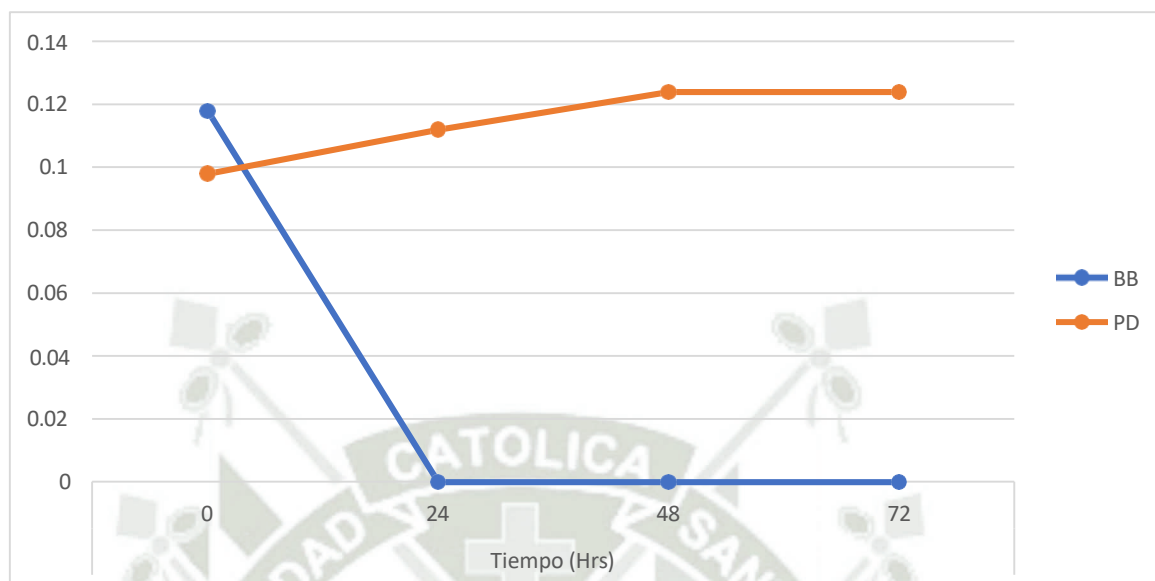
Tabla 28. Colas plegadas (%) de semen porcino refrigerado con la adición de conservantes con antioxidante, según hibridismo y en función al tiempo.

Híbrido	Colas plegadas	Tiempo				Anova
		0 horas	24 horas	48 horas	72 horas	
	Media	0,12	0,00	0,00	0,00	
Belga	Desviación	0,26	0,00	0,00	0,00	1.00
belga	Máximo	0,59	0,00	0,00	0,00	P=0.42
	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Media	0,10	0,11	0,12	0,12	
Pietrain	Desviación	0,22	0,25	0,28	0,28	0.01
duroc	Máximo	0,49	0,56	0,62	0,62	P=1.00
	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	
TAMAÑO		5	5	5	5	

La Tabla 28 presenta un análisis del porcentaje de colas plegadas en semen porcino refrigerado de los híbridos Belga belga y Pietrain Duroc, utilizando un sistema de análisis espermático asistido por computadora (CASA) con la adición de antioxidantes. El análisis de varianza (ANOVA) realizado muestra que no hay diferencias significativas en los porcentajes de colas plegadas a lo largo de los tiempos evaluados (0, 24, 48 y 72 horas), con un valor P de 0.42 para Belga belga y 1 para Pietrain Duroc. Esto indica que la refrigeración del semen, incluso en presencia de antioxidantes, no influye de manera significativa en la incidencia de colas plegadas en ninguna de los dos híbridos estudiadas.

En términos de los valores medios, expresados en porcentajes, el híbrido Belga belga mostró una disminución inicial, comenzando con un 1.2% de colas plegadas y reduciéndose a 0% al cabo de 24 horas, manteniéndose en 0% durante el resto del período de estudio. La Híbrido Pietrain Duroc, por su parte, comenzó con un 1.2% y también experimentó una ligera disminución, terminando en un 1.0% después de 72 horas de refrigeración. Estos resultados sugieren que, bajo las condiciones experimentales con la adición de antioxidantes, los porcentajes de colas plegadas permanecen extremadamente bajos y estables, sin variaciones significativas durante el almacenamiento, lo que refuerza la efectividad de los antioxidantes en mantener la calidad espermática durante la refrigeración.

Figura 23. Colas plegadas (%) en función al tiempo de semen porcino refrigerado con MR-A



Los resultados muestran que el tiempo de refrigeración (0, 24, 48 y 72 horas) no afectó significativamente la cantidad de colas plegadas en las Híbridos evaluadas. Los valores fueron consistentemente bajos durante todo el periodo de refrigeración en ambas Híbridos, lo que sugiere que la calidad del semen no se deterioró en términos de este parámetro específico al añadir los conservantes con antioxidantes.

Asimismo, Salinas (11) señaló en su investigación que, bajo condiciones experimentales de almacenamiento, el semen porcino no presentó cambios significativos en la presencia de colas plegadas durante periodos de refrigeración comparables.



5. Conclusiones

Primera: La evaluación del semen porcino refrigerado con la adición de conservante sin antioxidante reveló que no hubo diferencias significativas en la concentración espermática, motilidad progresiva, ni en la morfología normal a lo largo del tiempo de refrigeración (0, 24, 48 y 72 horas). Si bien se observó una ligera disminución en la progresividad espermática, sin embargo, no alcanzó significancia estadística. Las gotas citoplasmáticas proximales y distales aumentaron levemente, pero sin diferencias significativas, mientras que las colas plegadas se mantuvieron en valores bajos durante todo el período de evaluación.

Segunda: En las muestras de semen porcino refrigerado con la adición de conservante con antioxidantes, no se observaron diferencias significativas en los parámetros espermáticos como concentración espermática, motilidad progresiva, morfología normal, progresividad, gotas citoplasmáticas proximales y distales, ni colas plegadas durante el periodo de refrigeración.

Tercera: Al analizar la calidad espermática del semen porcino refrigerado según el hibridismo con la adición de conservante sin antioxidante, se observó que el híbrido Pietrain Duroc presentó una mayor concentración espermática, motilidad y morfología normal en comparación con el híbrido Belga Belga. No se encontraron diferencias significativas en la progresividad espermática, pero sí una mayor presencia de gotas citoplasmáticas proximales y distales en el Pietrain Duroc. Los resultados sugieren que el hibridismo influye en la calidad espermática del semen refrigerado, aunque el tiempo de refrigeración no mostró un impacto significativo en los parámetros analizados.

Cuarta: El análisis del semen porcino refrigerado con conservante con antioxidante, según el hibridismo, mostró que el híbrido Pietrain Duroc presentó una mayor concentración espermática y morfología normal en comparación con el híbrido Belga Belga, aunque no se encontraron diferencias significativas en otros parámetros como motilidad progresiva y gotas citoplasmáticas. Los parámetros permanecieron estables durante el tiempo de refrigeración (0, 24, 48 y 72 horas), indicando que el uso de antioxidantes no afectó negativamente la calidad espermática, y que la influencia del hibridismo sobre la calidad del semen se mantuvo constante a lo largo del periodo de refrigeración.



6. Recomendaciones

- Se recomienda evaluar el uso de diferentes tipos de conservantes con antioxidantes para mejorar la preservación de la calidad espermática en semen porcino refrigerado.
- Dado que se observó una diferencia significativa en la calidad espermática según el hibridismo, se recomienda considerar el hibridismo como un factor relevante al seleccionar sementales para la producción de semen.
- Es recomendable mantener un control riguroso en la colección y descanso de los verracos, garantizando que no estén sometidos a estrés o fatiga. Además, es importante mantener una correcta higiene al momento de la colección y procesamiento del semen, para evitar contaminaciones que puedan afectar los parámetros espermáticos.
- Se recomienda controlar estrictamente las condiciones de refrigeración del semen. Una vez que el semen es extraído de la conservadora y utilizado, no debe volver a la conservación, ya que cualquier cambio físico o mecánico en el semen durante este proceso puede generar diferencias significativas en la calidad y los resultados de las evaluaciones.
- Realizar estudios comparativos entre conservantes con y sin antioxidantes para evaluar posibles diferencias en la preservación de la motilidad progresiva y la morfología normal espermática durante la refrigeración, especialmente en el semen de híbridos menos resistentes.
- Se recomienda realizar investigaciones adicionales sobre el uso de antioxidantes en la preservación de semen porcino refrigerado, para evaluar su eficacia a largo plazo en la preservación de parámetros seminales como la motilidad progresiva y la morfología normal.



7. Referencias

1. Manafi M. Artificial Insemination in Farm Animals Manafi M, editor. Iran: Intech; 2011.
2. Vega M. Panamafertility. [Online].; 2014 [cited 2024 Febrero 18. Available from: <https://www.panamafertility.com/es-pa/blog/cronograma-inseminacion-artificial>.
3. CIAP. Centro de información de actividades porcinas. [Online].; 2018 [cited 2024 Febrero 20. Available from: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/recoleccion-del-semen-de-cerdo.pdf>.
4. Secundino V. El Sitio Porcino. [Online].; 2015 [cited 2024 Marzo 5. Available from: <https://www.elsitioporcino.com/articles/2620/crece-la-coleccian-procesamiento-y-utilizacian-de-semen-porcino-fresco-en-los-proyectos-porcinos-2/>.
5. MAGAPOR. Magapor. [Online].; 2021 [cited 2024 Marzo 6. Available from: <https://magapor.com/productos/extraccion-semen-porcino/potro-autocollect/>.
6. González K. La Porcicultura. [Online].; 2018 [cited 2024 Marzo 7. Available from: <https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/inseminacion-artificial-cerdos/>.
7. Molla B, Yar A, Raza S, Bang S, Fang X, Yoon K, et al. Semen evaluation: methodological advancements in sperm quality-specific fertility assessment — A review. *Animal Bioscience*. 2021 Abril; 34(8).
8. Jung M, Rüdiger K, Schulze M. In Vitro Measures for Assessing Boar Semen Fertility. *Reprod Domest Anim*. 2015 Julio; 50(2).
9. Veloz D. Evaluación de la calidad espermática de reproductores bovinos mediante el uso de sistemas de evaluación seminal convencional y sistema CASA (análisis seminal asistido por computadora) y su respuesta con la fertilidad por inseminación artificial. Tesis. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2017.
10. Muiño R. Evaluación de la motilidad y viabilidad del semen bovino mediante el uso de sistemas CASA y citometría de flujo: identificación de subpoblaciones espermáticas. Tesis. Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de patología animal.

11. Salinas D. Evaluación de la Calidad y vida Util en semen porcino bajo efecto de dos diluyentes: MR-A, y MR-A Antiox, en semen fresco refrigerado de las razas Pietrain, Duroc, Belga, Landrace y Large White. Arequipa-Rio Seco.. Tesis. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2021.
12. Rodríguez H. Asociación de veterinarios de porcinos de Aragón. [Online].; 2015 [cited 2024 Febrero 18. Available from: <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/21.pdf>.
13. KUBUS Especialistas en Reproducción Animal. KUBUS. [Online].; 2020 [cited 2024 Febrero 27. Available from: https://kubus-sa.com/wp-content/uploads/2020/11/FT20_MRA_ES.pdf.
14. López A, Crespo I, Lucas X. Analysis of semen pH and its relationship with reproductive parameters in swine.. Journal of Animal Science. 2019; 10(97).
15. Singh A, Kumar A, Bisla A. Computer-assisted sperm analysis (CASA) in veterinary science: A review. The Indian Journal of Animal Sciences. 2021 Junio; 91(6).
16. Verstegen J, Iguer-Ouada M, Onclin K. Computer assisted semen analysers in andrology research and veterinary practice. Theriogenology. 2002 Enero; 57(1).
17. Abaigar T, Holt WHR. Sperm subpopulations in boar (Susscrofa) and gazelle (Gazella dama mhorr) semen as revealed by pattern analysis of computer-assisted motility assessments. Biology and Reproduction. 1999; 60(1).
18. Rothmann S, Bort A. Encyclopedia of Reproduction. In Skinner M. Sperm Morphology.: Elsevier; 2018. p. 85-95.
19. Gonzalez R. Scribd. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 19. Available from: <https://es.scribd.com/document/449237681/SUINOTECNIA-2>.
20. Le C. 3tres3. [Online].; 2006 [cited 2024 Febrero 21. Available from: https://www.3tres3.com/articulos/el-recuento-de-espermatozoides_4031/.

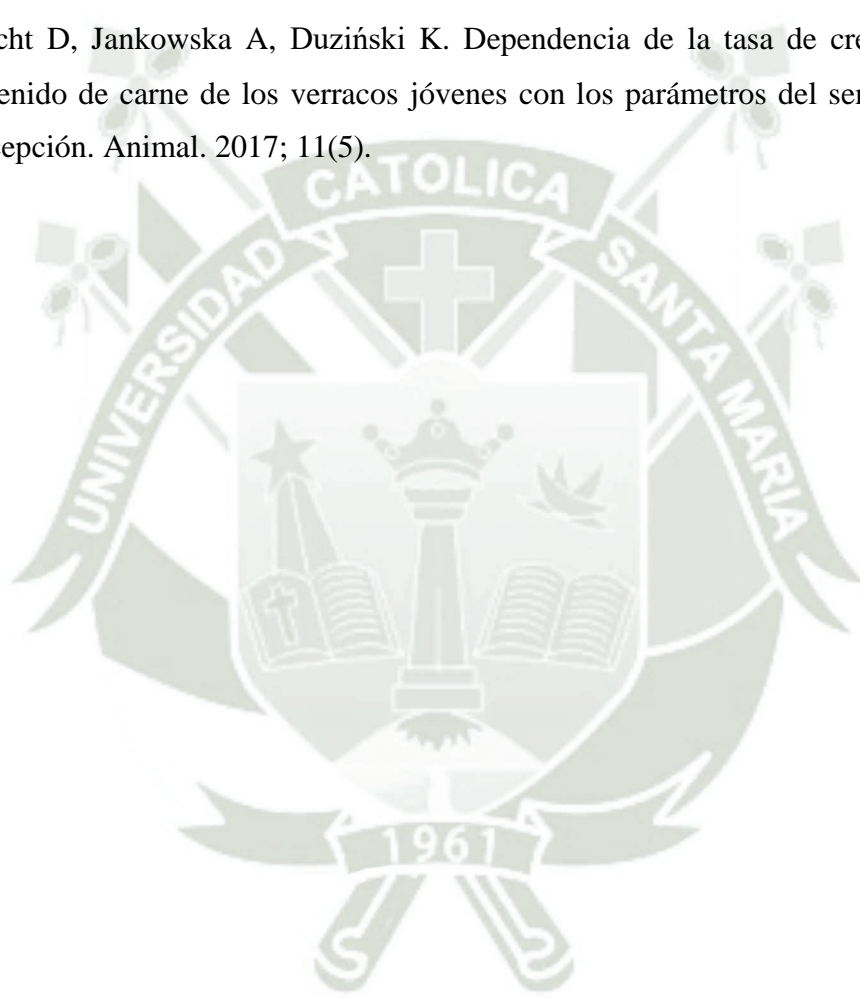
21. MediaLab. LabCE. [Online]. [cited 2024 Febrero 21. Available from: https://www.labce.com/spg62843_preparing_semen_smears_for_evaluation_of_sperm_mor.aspx.
22. Thurston L, Watson P, Holt W. Sources of variation in the morphological characteristics of sperm subpopulations assessed objectively by a novel automated sperm morphology analysis system. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1999; 117(1).
23. Ciudad C. MAPA. [Online].; 1984 [cited 2024 Marzo 11. Available from: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_05.pdf.
24. Labolan. Labolan. [Online].; 2022 [cited 2024 Marzo 8. Available from: <https://www.labolan.es/es/producto/burker-doble-con-pinzas-lineas-oscuras--81012mf.html>.
25. Koziol J. Texas Digital Library. [Online].; 2021 [cited 2024 Marzo 14. Available from: <https://bovine-ojs-tamu.tdl.org/AABP/article/view/8286/8170>.
26. Bustios C. Efecto del Dilutor, Raza y Tiempo de Conservación sobre la Calidad Seminal y Funcional del Semen Porcino Conservado. Arequipa 2012. Tesis. Arequipa: Universidad Católica de Santa María , Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas ; 2012.
27. Brufman A. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. [Online].; 2020 [cited 2024 Marzo 16. Available from: https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/224355/mod_resource/content/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20semen%202020.pdf.
28. Palma A. Estudio de la integridad funcional de la membrana plasmática del espermatozoide humano (hos-test) y su aplicación clínica como parámetro de calidad espermática. Tesis. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Bioquímica y Biología Molecular; 1989.
- 29 Holt C, Holt W, Moore H, Reed H, Curnock R. Objectively measured boar sperm motility parameters correlate with the outcomes of on-farm inseminations: Results of two fertility trials. *Journal of Andrology*. 1997 Febrero; 18(4).

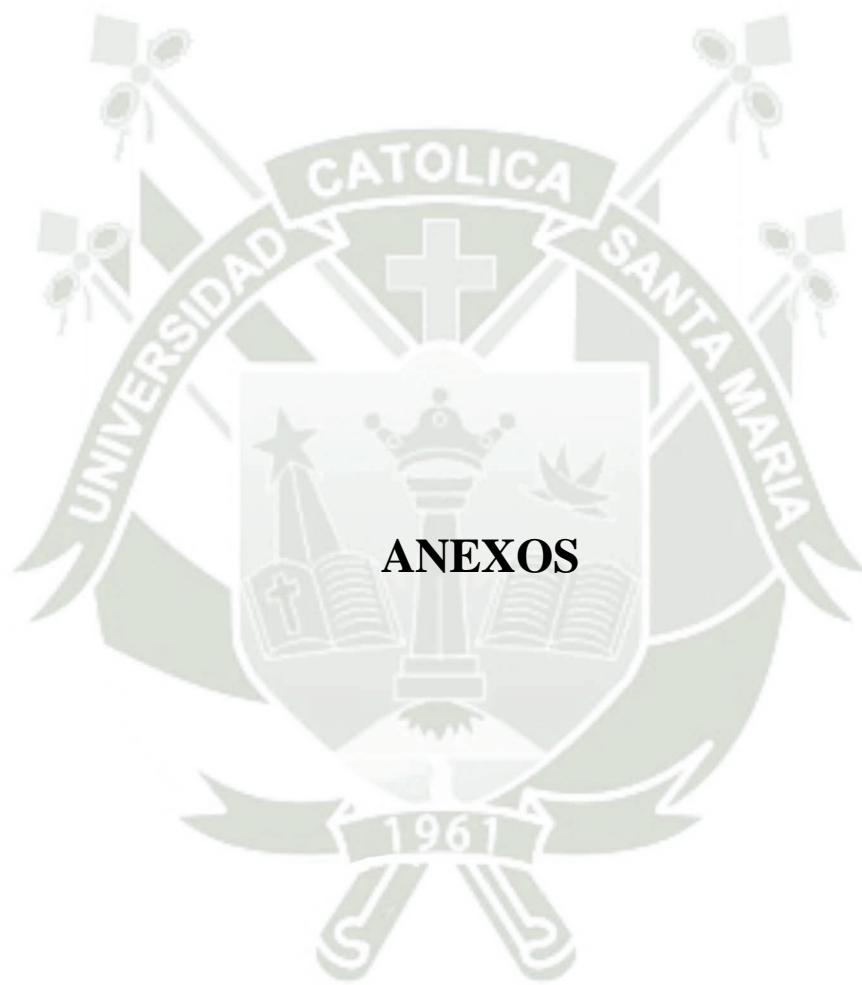
- 30 Peña F, Johannisson A, Wallgren M, Rodríguez-Martínez H. Assessment of fresh and frozen-thawed boar semen using an Annexin-V assay: a new method of evaluating sperm membrane integrity. *Theriogenology*. 2003 Agosto; 60(1).
- 31 Saravia F, Wallgren M, Nagy S, Johannisson A, Rodríguez-Martínez H. Deep freezing of concentrated boar semen for intrauterine insemination: effects on sperm viability. *Theriogenology*. 2004 Marzo; 63(5).
- 32 Sunder M, Leslie S. Semen Analysis Sunder M, Leslie S, editors. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2022.
- 33 Jurado A, Soria P, Arenas M, Alonso C, Rodríguez V, Josefa A, et al. Minimizing sperm oxidative stress using nanotechnology for breeding programs in rams. *J Anim Sci Biotechnol.* 2023 Agosto; 14(106).
- 34 Pallares E. *Climatica*. [Online].; 2023 [cited 2024 Marzo 19. Available from: <https://climatica.coop/insecticidas-reduce-calidad-esperma/>.
- 35 Valverde A, Barquero V, Soler C. The application of computer-assisted semen analysis (CASA) technology to optimise semen evaluation. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2020 Setiembre; 29(1).
- 36 de Monserrat J. *Sociedad Española de Medicina de Laboratorio*. [Online].; 2017 [cited 2024 Abril 2. Available from: https://www.seqc.es/download/tema/14/4437/6279335/3122415/cms/tema-8-casa-analisis-de-semen-automatizado_aplicabilidad-y-tendencias-de-futuro.pdf/.
- 37 Bustani G, Hasan F. Semen extenders: An evaluative overview of preservative mechanisms of semen and semen extenders. *Vet World*. 2021 Mayo; 14(5).
- 38 KUBUS. *Kompass*. [Online].; 2021 [cited 2024 Marzo 28. Available from: <https://es.kompass.com/p/kubus-lab/es1060849/mr-a-diluyente-de-semen-para-verraco-de-larga-duracion-long/c8b692bc-f426-40c8-87b4-53c19e3a25ad/>.
- 39 KUBUS. *KUBUS*. [Online].; 2023 [cited 2024 Marzo 29. Available from: <https://www.kubus-sa.com/producto/diluyente-mr-a-antiox/>.

40. Angulo L. Evaluación de termorresistencia de semen comercial porcino mediante Análisis Espermático Asistido por Computadora - CASA (Computer Assisted Sperm Analysis). Tesis. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas; 2022.
41. Rugel C. Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos comerciales en el cantón Marcabelí, provincia de el Oro. Tesis. Loja: Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Natural ; 2021.
42. Escobar H. Evaluación de calidad espermática en cerdos, razas, Landrace, Landrace Belga, línea Camborough 29, en una granja, distrito Sullana - Piura 2016. Tesis. Piura: Universidad Alas Peruanas, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2016.
43. Carrasco A, Toapanta O, Miranda E, Silva P. Evaluación de tres diluyentes incorporados en el semen de porcinos. Polo del Conocimiento. 2023 Noviembre; 8(11).
44. Valverde A, Madrigal M, Camacho M, Zambrana A, López L. Efecto de la composición racial sobre la calidad espermática de verracos. Agronomía Mesoamericana. 2018 Mayo; 29(3).
45. del Valle A. Evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos. REDVET. 2017 Octubre; 18(10).
46. Stanisław K, Wysokińska A, Huszno M. Comparative analysis of Duroc and Pietrain boar sperm morphology. Acta Veterinaria Brno. 2012 Setiembre; 81(2).
47. Rugeles C, Caicedo R, Almentero C, Linares J, Vergara O. Viabilidad de semen porcino refrigerado con diluyente MRA®. Revista Cient. 2013 Junio; 13(3).
48. Knecht D, Jankowska A, Duziński K. The dependence of the growth rate and meat content of young boars on semen parameters and conception rate. Animal. 2017; 11(5).
49. Páginas amarillas Latinoamérica. Páginas amarillas. [Online].; 2024 [cited 2024 Marzo 25]. Available from: <https://www.paginasamarillas.com.pe/empresas/los-10-chanchitos-sac/arequipa-290760>.

50. Cámara Nacional Forestal. Cámara Nacional Forestal. [Online].; 2016 [cited 2024 Marzo 25]. Available from: <https://www.cnf.org.pe/Cartilla/AREQUIPA/Arequipa.html>.
51. Rugeles C, Caicedo R, Almentero C, Linares J, Vergara O. Viabilidad de semen porcino refrigerado con diluyente MRA®. *Revista Científica*. 2013 Junio; 13(3).
52. Estupiñan J, Palacios M. Evaluación de la calidad de semen refrigerado bajo el efecto de dos diluyentes en la granja porcícola Villa Alejandra. Tesis. Málaga: Universidad Industrial de Santander, Programa de Zootecnia; 2016.
53. Gadea J, García-Vazquez F, Matás C, Gardón J, Cánovas S, Gumbao D. Cooling and Freezing of Boar Spermatozoa: Supplementation of the Freezing Media With Reduced Glutathione Preserves Sperm Function. *Journal of Andrology*. 2013 Agosto; 78(1).
54. López Y. Efecto de la presencia de antioxidantes en el diluyente de refrigeración sobre la calidad seminal y la oxidación lipídica del plasma seminal en conejo. Trabajo Fin de Máster. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ciencia Animal; 2017.
55. Yeste M, Estrada E, Pinart E. Protective effects of antioxidants on sperm quality during liquid storage. *Theriogenology*. 2017; 87(1).
56. Breininger E, Beorlegui N, O'Flaherty C, Beconi M. Alpha-tocopherol improves biochemical and dynamic parameters in cryopreserved boar semen. *Theriogenology*. 2005 Mayo; 63(8).
- 57 Google. Googlemaps. [Online].; 2020 [cited 2024 Febrero 26]. Available from: <https://maps.app.goo.gl/pEokiYzCyndLW4nU9>.
- 58 KUBUS Especialistas en Reproducción Animal. KUBUS. [Online].; 2023 [cited 2024 Febrero 26]. Available from: https://www.kubus-sa.com/wp-content/uploads/2023/10/FT20_MRA_Antiox_ES.pdf.
- 59 Bonilla C, Ballesteros R. Evaluación de la capacidad fecundante del semen canino. Tesis. Bogotá: Universidad de La Salle , Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2007.

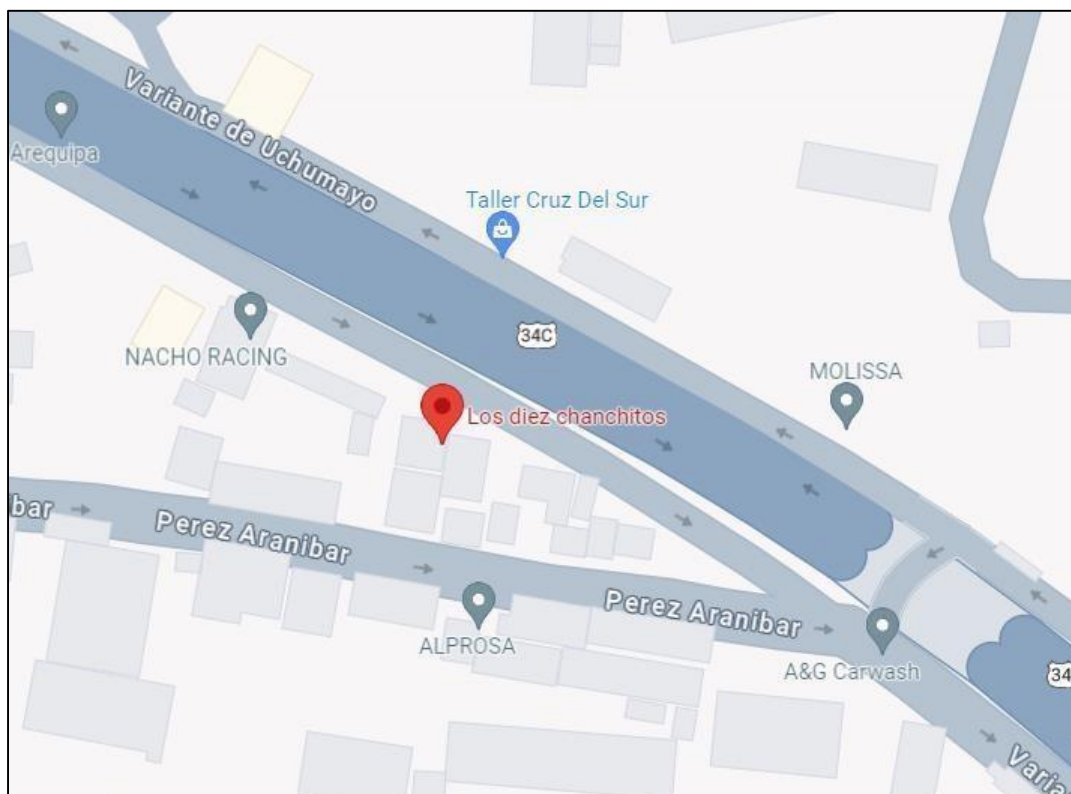
- 60 Luján L. Calidad Espermática de sementales porcinos según líneas genéticas. Trabajo Final Integrador. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Veterinarias; 2024.
- 61 Almaguer Y, Font H, Rosell R, Quirino C, Montes I. Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 2015; 16(5).
- 62 Knecht D, Jankowska A, Duziński K. Dependencia de la tasa de crecimiento y del contenido de carne de los verracos jóvenes con los parámetros del semen y la tasa de concepción. Animal. 2017; 11(5).





Anexo 01. Ubicación del Laboratorio

Av. Augusto Pérez Aranibar Nro. 109 (Frente a ALPROSA). Sachaca – Arequipa –Arequipa



Fuente: Google maps (57).

Anexo 02. Ficha técnica Instrucciones Diluyente MR-A Antiox

KUBUS

MR-A Antiox
NUESTRO DILUYENTE
DE SEMEN DE
VERRACO CON LA
MAYOR
PROTECCIÓN

REF: 0050

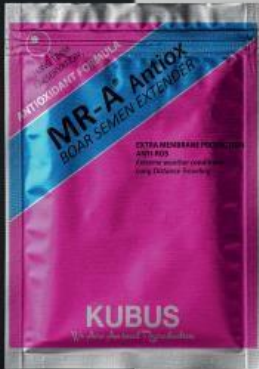
¿Qué es?
MR-A Antiox es un diluyente de larga duración especialmente diseñado para proteger a los espermatozoides de los procesos oxidativos. MR-A Antiox amortigua el efecto de factores externos como las variaciones de pH y temperatura, protegiendo al semen durante su procesado, transporte y almacenamiento.

¿Qué contiene?
MR-A Antiox contiene una cuidada selección de antioxidantes de alta calidad que neutralizan los radicales libres generados de manera natural por los espermatozoides.

¿Cómo actúa?
MR-A Antiox actúa protegiendo:
- La funcionalidad y estructura de las membranas, lo que minimiza los problemas de aglutinación.
- Las características funcionales de las mitocondrias, asegurando una correcta producción de energía.
- La estabilidad del material genético espermático, previniendo la fragmentación del ADN.

¿Cuándo usarlo?
El uso de MR-A Antiox está indicado siempre que se desee un extra de protección y está especialmente recomendado en transportes de media y larga distancia y, cuando no se puede asegurar una conservación a temperatura óptima.

MR-A Antiox, para los que quieren la máxima seguridad



MODO DE EMPLEO
Diluir el producto en agua purificada siguiendo las instrucciones del envase. Puede ser usado inmediatamente tras la dilución, no es necesario un periodo de estabilización.

ALMACENAMIENTO
Almacenar en un lugar fresco (5-25°C), seco (humedad relativa < 75%) protegido de la luz solar.

PRESENTACIÓN
Envases para preparar 1, 5, 25, 50 or 100 L de diluyente.

CALIDAD KUBUS
A todos los lotes de diluyentes fabricados en Kubus se les realiza un completo control de calidad, que incluye parámetros químicos, controles biológicos y microbiológicos

CONTÁCTANOS
www.kubus-sa.com
kubus@kubus-sa.com
 +34 91 636 02 68

Fuente: KUBUS (58)

Anexo 03. Ficha Técnica Instrucciones Diluyente MR- A



KUBUS

MR-A
DILUYENTE DE
LARGA
CONSERVACIÓN
DE SEMEN PORCINO

REF: 0001



Diluyente de larga duración
MR-A es un diluyente de larga duración que protege la integridad de la célula espermática tras el proceso de dilución.

Mejora de resultados
MR-A mejora ampliamente los resultados de fertilidad y prolificidad desde el primer día de conservación, respecto a los diluyentes económicos de corta y media conservación.

MR-A se caracteriza por:

- La presencia de buffers de alta calidad en su composición, que ejercen un mayor control sobre las oscilaciones de pH durante la conservación de las dosis seminales
- Disminuir la precipitación de proteínas, favoreciendo el equilibrio en el metabolismo celular y el control de la aglutinación.
- Controlar de manera óptima el crecimiento bacteriano durante la conservación del semen, debido a la presencia de sustancias anti-microbianas de amplio espectro.

¡MR-A, el diluyente de confianza para miles de ganaderos!

MODO DE EMPLEO
Diluir el producto en agua purificada siguiendo las instrucciones del envase. Puede ser usado inmediatamente tras la dilución, no es necesario un periodo de estabilización.

ALMACENAMIENTO
Almacenar en un lugar fresco (5-25°C), seco (humedad relativa <75%) protegido de la luz solar.

PRESENTACIÓN
Envases para preparar 1, 5, 25, 50 or 100 L de diluyente.

CALIDAD KUBUS
A todos los lotes de diluyentes fabricados en Kubus se les realiza un completo control de calidad, que incluye parámetros químicos, controles biológicos y microbiológicos

CONTÁCTANOS

 www.kubus-sa.com
 kubus@kubus-sa.com
 +34 91 636 02 68

Fuente: KUBUS (13)

Anexo 04. Ficha de obtención de datos

FICHA DE CONTROL				
FECHA:				
IDENTIFICACION DEL ANIMAL				
NOMBRE:		TERMINADOR:		
EDAD:		DILUTOR:		
EVALUACION SEMINAL				
PARAMETRO	TIEMPO			
	0 HORAS	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS
MOTILIDAD (%)				
MORFOLOGIA (% por categoría)				
CONCENTRACION (espermatozoides por ml)				

Anexo 05. Secuencia fotográfica

Figura 24. Colecta de semen del híbrido Belga Belga



Figura 25. Colecta de semen del híbrido Pietrian Duroc



Figura 26. Toma de temperatura



Figura 27. Llenado del recipiente con agua desionizada



Figura 28. Medición de la cantidad de agua desionizada a utilizar



Figura 29. Temperado del agua desionizada



Figura 30. Agregando Diluyente MRA-Antiox



Figura 31. Reserva de colecta para el estudio en días posteriores



Anexo 06. Matriz de datos

N°	MR-A	BELGA BELGA				PIETRAIN DUROC			
		0	24	48	72	0	24	48	72
COLECTA 1	Concentración	293,41	297,72	291,61	288,62	158,21	142,13	134,09	139,09
	Motilidad	74,97	71,86	68,09	69,85	93,97	92,46	99,17	86,76
	Morfología normal	68,5	65,01	63,48	60,90	83,98	73,4	69,69	72,89
	Progresividad	67,99	62,13	60,88	58,29	84,67	86,11	78,11	60,68
	Gota proximal	4,39	4,44	5,61	6,59	0,82	1,5	1,66	2,45
	Gota distal	26,76	22,86	24,9	26,51	15,2	24,09	25,96	27,11
	Colas plegadas	0,35	0,55	0	0	0	0	0	0
COLECTA 2	Concentración	201,45	200,5	245,03	242,89	201,95	200,5	245,03	242,89
	Motilidad	95,22	94,27	87,84	86,7	95,22	94,27	87,84	86,7
	Morfología normal	83,69	73,47	72	71,6	83,69	73,47	72	71,6
	Progresividad	80,1	79,63	76,84	74,76	80,11	79,63	76,84	74,76
	Gota proximal	1,07	1,08	2,77	2,97	1,07	1,08	2,77	2,97
	Gota distal	15,24	15,34	16,5	18	15,24	15,34	16,5	18
	Colas plegadas	0	0	0	0	0	0	0	0
COLECTA 3	Concentración	223,74	233,74	231,63	229,73	419,78	409,78	399,78	387,78
	Motilidad	93,53	90,57	90	89,28	95,56	92,56	91,56	90,56
	Morfología normal	79,64	89,07	85,86	88,33	65,15	55,15	54,15	53,15
	Progresividad	74,96	69,32	65,18	67,49	80,57	70,57	69,57	68,57
	Gota proximal	2,28	3,65	4,71	4,97	5,25	6,25	5,25	6,25
	Gota distal	18,08	21,14	24,44	29,7	29,61	31,61	29,61	30,61
	Colas plegadas	0	0,14	0,15	0,15	0	0	0	0
COLECTA 4	Concentración	229,35	219,35	208,35	202,35	340,9	339,9	340,9	339,9
	Motilidad	79,83	78,83	77,83	76,83	91,13	90,13	89,13	88,13
	Morfología normal	98,69	97,69	95,69	94,69	50,28	49,28	48,27	47,28
	Progresividad	57,46	56,46	55,46	54,46	74,2	73,2	72,2	71,2
	Gota proximal	0	0	0	0	3,69	4,69	4,59	4,69
	Gota distal	1,31	1,33	1,23	1,33	46,02	47,02	48,02	47,02
	Colas plegadas	0	0	0	0	0	0	0	0
COLECTA 5	Concentración	111,63	101,63	100,63	100,63	383,77	382,77	381,77	379,77
	Motilidad	84,36	83,36	82,36	81,36	88,26	86,26	85,26	84,26
	Morfología normal	93,68	92,68	91,68	90,68	56,27	55,27	54,27	53,27
	Progresividad	77,08	76,08	75,08	76,08	63,19	62,19	61,19	60,19
	Gota proximal	0	0	0	0	2,84	3,84	3,94	4,94
	Gota distal	6,32	5,32	6,32	7,32	40,67	42,67	43,67	44,67
	Colas plegadas	0	0	0	0	0,21	0,23	0,33	0,43

N°	MR-A ANTIOX	BELGA BELGA				PIETRAIN DUROC			
		0	24	48	72	0	24	48	72
COLECTA 1	Concentración	215,13	214,67	207,3	202,38	284,1	279,11	266,47	261,83
	Motilidad	75,39	74,08	71,77	69,66	72,56	69,93	69,62	68,13
	Morfología normal	73,77	71,67	70,27	69,48	71,99	67,21	62,71	71
	Progresividad	75,39	74,33	73,47	72,9	81,28	58,2	56,34	62,35
	Gota proximal	1,95	1,82	1,68	1,77	2,99	3,04	3,75	4,4
	Gota distal	21,86	23,33	23,2	23,54	24,53	29,39	30,84	27,76
	Colas plegadas	0,59	0	0	0	0,49	0,56	0,62	0,62
COLECTA 2	Concentración	249,34	229,37	220,39	195	187,67	186,67	185,26	184,8
	Motilidad	96,25	92,44	91,57	90,24	95,49	94,04	93,94	89,48
	Morfología normal	80,68	72,04	71,81	70,28	81,55	80,6	79,9	80,15
	Progresividad	85,2	74	73,72	72,65	86,37	85,51	84,68	85,58
	Gota proximal	1,39	1,63	1,87	1,99	0,54	1,76	2,64	2,65
	Gota distal	17,93	26,34	27,32	28,03	17,9	18,94	19,46	19,47
	Colas plegadas	0	0	0	0	0	0	0	0
COLECTA 3	Concentración	208,88	208,78	206,78	206,68	203,8	202,8	201,8	200,8
	Motilidad	82,35	81,06	80,06	80	93,63	93,62	92,62	92,52
	Morfología normal	73,09	73,08	72,08	72,07	75,19	75,18	76,18	76,08
	Progresividad	55,25	55	54	53	69,16	69,06	68,06	67,06
	Gota proximal	2,4	2,56	2,46	2,45	2,19	2,2	3,2	3,3
	Gota distal	24,51	24,69	24,59	24,58	22,62	22,72	21,72	21,82
	Colas plegadas	0	0	0	0	0	0	0	0
COLECTA 4	Concentración	232,39	234,39	222,39	221,39	133,22	133,12	133,11	133,1
	Motilidad	95,16	95,06	95,01	93,01	87,77	87,58	87,56	87,38
	Morfología normal	72,74	72,54	72,34	71,34	82,17	82,15	82,14	81,14
	Progresividad	84,41	84,31	84,1	83,1	79,66	79,64	79,63	79,62
	Gota proximal	4,51	4,61	4,71	4,81	1,6	1,7	1,8	1,9
	Gota distal	22,75	22,85	22,95	22,99	16,23	16,33	16,34	16,44
	Colas plegadas	0	0	0	0	0	0	0	0
COLECTA 5	Concentración	261,68	261,67	261,57	260,57	108,12	108,11	108,1	107,1
	Motilidad	90,81	90,73	90,72	90,71	89,43	89,41	89,39	89,37
	Morfología normal	77,35	76,35	76,34	76,33	78,71	78,7	78,6	78,4
	Progresividad	72,62	72,6	72,5	72,4	74,87	74,86	74,85	74,84
	Gota proximal	1,74	1,64	1,65	1,55	3,05	3,06	3,1	3,2
	Gota distal	20,91	20,81	20,82	20,72	18,25	18,26	18,3	18,4
	Colas plegadas	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 07. Informe de resultados de análisis espermático por CASA

Informe por defecto para ISAS pSus				
Datos generales				
Referencia	00747	Fecha	2024/06/10-09:15:51	
Operador	Andrea	Estado	Fresh	
Colector	LUCERO	Ref. Fresco		
Sujeto	BB-1898			
Diluyente	MR-A			
Datos análisis				
Volumen eyaculado	147			
Vol. diluyente inicial	100			
Dilución de análisis 1+	4			
Resultado análisis				
	#	%	Millones	M/ml
Total	347	100,00	72471,00	293,41
Móvil	260	74,97	54330,00	219,96
Normal	237	68,50	49644,00	200,99
Móvil y normal	186	53,69	38911,00	157,54
Progresividad	236	67,99	49271,00	199,48
Útil	237	68,53	49664,00	201,07
Gotas proximales	15	4,39	3184,00	12,89
Gotas distales	92	26,76	19390,00	78,50
Colas plegadas	1	0,35	251,00	1,02
Producción				
Volumen de la dosis	90	Volumen diluyente	1540	
Dosis producidas	19	Esper. Por dosis	3648	
Dilución 1+	6	Esper. Útiles por dosis	2500	

Informe por defecto para ISAS pSus

Informe por defecto para ISAS pSus				
Datos generales				
Referencia	1810		Fecha	2024/06/10 - 09:14:47
Operador	Andrea		Estado	Fresh
Colector	LUCERO		Ref. Fresco	
Sujeto	BB-1898			
Diluyente	MR-A Antiox			
Datos análisis				
Volumen eyaculado	157			
Vol. diluyente inicial	100			
Dilución de análisis 1+	4			
Resultado análisis				
	#	%	Millones	M/ml
Total	1280	100,00	5454,00	215,13
Móvil	1076	75,39	1930,00	178,89
Normal	950	73,77	4568,00	121,05
Móvil y normal	805	61,33	1708,00	127,87
Progresividad	970	75,39	1930,00	158,89
Útil	1054	35,39	1030,00	8,89
Gotas proximales	25	8,12	402,00	4,04
Gotas distales	280	18,12	1442,00	42,04
Colas plegadas	8	0,59	0,00	0,00
Producción				
Volumen de la dosis	90		Volumen diluyente	1460
Dosis producidas	19		Esper. Por dosis	3024
Dilución 1+	5		Esper. Útiles por dosis	2500

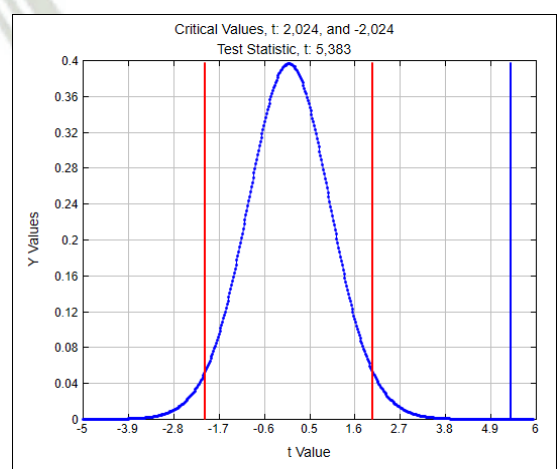
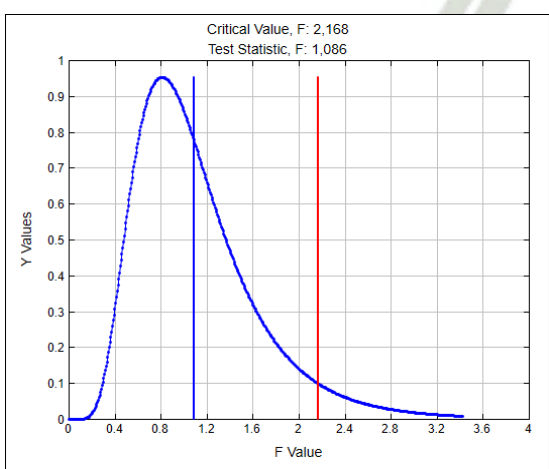
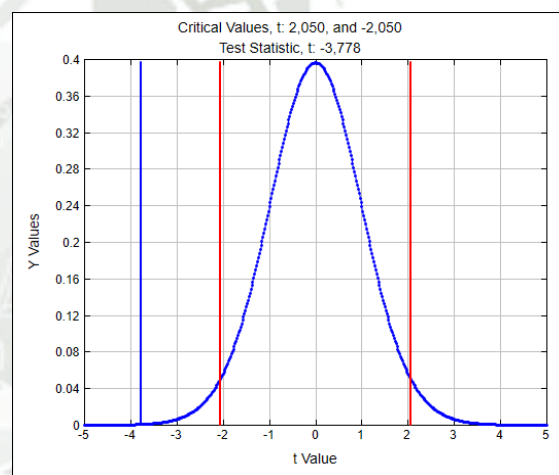
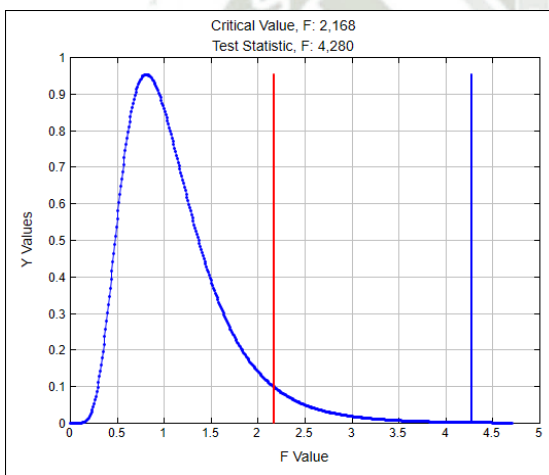
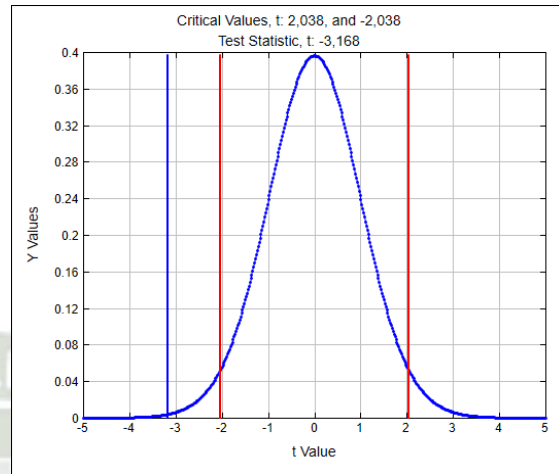
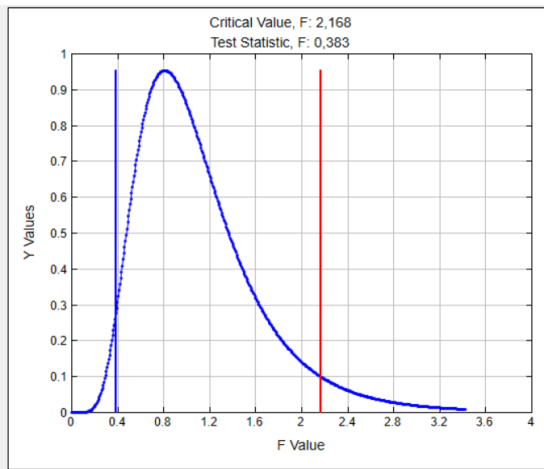
Informe por defecto para ISAS pSus

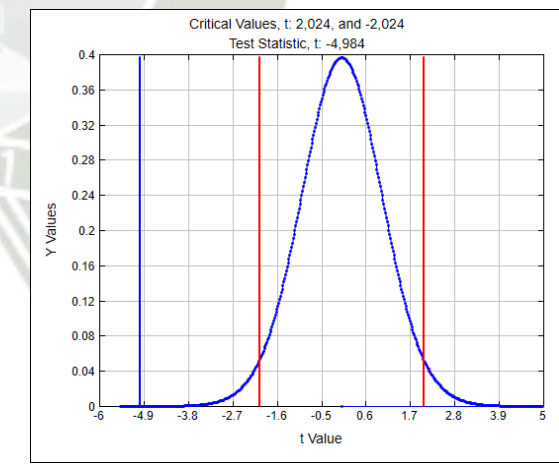
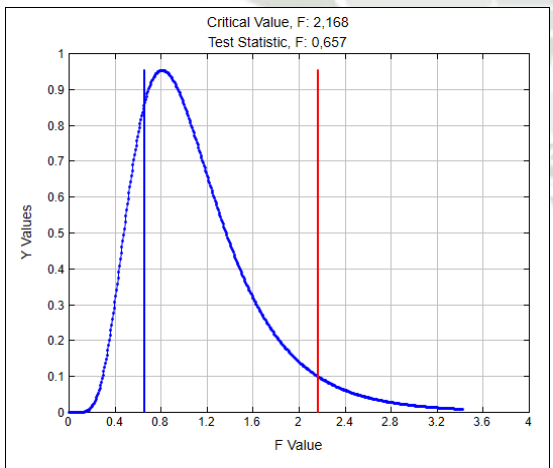
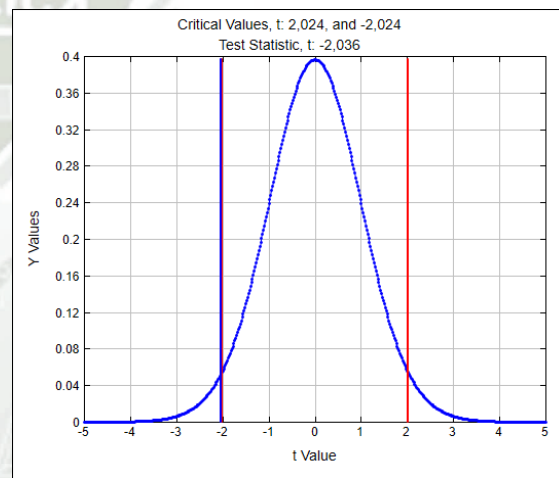
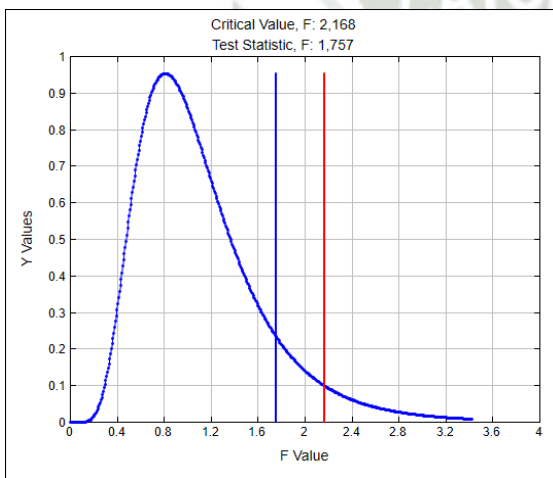
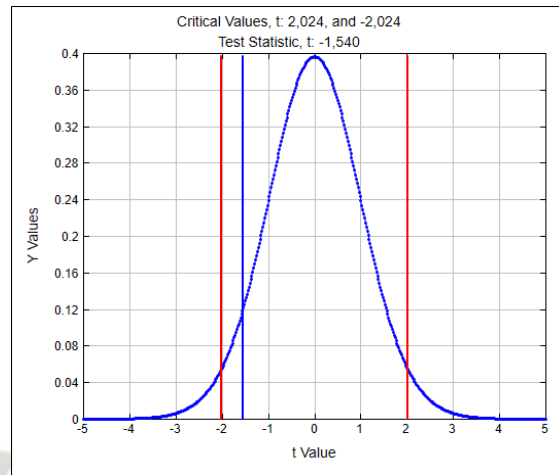
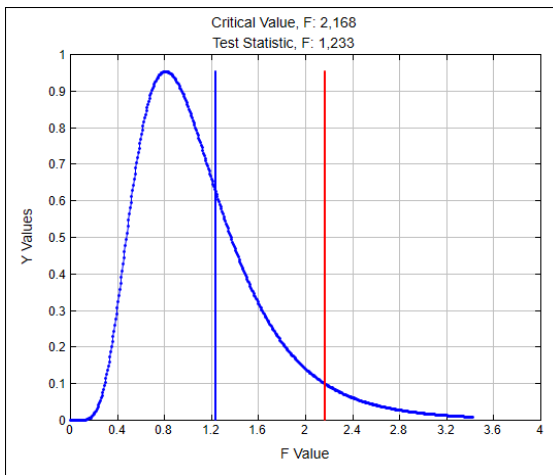
Informe por defecto para ISAS pSus				
Datos generales				
Referencia	00101	Fecha	2024/06/10 - 09:31:37	
Operador	ANDREA	Estado	Fresh	
Colector	LUCERO	Ref. Fresco		
Sujeto	DP-1694			
Diluyente	MR-A			
Datos análisis				
Volumen eyaculado	233			
Vol. diluyente inicial	100			
Dilución de análisis 1+	4			
Resultado análisis				
	#	%	Millones	M/ml
Total	1123	100,00	52683,00	158,21
Móvil	1055	93,97	49504,00	148,66
Normal	943	83,98	44243,00	132,86
Móvil y normal	882	78,59	41404,00	124,34
Progresividad	951	84,67	44608,00	133,96
Útil	1048	93,35	49178,00	147,68
Gotas proximales	9	0,82	432,00	1,30
Gotas distales	170	15,20	8007,00	24,05
Colas plegadas	0	0,00	0,00	0,00

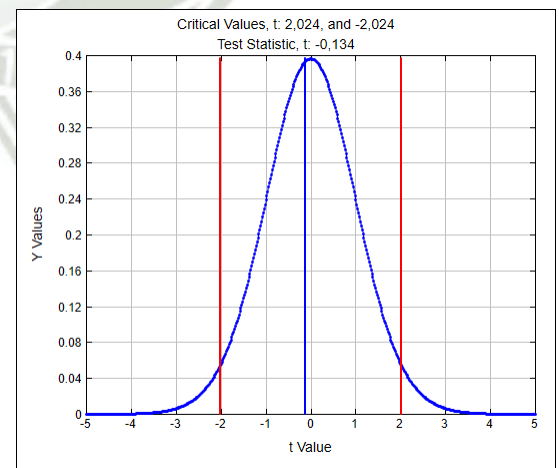
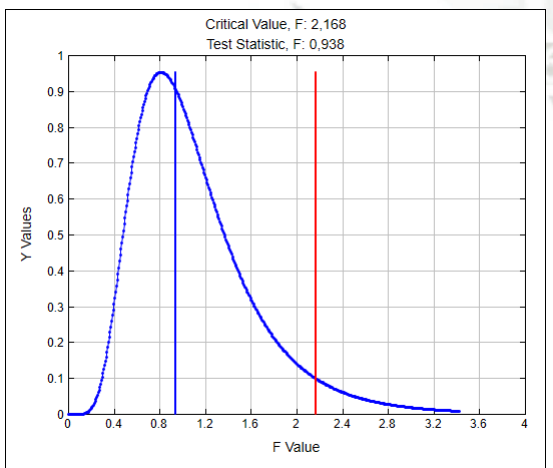
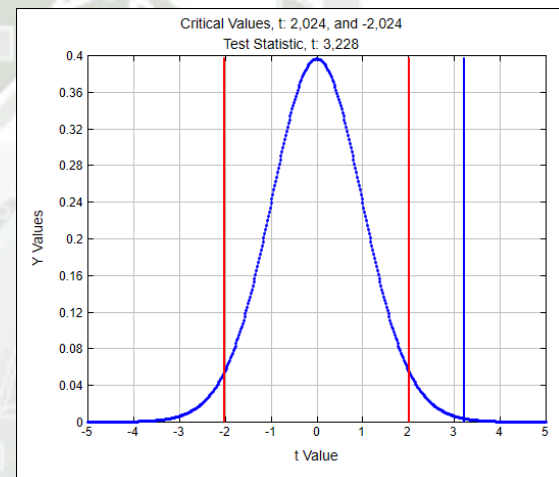
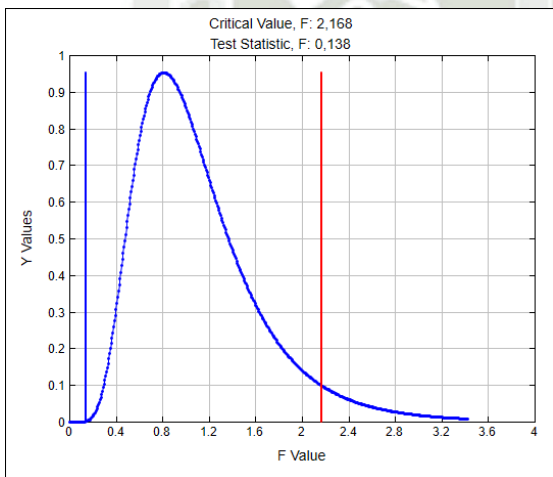
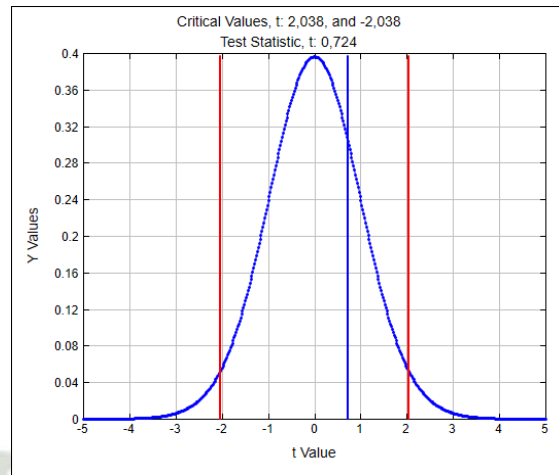
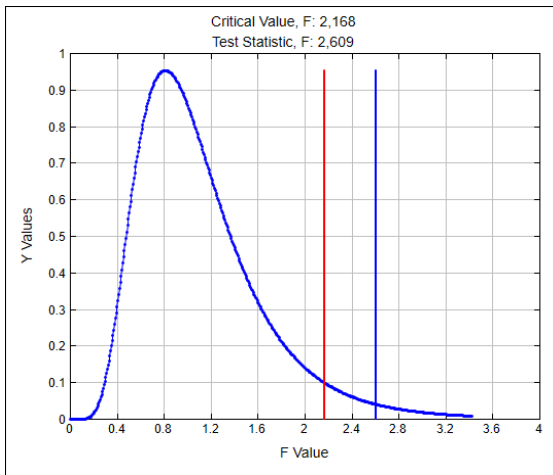
Informe por defecto para ISAS pSus

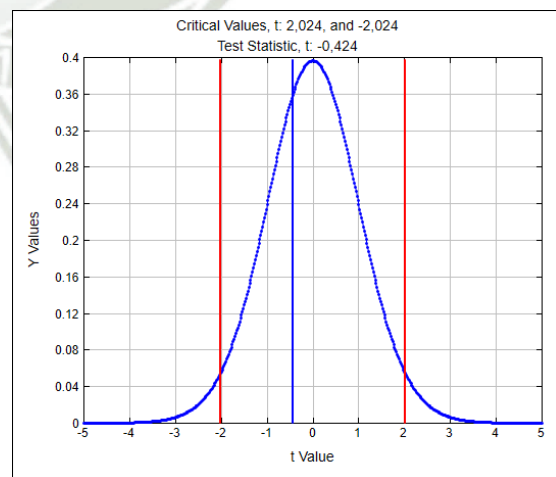
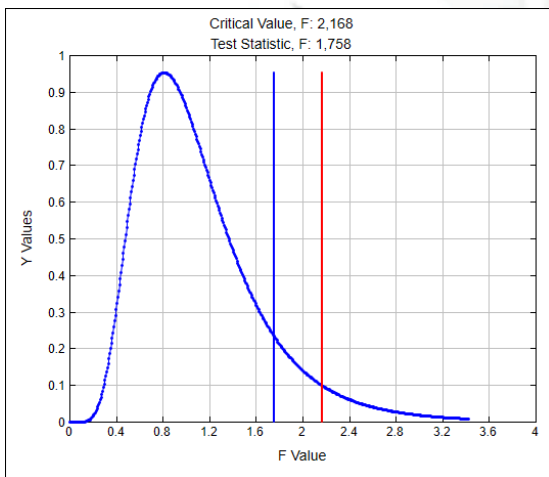
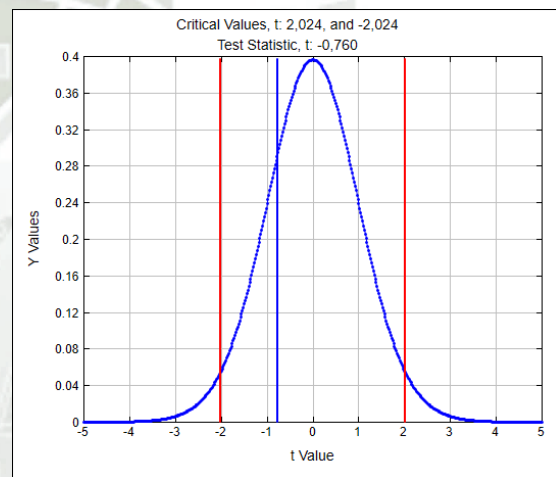
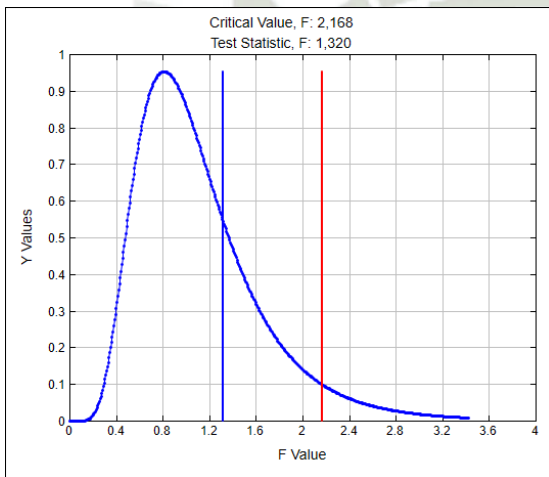
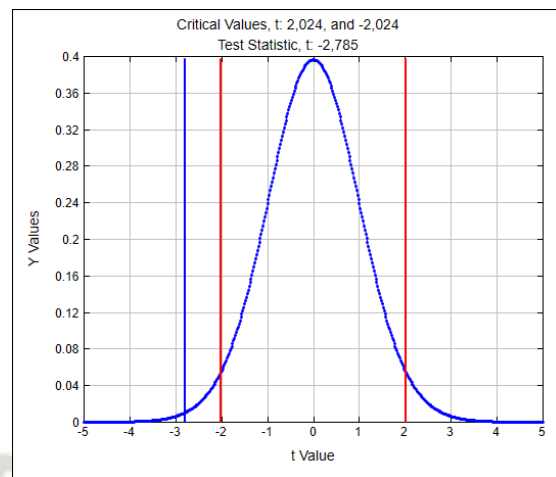
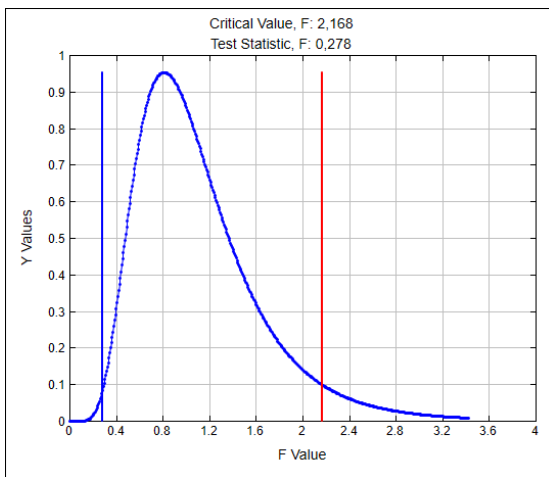
Informe por defecto para ISAS pSus				
Datos generales				
Referencia	1045		Fecha	2024/06/13- 09:08:05
Operador	ANDREA		Estado	Fresh
Colector	LUCERO		Ref. Fresco	
Sujeto	DP1694			
Diluyente	MR-A Antiox			
Datos análisis				
Volumen eyaculado	390			
Vol. diluyente inicial	100			
Dilución de análisis 1+	4			
Resultado análisis				
	#	%	Millones	M/ml
Total	659	100,00	87973,00	261,83
Móvil	449	68,13	84436,00	178,30
Normal	420	71,00	62456,00	185,88
Móvil y normal	335	68,24	60037,00	142,68
Progresividad	401	81,28	71508,00	152,82
Útil	434	95,59	84093,00	170,28
Gotas proximales	29	1,25	1096,00	9,96
Gotas distales	224	27,76	24419,00	80,68
Colas plegadas	5	0,62	695,00	0,00

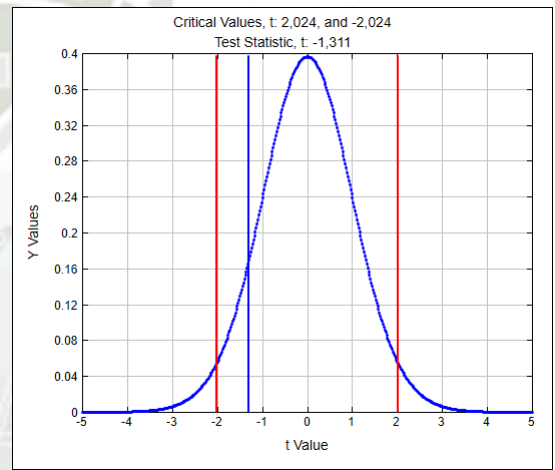
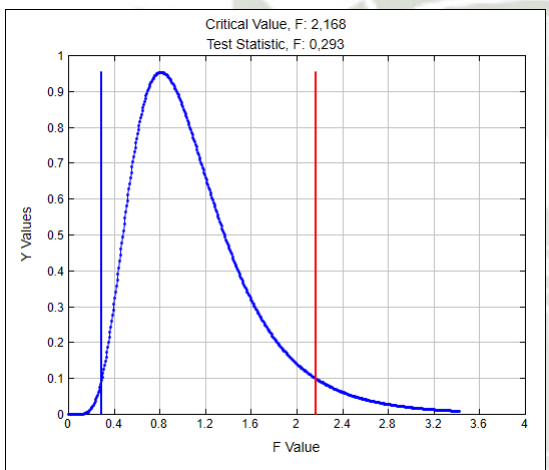
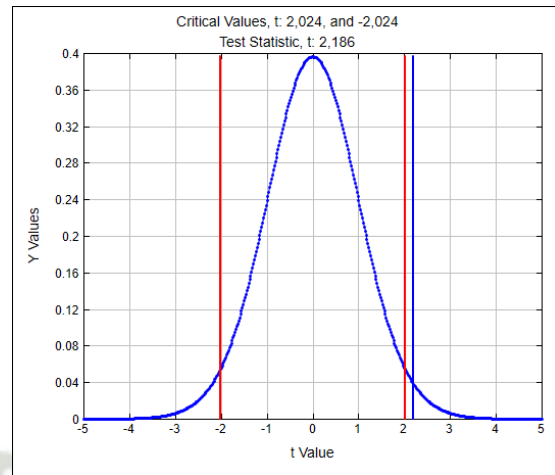
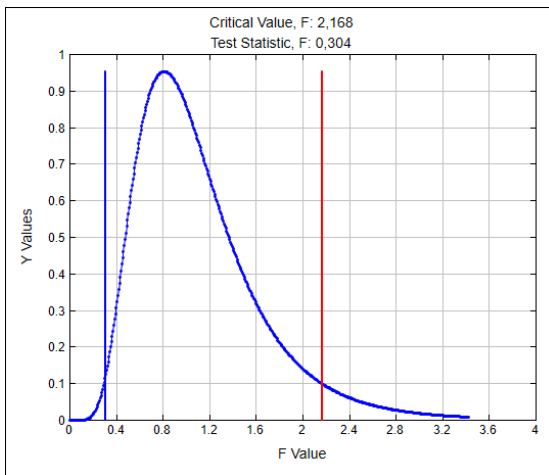
Anexo 08. Estadísticos











Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	1059,58	211,916	4312,961
Columna 2	5	1052,94	210,588	5044,597
Columna 3	5	1077,25	215,45	5042,789
Columna 4	5	1064,22	212,844	4908,002

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	63,292	3	21,097	0,00	1,00	3,24
Dentro de los grupos	77233,393	16	4827,087			
Total	77296,685	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	1504,61	300,92	13187,86
Columna 2	5	1475,08	295,02	13798,38
Columna 3	5	1501,57	300,31	12215,63
Columna 4	5	1489,43	297,89	11197,96

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	108,336	3	36,112	0,00	1,00	3,24
Dentro de los grupos	201599,298	16	12599,956			
Total	201707,634	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	427,91	85,582	75,813
Columna 2	5	418,89	83,778	80,727
Columna 3	5	406,12	81,224	76,525
Columna 4	5	404,02	80,804	60,674

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	75,775	3	25,258	0,34	0,79	3,24
Dentro de los grupos	1174,963	16	73,435			
Total	1250,738	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	464,14	92,828	9,560
Columna 2	5	455,68	91,136	9,598
Columna 3	5	452,96	90,592	28,165
Columna 4	5	436,41	87,282	5,302

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	80,908	3	26,969	2,05	0,15	3,24
Dentro de los grupos	210,498	16	13,156			
Total	291,405	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	424,2	84,84	141,332
Columna 2	5	417,92	83,584	189,775
Columna 3	5	408,71	81,742	184,669
Columna 4	5	406,2	81,24	206,732

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	41,593	3	13,864	0,08	0,97	3,24
Dentro de los grupos	2890,030	16	180,627			
Total	2931,623	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	339,37	67,874	240,293
Columna 2	5	306,57	61,314	128,295
Columna 3	5	298,38	59,676	110,505
Columna 4	5	298,19	59,638	138,518

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	229,457	3	76,486	0,50	0,69	3,24
Dentro de los grupos	2470,443	16	154,403			
Total	2699,900	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	357,59	71,518	81,627
Columna 2	5	343,62	68,724	91,823
Columna 3	5	333,44	66,688	83,891
Columna 4	5	331,08	66,216	93,237

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	87,381	3	29,127	0,33	0,80	3,24
Dentro de los grupos	1402,312	16	87,644			
Total	1489,692	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	382,74	76,548	69,695
Columna 2	5	371,7	74,340	82,413
Columna 3	5	357,91	71,582	45,671
Columna 4	5	335,4	67,080	41,652

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	249,702	3	83,234	1,39	0,28	3,24
Dentro de los grupos	957,727	16	59,858			
Total	1207,429	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	7,74	1,548	3,408
Columna 2	5	9,17	1,834	4,346
Columna 3	5	13,09	2,618	6,765
Columna 4	5	14,53	2,906	8,681

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6,147	3	2,049	0,35	0,79	3,24
Dentro de los grupos	92,804	16	5,800			
Total	98,951	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	13,67	2,734	3,422
Columna 2	5	17,36	3,472	4,737
Columna 3	5	18,21	3,642	2,065
Columna 4	5	21,3	4,260	2,387

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5,912	3	1,971	0,63	0,61	3,24
Dentro de los grupos	50,444	16	3,153			
Total	56,356	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	67,71	13,542	99,993
Columna 2	5	65,99	13,198	90,983
Columna 3	5	73,39	14,678	113,453
Columna 4	5	<u>82,86</u>	<u>16,572</u>	<u>147,766</u>

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	34,689	3	11,563	0,10	0,96	3,24
Dentro de los grupos	1808,777	16	113,049			
Total	1843,466	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	146,74	29,348	201,353
Columna 2	5	160,73	32,146	169,905
Columna 3	5	163,76	32,752	168,111
Columna 4	5	167,41	33,482	149,248

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	48,989	3	16,330	0,09	0,96	3,24
Dentro de los grupos	2754,469	16	172,154			
Total	2803,458	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	0,35	0,07	0,025
Columna 2	5	0,69	0,138	0,057
Columna 3	5	0,15	0,03	0,005
Columna 4	5	0,15	0,03	0,005

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,039	3	0,013	0,58	0,64	3,24
Dentro de los grupos	0,361	16	0,023			
Total	0,400	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	0,21	0,042	0,009
Columna 2	5	0,23	0,046	0,011
Columna 3	5	0,33	0,066	0,022
Columna 4	5	0,43	0,086	0,037

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,006	3	0,002	0,11	0,96	3,24
Dentro de los grupos	0,313	16	0,020			
Total	0,319	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	1167,42	233,484	497,463
Columna 2	5	1148,88	229,776	426,926
Columna 3	5	1118,43	223,686	500,514
Columna 4	5	1086,02	217,204	680,414

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	764,935	3	254,978	0,484	0,698	3,239
Dentro de los grupos	8421,265	16	526,329			
Total	9186,200	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	916,91	183,382	4689,998
Columna 2	5	909,81	181,962	4433,445
Columna 3	5	894,74	178,948	3835,679
Columna 4	5	887,63	177,526	3658,811

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	108,442	3	36,147	0,01	1,00	3,24
Dentro de los grupos	66471,735	16	4154,483			
Total	66580,177	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	439,96	87,992	79,540
Columna 2	5	433,37	86,674	77,537
Columna 3	5	429,13	85,826	93,027
Columna 4	5	423,62	84,724	96,039

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	28,556	3	9,519	0,11	0,95	3,24
Dentro de los grupos	1384,572	16	86,536			
Total	1413,128	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	438,88	87,776	82,009
Columna 2	5	434,58	86,916	97,720
Columna 3	5	433,13	86,626	96,785
Columna 4	5	426,88	85,376	96,318

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	14,800	3	4,933	0,05	0,98	3,24
Dentro de los grupos	1491,328	16	93,208			
Total	1506,129	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	377,63	75,526	11,668
Columna 2	5	365,68	73,136	3,510
Columna 3	5	362,84	72,568	5,093
Columna 4	5	359,5	71,900	7,112

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	37,383	3	12,461	1,82	0,18	3,24
Dentro de los grupos	109,530	16	6,846			
Total	146,913	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	389,61	77,922	18,620
Columna 2	5	383,84	76,768	35,315
Columna 3	5	379,53	75,906	59,070
Columna 4	5	386,77	77,354	16,310

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	11,127	3	3,709	0,11	0,95	3,24
Dentro de los grupos	517,265	16	32,329			
Total	528,392	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	372,87	74,574	146,890
Columna 2	5	360,24	72,048	112,578
Columna 3	5	357,79	71,558	118,701
Columna 4	5	354,05	70,810	119,631

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	39,971	3	13,324	0,11	0,95	3,24
Dentro de los grupos	1991,198	16	124,450			
Total	2031,169	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	391,34	78,268	42,789
Columna 2	5	367,27	73,454	109,396
Columna 3	5	363,56	72,712	121,337
Columna 4	5	369,45	73,890	87,553

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	94,174	3	31,391	0,35	0,79	3,24
Dentro de los grupos	1444,295	16	90,268			
Total	1538,469	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	11,99	2,398	1,528
Columna 2	5	12,26	2,452	1,601
Columna 3	5	12,37	2,474	1,669
Columna 4	5	12,57	2,514	1,758

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,035	3	0,012	0,01	1,00	3,24
Dentro de los grupos	26,221	16	1,639			
Total	26,256	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	10,37	2,074	1,096
Columna 2	5	11,76	2,352	0,443
Columna 3	5	14,49	2,898	0,533
Columna 4	5	15,45	3,09	0,845

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3,335	3	1,112	1,52	0,25	3,24
Dentro de los grupos	11,668	16	0,729			
Total	15,003	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	107,96	21,592	5,951
Columna 2	5	118,02	23,604	4,279
Columna 3	5	118,88	23,776	5,744
Columna 4	5	119,86	23,972	7,141

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	18,357	3	6,119	1,06	0,39	3,24
Dentro de los grupos	92,456	16	5,779			
Total	110,813	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	99,53	19,906	12,257
Columna 2	5	105,64	21,128	26,707
Columna 3	5	106,66	21,332	32,043
Columna 4	5	103,89	20,778	19,005

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5,948	3	1,983	0,09	0,97	3,24
Dentro de los grupos	360,043	16	22,503			
Total	365,991	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	0,59	0,118	0,070
Columna 2	5	0	0,000	0,000
Columna 3	5	0	0,000	0,000
Columna 4	5	0	0,000	0,000

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,052	3	0,017	1	0,42	3,24
Dentro de los grupos	0,278	16	0,017			
Total	0,331	19				

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	5	0,49	0,098	0,048
Columna 2	5	0,56	0,112	0,063
Columna 3	5	0,62	0,124	0,077
Columna 4	5	0,62	0,124	0,077

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,002	3	0,001	0,01	1,00	3,24
Dentro de los grupos	1,058	16	0,066			
Total	1,060	19				

Anexo 09. Análisis estadístico comparativo entre dilutores

Variable	Híbrido	Sin antioxidante (media ± DE)	Con antioxidante (media ± DE)	Valor p
Concentración (M/ml)	Belga	212.70 ± 63.78	226.04 ± 21.99	0.678 ns
	Belga			
	Pietrain	298.53 ± 103.03	180.45 ± 59.20	0.019*
	Duroc			
Motilidad (%)	Belga	82.85 ± 8.11	86.67 ± 8.62	0.430 ns
	Belga			
	Pietrain	90.46 ± 3.92	86.67 ± 8.90	0.299 ns
	Duroc			
Morfología normal (%)	Belga	82.85 ± 12.42	73.28 ± 2.78	0.173 ns
	Belga			
	Pietrain	62.13 ± 11.92	76.99 ± 5.27	0.023*
	Duroc			
Progresividad (%)	Belga	68.29 ± 8.85	72.25 ± 10.34	0.534 ns
	Belga			
	Pietrain	72.39 ± 7.97	74.58 ± 9.00	0.692 ns
	Duroc			
Gota citoplasmática proximal (%)	Belga	2.23 ± 2.28	2.46 ± 1.18	0.800 ns
	Belga			
	Pietrain	3.54 ± 1.72	2.60 ± 0.89	0.225 ns
	Duroc			
Gota citoplasmática distal (%)	Belga	14.50 ± 9.85	23.24 ± 2.42	0.082 ns
	Belga			
	Pietrain	31.93 ± 12.15	20.79 ± 4.39	0.049*
	Duroc			
Colas plegadas (%)	Belga	0.10 ± 0.21	0.03 ± 0.13	0.319 ns
	Belga			
	Pietrain	0.06 ± 0.13	0.11 ± 0.24	0.552 ns
	Duroc			

* $p < 0.05$ = diferencia significativa; ns = no significativo.

Respecto a la comparación entre diluyentes, en el híbrido Belga Belga no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en ninguno de los parámetros evaluados, aunque se evidenció una ligera mejora numérica en la motilidad y progresividad con el uso del conservante con antioxidante.

En el híbrido Pietrain Duroc, se registraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la concentración espermática, morfología normal y gota citoplasmática distal, lo que indica que la adición de antioxidantes en el diluyente influyó positivamente en la estructura y viabilidad espermática durante el almacenamiento refrigerado.