



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“OPTIMIZACIÓN DE DILUYENTES PARA EL MANEJO Y  
CONSERVACIÓN DEL SEMEN PORCINO”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA:** CLARA ALEXANDRA CAIZA CUZCO

**DIRECTOR:** DR. NELSON ANTONIO DUCHI DUCHI PhD.

**Riobamba - Ecuador**

**2022**

© 2022, Clara Alexandra Caiza Cuzco.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor

Yo, CLARA ALEXANDRA CAIZA CUZCO, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 26 de mayo de 2022.

**Clara Alexandra Caiza Cuzco**

**CI:** 060415931-9

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo de Investigación, **“OPTIMIZACIÓN DE DILUYENTES PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SEMEN PORCINO”**, realizado por la señorita: **CLARA ALEXANDRA CAIZA CUZCO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Luis Gerardo Flores Mancheno <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	Luis Gerardo Flores Mancheno  <small>Firmado digitalmente por: Luis Gerardo Flores Mancheno DN: cn=Luis Gerardo Flores Mancheno, c=EC, Ecuador, o=ESPOCH, ou=Dirección de Publicaciones, e=Luisgerardofloresmancheno@yahoo.es Motivo: Aprobado este documento Ubicación: Fecha: 2022-06-21 18:25:05.00</small>	2022-05-26
Dr. Nelson Antonio Duchi Duchi. PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	ANTONIO NELSON DUCHI DUCHI  <small>Firmado digitalmente por ANTONIO NELSON DUCHI DUCHI Fecha: 2022.06.21 15:10:53 -05'00'</small>	2022-05-26
Ing. Manuel Euclides Zurita León. Ms.C <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	MANUEL EUCLIDES ZURITA LEON  <small>Firmado digitalmente por MANUEL EUCLIDES ZURITA LEON Fecha: 2022.06.21 17:43:09 -05'00'</small>	2022-05-26

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a mis padres que son el pilar fundamental de mi vida, a mis hermanos con quienes he compartido alegrías y tristezas, de igual manera va dedicado a mis amigos y compañeros que caminaron junto a mí en toda la trayectoria de formación académica. Y a todas aquellas personas que directa o indirectamente me apoyaron para que este logro sea posible, espero que lo disfruten tanto como yo.

**Clara.**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradezco a Dios, por haberme permitido culminar esta meta, por brindarme salud y vida, y a su vez darme la fuerza necesaria para poder superar las adversidades. Con todo mi cariño y profundo agradecimiento, a las personas que me dieron la vida Cesar e Isabel, gracias por la confianza y todo el apoyo. De igual manera a mis hermanos. Viviana, Augusto y Jhoanna por formar parte de mi vida y estar siempre apoyandome a seguir adelante , un profundo agradecimiento a Victor por su apoyo incondicional y su paciencia. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme abierto sus puertas y permitirme formarme como profesional. Agradezco también a mis docentes, por la paciencia brindada para guiarme y poder culminar mi carrera universitaria.

**Clara.**

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Inseminación artificial.....	3
1.2. Semen porcino.....	3
1.3. Diluyente.....	3
1.4. Diluyente para la crioconservación del semen porcino.....	4
1.5. Función y componentes del diluyente.....	5
1.5.1. <i>Glucosa</i> .....	5
1.5.2. <i>TES, HEPES, MOPS, TRIS.</i> .....	5
1.5.3. <i>Sales de iones inorgánicos</i> .....	6
1.5.4. <i>Antibióticos</i> .....	6
1.6. Tipos de diluyentes.....	7
1.7. Clasificación de los diluyentes por días de duración.....	7
1.7.1. <i>Diluyentes de corto plazo</i> .....	7
1.7.2. <i>BTS</i> .....	7
1.7.2.1. <i>Yema de huevo-glucosa</i> .....	8
1.7.2.2. <i>Leche de descremada y en polvo</i> .....	8
1.7.3. <i>Diluyentes a largo plazo</i> .....	8
1.7.3.1. <i>El Kiev y BTS</i> .....	8
1.7.3.2. <i>Zorlesco</i> .....	9
1.7.3.3. <i>MR-A</i> .....	9
1.8. Diluyentes para refrigeración.....	9
1.8.1. <i>Leche de vaca</i> .....	9
1.8.2. <i>Yema de huevo</i> .....	10
1.8.3. <i>Agua de coco</i> .....	10

1.8.4.	<i>Diluyente base (o diluyente de referencia) formula BTS.</i>	10
1.8.4.1.	<i>Glucosa.</i>	11
1.8.4.2.	<i>Citrato sódico y Bicarbonato de sodio.</i>	11
1.8.4.3.	<i>EDTA.</i>	11
1.8.4.4.	<i>Antimicrobiano.</i>	12
1.8.5.	<i>Diluyentes para la conservación de corta duración.</i>	12
1.8.6.	<i>Diluyentes modernos para una conservación de larga duración.</i>	12
1.9.	<b>Mejora en los diluyentes de conservación de semen porcino.</b>	13

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	14
2.1.	<b>Búsqueda bibliográfica.</b>	14
2.2.	<b>Criterios de selección.</b>	14
2.3.	<b>Métodos de sistematización de información.</b>	16

## CAPITULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	17
3.1.	<b>Diluyentes en el manejo, conservación, refrigeración y crio preservación.</b>	17
3.1.1.	<i>Diluyentes de corto plazo.</i>	17
3.1.2.	<i>Diluyentes de largo plazo</i>	18
3.2.	<b>Propiedades físico, química y bioquímica de los diluyentes de semen porcino.</b>	20
3.2.1.	<i>Sustrato energético.</i>	22
3.2.2.	<i>Sistema Tampón</i>	22
3.2.3.	<i>Estabilizadores de membrana.</i>	23
3.2.4.	<i>Antibióticos</i>	24
3.3.	<b>Eficiencia y efectividad de los diluyentes en la viabilidad espermática del semen.</b>	24
3.4.	<b>Motilidad espermática</b>	24
3.4.1.	<i>Fertilidad</i>	26
3.4.2.	<i>Vitalidad espermática</i>	27
3.4.3.	<i>Espermatozoides Normales</i>	27
3.5.	<b>Ventajas y desventajas de los diluyentes en la crioconservación porcina</b>	28



<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>GLOSARIO</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Componente, función y sustancias en la formulación de diluyentes.....	6
<b>Tabla 2-1:</b>	Componentes del diluyente BTS.....	11
<b>Tabla 3-3:</b>	Diluyentes de corta duración.....	17
<b>Tabla 4-3:</b>	Diluyentes de larga duración.....	18
<b>Tabla 5-3:</b>	Composición de los diluyentes de inseminación artificial porcina.....	21
<b>Tabla 6-3:</b>	Efecto de los diluyentes en la motilidad del semen (0-4 días).....	25
<b>Tabla 7-3:</b>	Efecto de los diluyentes en la motilidad del semen (0-3 días).....	25
<b>Tabla 8-3:</b>	Efecto de los diluyentes sobre la fertilidad.....	26
<b>Tabla 9-3:</b>	Efecto de los diluyentes sobre la vitalidad masal del semen.....	27
<b>Tabla 10-3:</b>	Efecto de los diluyentes en la morfología de espermatozoides.....	28
<b>Tabla 11-3:</b>	Ventajas que aportan los diluyentes.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo recopilar información científica y técnica sobre el perfeccionamiento de diluyentes para el manejo y conservación del semen porcino, conociendo la disponibilidad, la eficiencia de los diluyentes en la preservación de los espermatozoides porcinos. Se realizó una revisión bibliográfica de tipo teórico descriptivo, la ruta metodológica que se ha seguido comprendió básicamente cuatro momentos: búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos electrónicos, sin restricción de idioma, relacionados con el tema: Optimización de diluyentes para el manejo y conservación del semen porcino, donde gran parte la información cualitativa y cuantitativa proviene de diversas fuentes, tanto primarias como secundarias tales como: libros, revistas, reportes técnicos, normas, tesis, todos documentos electrónicos, y se completó la búsqueda con la lectura y rastreo de bibliografía referenciada en los documentos seleccionados, con el fin de proporcionar una buena base y una visión global del tema, los cuales fueron priorizados según la jerarquía de evidencia científica. Se investigó los diferentes diluyentes de corta y larga duración en cuanto a la capacidad de fertilización de los diluyentes de corta y larga duración de semen porcino, no existen diferencias significativas en cuanto a fertilidad y prolificidad entre los 3-4 primeros días de conservación del semen, presentando cierto grado de ventaja los diluyentes de larga duración puesto que permiten conservar el semen del verraco por más de 7 días, además aportan nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática. Por lo que se concluyó que los diluyentes más utilizados en reproducción porcina a nivel mundial son el Kiev y BTS, ya que tienen un alto porcentaje de fertilidad y motilidad espermática post descongelación, además se recomienda la utilización de diluyentes porcinos de larga duración debido a que estos cumplen con estrictos estándares de calidad en su elaboración.

**Palabras Claves:** <DILUYENTE PORCINO>, <SEMEN PORCINO>, < PRESERVACIÓN ESPERMATICA>, < CRIO CONGELACIÓN >, <MOTILIDAD ESPERMATICA PORCINA>.



1067-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The objective of this research was to gather scientific and technical information on the improvement of diluents for the handling and preservation of porcine semen, knowing the availability and efficiency of diluents in the preservation of porcine spermatozoa. A bibliographic review of descriptive theoretical type was carried out. The methodological route followed basically comprised four moments: search, organization, systematization and analysis of electronic documents, without language restriction, related to the topic: Optimization of diluents for the handling and preservation of porcine semen, where much of the qualitative and quantitative information comes from various sources, both primary and secondary, such as: books, journals, magazines, technical reports, standards, theses, all electronic documents. The search was completed with the reading and tracking of bibliography referenced in the selected documents in order to provide a good basis and a global vision of the topic, which were prioritized according to the hierarchy of scientific evidence. The different short- and long-term diluents were investigated in terms of the fertilization capacity of the short- and long-term diluents of porcine semen. There are no significant differences in terms of fertility and prolificacy between the first 3-4 days of semen conservation with a certain degree of advantage for the long-term diluents since they allow preserving the boar semen for more than 7 days. In addition to providing the nutrients necessary for the metabolic maintenance of the sperm cell. Therefore, it was concluded that the most widely used diluents in swine reproduction worldwide are Kiev and BTS, since they have a high percentage of fertility and sperm motility after thawing. In addition, the use of long-term swine diluents is recommended since they comply with strict quality standards in their elaboration.

**Keywords:** <SWINE DILUENTS >, <SWINE SEMEN >, <SPERMATIC PRESERVATION >, <CRIO FREEZING >, <SPERMATIC SWINE MORTALITY >.



Firmado electrónicamente por:  
**GLORIA ISABEL  
ESCUADERO OROZCO**

**Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco**

**C.I. No. 060269890-4**

## INTRODUCCIÓN

Según (ASPE, 2018. p.20-21), el censo agropecuario de 2017 mostró que en el Ecuador existen una población porcina de 1.115.473 cerdos con la existencia 1.737 granjas con 20 o más animales o con un mínimo de 5 madres. El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, que cuentan con el 79 % de las granjas registradas y el 95 % de la población porcina. La población está conformada por 79% de raza criolla, 19% de raza mestiza y el 2% corresponde a lo considerado como raza pura.

La dilución y conservación del semen porcino en refrigeración es una práctica que brinda a la industria porcina la posibilidad de aprovechar al máximo la capacidad reproductiva del verraco, para ello los diluyentes en donde se conserva el material seminal, deben proporcionar los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática (glucosa), la protección frente al shock térmico por frío (BSA), controlar el pH del medio (bicarbonato, TRIS, HEPES), la presión osmótica (NaCl, KCl) y los antibióticos para la inhibición del desarrollo microbiano (Rúgeles et al, 2013. p.207).

(Gadea, 2014. p.61), indica que a nivel práctico en las condiciones de producción los diluyentes se han clasificado en dos grandes grupos, los que tienen como objetivo la conservación a corto plazo (1-3 días) y aquellos que tienen por objetivo la conservación a largo plazo (más de 4 días)

(Alemán, et al., 2007. p. 72), reporta que un 99 % de las inseminaciones realizadas en cerdas, utilizan semen conservado de forma ideal a temperatura de 15 a 20°C por uno a cinco días. Cuando se conserva al semen en temperaturas por debajo de 14°C se presentan alteraciones de la membrana del espermatozoide repercutiendo en el poder fecundante del mismo.

Por otra parte, temperaturas por encima de los 20°C disminuyen enormemente la vida útil del semen. Es por lo que, hoy en día los diluyentes comerciales utilizados en la industria porcina se siguen modificando con el propósito de obtener semen con alta capacidad fecundante en procesos de inseminación artificial (IA). Características como volumen total, concentración y motilidad son indicadores utilizados para valorar la calidad del semen y su respuesta a la manipulación, particularmente la motilidad debido a su asociación con el número total de lechones nacidos (Rugeles et al., 2013. p.209).

Es así que en los últimos 20 años las tecnologías de reproducción asistida a nivel nacional se han ido incrementando debido a exigencias protocolarias de algunas instituciones públicas y privadas y por otro lado la gran acogida que ha tenido está prácticas de inseminación artificial por parte de los porcinocultores. De esta manera, el manejo de semen porcino al tener un contraste distintivo por la naturaleza de la membrana celular del espermatozoide ha hecho que se desarrolle el área tecnológica de la formulación de diluyentes para distintos propósitos en el manejo integrado de la preservación y crio congelación de células espermáticas porcinas.

Por lo anteriormente expuesto existe la necesidad de recopilar información existente sobre posibles alternativas que ayuden a optimizar los diluyentes utilizados en la reproducción porcina debido a que este factor es muy importante ya que influye directamente en los índices reproductivos y económicos de las explotaciones porcinas. Es por este motivo que la presente investigación pretende, analizar la información científica y técnica en las redes académicas sobre el perfeccionamiento de diluyentes para el manejo y conservación del semen porcino, cumpliendo con los siguientes objetivos específicos:

Conocer la disponibilidad de diluyentes para el manejo, conservación, refrigeración y crio preservación de espermatozoides de cerdo.

Conocer las propiedades físico, química y bioquímica de los diluyentes para manejo, conservación, refrigeración y crio preservación de semen porcino.

Valorar la eficiencia y efectividad de los diluyentes sobre la viabilidad espermática del semen porcino

Identificar las ventajas que aportan los diluyentes en la preservación de los espermatozoides porcinos.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

#### **1.1. Inseminación artificial**

En los últimos años la inseminación artificial (IA) en la producción porcina se ha incrementado enormemente durante los últimos años. Se estima que más de un tercio de las cerdas madres en el mundo son inseminadas artificialmente. En la mayor parte de los casos la IA se realiza con semen refrigerado a 16- 17°C. Esto es debido a que con semen congelado-descongelado se obtienen una menor tasa de preñez, o de camada, que al utilizar semen refrigerado (Suhevic, J.2014.p.1).

#### **1.2. Semen porcino**

Se cree que el empleo del semen congelado-descongelado de cerdo tiene una baja fertilidad. La causa de esta baja fertilidad se debe a la fisiología y morfología de los espermatozoides durante el proceso de congelado-descongelado. Ya que el semen porcino es muy susceptible a dichos procedimientos, sobre todo al choque frío (Medrano, A.1998.p.1).

Sin embargo, el semen de algunos cerdos sobrevive a la congelación con menor daño que el de otros, independientemente de su calidad inicial. Por esta razón, a los primeros se les ha llamado good freezers, y bad freezers a los segundos (Medrano, A.1998.p.1).

#### **1.3. Diluyente**

Diluyente es la solución acuosa que permite aumentar el volumen del eyaculado hasta conseguir la dosis necesaria, preservar las características funcionales de las células espermáticas y mantener el nivel de fertilidad adecuado del semen, el semen se diluye con, el objeto de aprovechar al máximo los espermatozoides contenidos en un eyaculado. A la vez, se pretende proporcionar un medio que conserve la vida y la capacidad fecundante del espermatozoide el mayor tiempo posible. Contribuyendo a mantener las funciones de nutrición, regulador de pH, controlador de presión osmótica y como antibiótico para la supervivencia de los espermatozoides (Julca ,2014, p 11.).

#### **1.4. Diluyente para la crioconservación del semen porcino**

(Diego et al., 2017.p. 18), menciona que los diluyentes protegen a los espermatozoides durante el enfriamiento, congelación y descongelación. Estos diluyentes deben proporcionar acción tampón, ser de bajo costo, así como de prestar protección contra los cambios de temperatura y estabilidad de los sistemas enzimáticos e integridad de la membrana espermática; por lo que los diluyentes de congelación son uno de los factores que afectan de manera determinante la calidad espermática post-descongelación.

Los diluyentes para crio preservar el semen porcino contienen citrato de sodio, bicarbonato de sodio, tris-hidroximetil aminometano (TRIS); ácido 2-N-morfolino etanosulfónico (MOPSn) y el ácido N-2hidroxietilpiperazina-N-2-etanosulfónico (HEPES) que son sustancias amortiguadoras o Búfer que permiten controlar el pH y mantenerlo entre 6.4 a 6.8. Estos compuestos pueden combinarse y titularse en rangos más amplios de pH y osmolaridad y son relativamente inocuos para los espermatozoides. (Williams et al., 2015.p. 14).

Comúnmente, se agregan azúcares a los diluyentes como la lactosa, sucrosa, rafinosa, fructosa, trehalosa y glucosa, este último es el más utilizado habitual en los diferentes diluyentes para semen porcinos, los azúcares funcionan como fuente de energía para la motilidad y reservas energéticas para el espermatozoide, además contribuyen en la osmolaridad del diluyente. Azúcares como la glucosa, lactosa y en menor proporción la fructosa, del mismo modo como el polivinil pirrolidona (PVP) forman moléculas que ejercen su efecto crioprotector sin necesidad de traspasar al interior de la célula espermática (Williams et al., 2015.p. 14).

Proteínas como la albúmina sérica bovina (BSA) adicionado a los diluyentes de crio preservación, tendrían efectos estimulantes de la motilidad espermática, propiedades antioxidantes, muy útil sustrato energético e incluso inactivaría los subproductos del metabolismo espermático y bacteriano al combinarse con ellos Así también se han utilizado continuamente la yema de huevo para el control de los daños ocasionados en el plasmolema espermático y prevenir su desestabilización durante la crio preservación, se considera un componente indispensable en los diluyentes crioprotectores del semen del verraco, empleando comúnmente en un 20% (Williams et al., 2015.p. 14).

Por la presencia tanto de agentes microbianos patógenos exógenos así como la microbiota propia del divertículo prepucial, uretra y pene que produce toxinas y la consiguiente putrefacción de los



componentes de origen biológico del diluyente, afectando negativamente en la fertilidad del semen, por lo que es necesario la inclusión de antibióticos en los diluyentes seminales (penicilina, estreptomina, lincomicina, espectinomina, gentamicina, polimixina, ceftiofur, amikacina y dibekacina) para la inhibición del crecimiento bacteriano, pero sin afectar la motilidad y morfología acrosomal del espermatozoide (Williams et al., 2015, p. 16).

Además de los antibióticos y proteínas, se ha venido usando en los diluyentes de congelación, crioprotectores que penetran el espermatozoide como es: el glicerol, dimetilsulfóxido (DMSO), etilenglicol (EG) y propilenglicol (PG), los mismos que minimizan los daños causados por congelación, interviniendo en la formación de hielo extracelular, deshidratación del esperma y en la hiperconcentración tóxica de solutos dentro de la célula espermática después de la descongelación. De todos estos crioprotectores mencionados, el glicerol es el crioprotector más utilizado para los espermatozoides porcinos; no obstante, el esperma es muy sensible a los efectos tóxicos del glicerol por lo que se ha establecido una concentración óptima que esta entre 2 a 4%, que debe ser añadido a los espermatozoides a los 5°C para obtener mejores resultados (Julca, 2014, p 21).

### **1.5. Función y componentes del diluyente**

El diluyente debe aportar los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática (glucosa), la protección frente al shock térmico por frío, el control del pH del medio (bicarbonato), la presión osmótica (sales NaCl, KCl), la inhibición del desarrollo microbiano (antibióticos) y sobre todo, aumentar el volumen del semen (Julca, 2014, p.12).

#### **1.5.1. Glucosa**

Se utiliza para proporcionar energía, y por su valor energético es la más utilizada, aunque también se puede emplear galactosa, fructosa, ribosa o trehalosa sin que los resultados hayan superado a la glucosa (Cuenca, A; & Avellaneda, J., 2017, p.4).

#### **1.5.2. TES, HEPES, MOPS, TRIS.**

Son utilizados como tamponadores, aunque los más usados actualmente son HEPES y MOPS, pues tienen la capacidad de regular el PH seminal en un rango más amplio evitando así, la reducción del metabolismo energético de los espermatozoides y su motilidad mejorando de esta manera su

capacidad para fertilizar y no son dependientes de la temperatura. Por otra parte, existen otros como bicarbonato y el citrato sódico que poseen capacidad tampón limitada (Cuenca, A; & Avellaneda, J., 2017.p.5).

### 1.5.3. Sales de iones inorgánicos

Sales como el cloruro sódico y potásico, empleadas como reguladoras de la presión osmótica, pues es conocido que una caída de esta por debajo de los 200 mOsm representa una reducción significativa de la motilidad espermática (Cuenca, A; & Avellaneda, J., 2017.p.5).

### 1.5.4. Antibióticos

Entre los Aminoglicósidos principalmente gentamicina, neomicina, y la kanamicina en concentraciones próximas a los 200 mg/L. También se está aplicando una nueva generación de antibióticos (ceftiofur, apramycina, etc.), sin que existan aún resultados concluyentes sobre su uso. Debemos tener presente que la UE, Directiva 90/429/CEE regula el uso de combinaciones entre antibióticos eficaces contra leptospira y micoplasma, con una concentración que debe tener al menos un efecto equivalente a las concentraciones mínimas de 500 UI de Estreptomina/ml, 500 UI de penicilina/ml, 150 mg de lincomicina/ml, 300 mg de espectinomicina/ml (Admin., 2014.p. 1).

En la tabla 1-1, se puede observar el tipo de componente, función y sustancias más frecuentemente empleadas en la formulación de diluyentes para semen porcino.

**Tabla 1-1.** Componente, función y sustancias en la formulación de diluyentes.

<b>Componente</b>	<b>Función</b>	<b>Sustancia empleada</b>
Nutrientes	Fuente de energía	Glucosa, Galactosa, Ribosa
Agentes tamponadores	Control de pH	Bicarbonato, Citrato Sódico, TES, TRIS, MOPS
Sales	Control de presión osmótica	Cloruro de Sodio, Cloruro de Potasio
Quelantes de calcio	Captura de calcio	EDTA
Antibióticos	Inhibición microbiana	Penicilina, Estreptomina, Aminoglicósidos

**Fuente:** (Marckwordt, S., 2012.p. 27).

**Realizado por:** Caiza, Clara, 2022.

## **1.6. Tipos de diluyentes.**

A nivel práctico de acuerdo con las condiciones de producción, los diluyentes se clasifican en dos grandes grupos, los que tienen como objetivo la conservación del semen a corto plazo (1-3 días) o aquellos que tienen como objetivo la conservación del semen por más de 4 días considerados como diluyentes a largo plazo (Gadea, 2003. pp.17- 27).

A nivel de mercado los diluyentes se clasifican por su composición, pudiendo ser de corto, mediano o largo plazo de conservación, las fuentes de energía y los electrolitos que se añaden a ellos son muy generales, por ello lo que marca la diferencia al momento de obtener un diluyente, son los sistemas tampón y los compuestos que se añaden para estabilizar las membranas de células espermáticas. (ADMIN, 2014. p 2.).

## **1.7. Clasificación de los diluyentes por días de duración.**

(Pérez et al., 2017.p. 26) menciona que: A nivel práctico en las condiciones actuales de producción los diluyentes se han clasificado en dos grandes grupos, los que tienen como objetivo la conservación a corto plazo (1 - 3 días), o aquellos que tienen por objetivo la conservación a largo plazo (más de 4 días). Los primeros se utilizan principalmente en estructuras de distribución de las dosis seminales a corta distancia mientras que los de largo plazo son propios donde la distancia entre el lugar de producción seminal y el lugar donde va a ser utilizado es grande.

### ***1.7.1. Diluyentes de corto plazo***

Se utilizan principalmente en lugares donde la distribución de las dosis seminales es a corta distancia, conservan el semen a 15-20°C (15). Entre los diluyentes de semen porcino a corto plazo más utilizados e investigados constan el DICIP, D16 y el BTS. Del tipo de la fórmula BTS pero con variantes, se utilizan generalmente para conservaciones no superiores a 48-72 horas con semen refrigerado (LECOZ., 2007.p.1).

### ***1.7.2. BTS.***

Conocido también como fórmula base o diluyente de referencia, fue diseñado por el Dr. Pursel en Estados Unidos, (LE COZ., 2017. p.1), permite mantener viable el material espermático a 17°C durante unos 5 días, con un porcentaje de preñez superior al 80%, demostrando de esta manera que la temperatura de conservación del semen influye ampliamente en cuanto al nivel de fertilidad se

refiere. (Alemán, D. et al., 2007. p. 71). El BTS quizás es el diluyente más usado en la actualidad a nivel mundial. Este medio se caracteriza por añadir una pequeña cantidad de potasio, que permite mantener la actividad de la bomba sodio/potasio y evita la reducción de K intracelular que estaría asociada con la disminución de motilidad espermática (Rueda, M., 2011. p 72).

#### *1.7.2.1. Yema de huevo-glucosa*

Los huevos deben ser frescos, desde la puesta hasta el momento de su utilización, se puede utilizar yema de huevo desecada para la realización de los diluyentes (Valdez, 2015. pp. 14).

Este diluyente fue utilizado en Bélgica y Checoslovaquia, se determinó que causa hinchazón de acromosomas, y deterioro en la motilidad y sobrevivencia espermática (Cuenca, A; & Avellaneda, J., 2017.p.7).

#### *1.7.2.2. Leche de descremada y en polvo*

También fue utilizada como conservador de semen porcino, pudiendo utilizar leche fresca entera la misma que tiene una sustancia espermicida, la lactenina, debiendo hervir la leche a 95°C por 10 minutos para poder inactivarla (Cuenca, A; & Avellaneda, J., 2017.p.7).

### ***1.7.3. Diluyentes a largo plazo***

Este tipo de diluyentes han sido ampliamente estudiados con el fin de poder ampliar el tiempo de conservación sin disminuir la calidad espermática, tienen una duración de 4 días o más, se utilizan en zonas donde el lugar de producción seminal y el lugar donde va a ser utilizado el semen es distante, además son muy complejos, permitiendo conservaciones de 5 a 6 días requiriendo ciertas exigencias en cuanto a la fracción que se va a recoger, tipo de dilución con agua destilada, control elevado de contaminación bacteriana utilizando un antimicrobiano no espermicida, y con una refrigeración entre 15-17° C (Cuenca, M; & Avellaneda, J., 2017.pp 7).

#### *1.7.3.1. El Kiev y BTS*

Son los diluyentes de conservación del semen refrigerado más utilizados a nivel mundial, tienen en común que están diseñados para mantener la capacidad fertilizante de los espermatozoides durante varios días, la conservación del semen refrigerado depende principalmente del diluyente, ya que

contribuye a preservar las características funcionales de las células espermáticas manteniendo el nivel de fertilidad del eyaculado. El semen refrigerado se puede conservar a temperaturas entre 15 y 18°C, siendo estas las más utilizadas tanto en los Centros de inseminación artificial como en las explotaciones porcinas. Además el uso de BTS (diluyente ampliamente conocido en Europa y actualmente en Venezuela) permite mantener viable el material espermático a 17°C durante unos 5 días, con un 80 por ciento de preñez en muchos casos (Montenegro, U; & Chimarro, M., 2013.p. 30).

#### *1.7.3.2. Zorlesco.*

Fue uno de los primeros diluyentes considerados como de larga duración, entre su composición tiene la adición de TRIS como regulador del pH, albumina sérica bovina y cisteína, su utilización en campo no dio buenos resultados (Bathgate, 2011.p. 10).

#### *1.7.3.3. MR-A.*

Fue desarrollado en España y en los últimos años han aparecido nuevos diluyentes (A-cromax, X-Cell, Androhep Plus, Vital, SpermAid, Mulberry III, entre otros), los cuales están considerados como diluyentes de larga duración. Los diluyentes empleados en los procesos de congelación del semen porcino se basan en utilizar yema de huevo y el glicerol como agentes crioprotectores, elevada concentración de azúcares y la adición de un agente detergente (Cuenca, A; & Avellaneda, J., 2017.pp 8.).

### **1.8. Diluyentes para refrigeración**

Los diluyentes para refrigeración son soluciones acuosas tamponadas a las que se les añade una fuente de energía (glucosa, fructuosa) y un crioprotector no penetrante, (leche descremada, yema de huevo, agua de coco) algunos diluyentes de refrigeración incorporan antioxidantes o agentes quelantes de manera experimental estas sirven para mantener las propiedades fisicoquímicas de los espermatozoides y ayudan en su metabolismo (Julca, 2013.p. 14).

#### *1.8.1. Leche de vaca*

La utilización de leche de vaca es un diluyente ampliamente utilizado. La leche de vaca puede emplearse tanto entera, descremada, UHT o en polvo para reconstruir, siendo esta última la más universal. Excepto en el caso de la leche UHT, las demás formas de leche deben ser calentadas a una

temperatura de 95 °C, durante 8 - 10 minutos, evitando que llegue a hervir, con el objetivo de anular los factores toxicológicos de su fracción proteica (Julca, 2013,p. 14).

### ***1.8.2. Yema de huevo***

Los huevos han de ser frescos, desde la puesta hasta el momento de su utilización, se puede utilizar yema de huevo desecada para la realización de los diluyentes (Carrera, 2015. p. 14).

### ***1.8.3. Agua de coco***

El coco (*Cocos nucifera* L.) comúnmente conocido como coco verde, es una especie de palmeras perteneciente a la familia Cocosidea, madura a los 6 meses de edad y a partir de este momento presenta en su contenido agua, compuesta de soluciones ácidas y estériles, como aminoácidos, azúcares, sales, proteínas, vitaminas y minerales. En la fase de maduración inicial, el agua de coco presenta una osmolaridad entorno de 500 milimoles y un pH de 4.5 (Agropecuarias ,2017. p. 15).

La utilización del agua de coco como diluyente se presenta como un método alternativo en la conservación del semen dentro de las alternativas de los diluyentes pobres en fosfolípidos, se ha demostrado que el agua de coco favorece la conservación del semen, la movilidad y el porcentaje de espermatozoides vivos en semen congelado a 40°C con agua de coco son significativamente superiores a los obtenidos con leche. La supervivencia espermática, está alrededor de las 60 horas en agua de coco frente a las 12 horas en un medio de leche (Julca, 2013,p. 14).

### ***1.8.4. Diluyente base (o diluyente de referencia) formula BTS.***

(Cuenca et al., 2017. p. 4) menciona que la fórmula ideada por el Dr. Pursel en Estados Unidos, constituye una fórmula de base que, si bien actualmente ha quedado un poco antigua, nos permite explicar el papel de un diluyente a través de sus componentes. A continuación, en la tabla 2-1 se muestra los componentes del diluyente BTS.

**Tabla 2-1.** Componentes del diluyente BTS

<b>Diluyente BTS</b>	<b>g/l</b>
Glucosa g/l	37
Citrato sódico g/l	6
EDTA G/L	1,25
Bicarbonato sódico g/l	1,25
Cloruro potásico g/l	0,75
pH	7,2
Penicilina sódica g/l	0,6
Estreptomicina sulfatada g/l	1

**Fuente:** (Usma et al., 2013. pp. 27)

**Realizado por:** Caiza, Clara, 2022.

#### *1.8.4.1. Glucosa.*

Es el componente que proporciona energía, y por su valor energético es la más utilizada, aunque también se puede emplear galactosa, fructosa, ribosa o trehalosa sin que los resultados hayan superado a la glucosa (Rodríguez, 2013.p. 23).

#### *1.8.4.2. Citrato sódico y Bicarbonato de sodio.*

El bicarbonato de sodio y el citrato (sódico) elevan el pH del medio, mantiene el pH total ligeramente ácido, para permitir la disolución del CO<sub>2</sub> lo que favorece la disminución del metabolismo, mientras que sustancias como el ácido 3N-Morfolino propanesulfónico (MOPS) o el ácido N-2-hidroxiethyl piperazin-N-2-etanosulfónico (HEPES), TES Y TRIS pueden regular el pH en un rango más amplio y no son dependientes de la temperatura (MOPS Y HEPES) (Pérez et al., 2017. p. 28).

#### *1.8.4.3. EDTA*

En la década de los 60 se produce una gran Innovación consistente en la adición del agente quelante que permitiría retirar la acción de calcio como mediador de los procesos de capacitación y reacción acrosómica es cuando aparece el diluyente KIEV, que posteriormente ha sido modificado y recibido otras denominaciones cómo EDTA. Este medio permitió una amplia difusión de la IA porcina y todavía sigue utilizándose con éxito en mis propia (Veterinaria,2015. p.1).

Capta iones de  $\text{Ca}^{+}$  del plasma para evitar los impactos eléctricos que éste causa sobre la célula. Es conocido como un anticoagulante que permite evitar la aglutinación y la precipitación de los espermatozoides en el diluyente (Le Coz 2007 pp 12-16).

#### *1.8.4.4. Antimicrobiano*

Evita la proliferación de gérmenes y controla el crecimiento microbiano en el diluyente es necesario añadir un agente antibiótico, ya que los componentes del diluyente (glucosa) así como la temperatura a las que se conservan las dosis (15-16 ° C), permiten el crecimiento de la mayoría de bacterias gram negativas, la contaminación bacteriana principalmente produce una serie de alteraciones entre las que se encuentra una disminución de la motilidad, aglutinaciones espermáticas, aumento del porcentaje de acrosomas alterados y una reducción del pH hasta niveles ácidos (5.7-6.4), que conducen a una reducción en el tiempo de conservación de las dosis seminales. Por tanto, la adición del antibiótico en la adecuada concentración favorecerá la supervivencia espermática y se incrementarán los resultados de fertilidad. Los antibióticos más utilizados actualmente son sulfato de gentamicina, sulfato de neomicina, penicilina sódica, lincomicina, y espectinomicina (Pérez et al., 2017. p. 29).

#### **1.8.5. Diluyentes para la conservación de corta duración**

Del tipo de la fórmula BTS pero con variantes, se utilizan generalmente para conservaciones no superiores a 48-72 horas con semen refrigerado (Cuenca et al., 2017. pp. 4).

Entre las principales ventajas que presentan estos diluyentes son:

- Permite realizar más inseminaciones con una sola recolección.
- Bajo costo en su preparación
- Baja tasa de mortalidad espermática.

#### *1.8.6. Diluyentes modernos para una conservación de larga duración.*

Son diluyentes complejos que permiten conservaciones de 5 a 6 días con ciertas exigencias particulares relacionadas con:

- La fracción: en general la fracción rica. o Un tipo de dilución de 1/10 a 1/15 con agua destilada.
- Un control muy elevado de la contaminación bacteriana con un antimicrobiano no espermicida.
- Una refrigeración progresiva por etapas para alcanzar 15-17°C con una variación mínima de temperatura (Cuenca et al., 2017. p. 4).



### **1.9. Mejora en los diluyentes de conservación de semen porcino.**

La mejora de los diluyentes se centra en adecuar los medios de dilución a las características biofísicas y bioquímicas propias de los espermatozoides. Se sabe que la pérdida de fertilidad de los espermatozoides crío conservados es debida a la alteración estructural y funcional de las membranas, de tal manera que los cambios en la composición y la dinámica de los lípidos de membrana se asocian a un “envejecimiento prematuro” del espermatozoide, por el cual, aunque la célula sea viable, tiene una vida limitada y una capacidad fecundante reducida. Se sabe que durante el proceso de congelación aumentan los ácidos grasos poliinsaturados y disminuye el colesterol.

El aumento de los ácidos grasos poliinsaturados hace que las membranas de los espermatozoides de porcino sean más susceptibles al proceso de peroxidación lipídica. Este proceso ocurre debido a la exposición de las células a compuestos oxígeno reactivos, producidos por espermatozoides dañados y/o muertos. De forma natural, el plasma seminal tiene antioxidantes que los neutralizan, pero el protocolo actual de criopreservación para semen de verracos elimina por completo este plasma seminal y, por consiguiente, hace que los espermatozoides estén más expuestos a los fenómenos de peroxidación lipídica durante la congelación.

En la actualidad, los estudios realizados para frenar este “envejecimiento prematuro” se centran en la adición a los medios de congelación actuales de sustancias que eviten o minimicen todo este proceso, ya sea mediante la incorporación de lípidos a las membranas, la adición de antioxidantes a los medios de congelación, o la adición de plasma seminal como un agente protector más (Hernández et al., 2007.p. 15).

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

La metodología utilizada fue de forma bibliográfica apoyándonos en la base de datos y de acuerdo con una investigación basada en:

#### 2.1. Búsqueda bibliográfica.

El presente estudio es de tipo teórico descriptivo. La ruta metodológica que se ha seguido comprendió básicamente cuatro momentos: búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos electrónicos, sin restricción de idioma, relacionados con el tema: Optimización de diluyentes para el manejo y conservación del semen porcino.

Con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos, la investigación se centró en una selectiva revisión bibliográfica, y un profundo análisis crítico de los datos obtenidos relacionados con los parámetros del estudio. Para la localización de los documentos se utilizaron varias fuentes documentales mediante internet con la ayuda del buscador “google académico” utilizando las bases de datos de revistas como: Revista Scielo, Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen 16, Redalyc, Scielo, Revista brasileira de zootécnia. Gran parte la información cualitativa y cuantitativa que compone la siguiente investigación proviene de diversas fuentes, tanto primarias como secundarias tales como: libros, revistas, reportes técnicos, normas, tesis, todos documentos electrónicos, y se completó la búsqueda con la lectura y rastreo de bibliografía referenciada en los documentos seleccionados, con el fin de proporcionar una buena base y una visión global del tema, los cuales fueron priorizados según la jerarquía de evidencia científica.

#### 2.2. Criterios de selección.

Para el análisis de los documentos se establecieron algunos criterios de selección, los cuales fueron de utilidad para la recolección de información durante el proceso de la investigación, en donde se plantearon los siguientes parámetros:

Información con un nivel de validez alto, es decir que se encuentren en formatos reconocidos y mejor valorados “académicamente” como: libros, revistas, actas de congresos, reportes técnicos, normas, tesis e internet, donde un 90% de la información pertenece a los últimos 5 años y el 10% corresponde

a los años anteriores, en idiomas tanto en español como en inglés y en lo referente al ámbito geográfico se centró en países nacionales e internacionales, además se tomó en cuenta documentos fácilmente accesibles con información de calidad. Como criterios de búsqueda, se incluyen los siguientes descriptores: “Diyulente”, “diluyente porcino”, “tipos de diluyente”, “Diluyente de larga duración” “componentes de un diluyente”. Estas palabras claves fueron combinados de diversas formas al momento de la exploración, con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Los registros obtenidos oscilaron entre 10 y 20 registros tras la combinación de las diferentes palabras clave.

Al realizar la búsqueda de los documentos, en las bases de datos, se preseleccionarán varios artículos y documentos donde se escogieron aquellos documentos que se centraron más afines con los criterios de inclusión y exclusión. Cabe mencionar que no se tomaron en consideración para el análisis aquellos documentos que no cumplen con la información adecuada.

Las principales fuentes consultadas en español fueron:

- ✓ (2020), Belmonte. Líquido seminal: composición y función.
- ✓ (2018), ASPE. “Informativo Porcino n° 78. Asociación de Porcicultores del Ecuador”.
- ✓ (2017), Agropecuarias. “Almacenamiento y manejo del semen porcino”.
- ✓ (2015) Aguilar. “Evaluación del uso de agua de coco (Cocos nucifera l.) como diluyente natural en inseminación artificial en cerdas”
- ✓ (2014), Julca. “Conservación de semen porcino en refrigeración, usando el dilutor con agua de coco (cocus nucifera)”.
- ✓ (2009), Rueda. “Diluyentes para la conservación de semen porcino. Revista Computadorizada de Producción Porcina”.
- ✓ (2009), Benítez, J. Et Al. Cambios de la motilidad en la prueba de termorresistencia empleando diferentes diluyentes para la criopreservación de semen porcino.
- ✓ (2007), Alemán. “Efecto de la temperatura del semen sobre la respuesta reproductiva de cerdas”.
- ✓ (2006), Gutiérrez. et al. “Agua de coco, suero fetal bovino, Aloe vera y sus combinaciones para criopreservar semen ovino”.
- ✓ (2006), Diaz. “Estudio del metabolismo energético de los espermatozoides porcinos y su repercusión en el diseño de diluyentes. optimizados para la conservación de semen refrigerado”.
- ✓ (2005), Córdova. Et Al. “Congelación de semen de verraco en dos tipos de pajillas y capacidad fecundante in vitro de los espermatozoides”.

## **En inglés**

- ✓ (2000), Johnson L.A. et al. “Use of boar spermatozoa for artificial insemination. III. Fecundity of boar spermatozoa stored in Beltsville liquid and Kiev extender for three days at 18°C”.
- ✓ (2015), Zeng, W. & Terada, T. “Protection of boar spermatozoa from cold shock damage by 2-hydroxypropyl-beta-cyclodextrin”.
- ✓ (2011), Bathgate, R. “Antioxidant mechanisms and their benefit on post-thaw boar sperm quality”.
- ✓ (2008), Barbas Jp; & Mascarenhas Rd. “Cryopreservation of domestic animal sperm cells. Cell Tissue Bank”.

### **2.3. Métodos de sistematización de información.**

Para el presente trabajo de investigación se hizo uso de, tablas y cuadros en donde se colocó la información sistematizada e importante que fue fundamental para la realización de resultados, discusiones y conclusiones.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Diluyentes en el manejo, conservación, refrigeración y crío preservación de espermatozoides de cerdo.

(APVA, 2003 p.12), manifiesta que los diluyentes se han clasificado en dos grandes grupos: los que tienen como objetivo la conservación a corto plazo y aquellos que tienen por objetivo la conservación a largo plazo como se ilustra en la tabla 3- 3 y 4-3.

**Tabla 3-3.** Diluyentes de corta duración.

Diluyentes de corta duración (1-3 días)	Autor
Beltsville Liquid (BL-1)	Rueda (2009)
Beltsville Thawing Solution (BTS)	Le coz (2007), Rueda (2011)
Illinois Variable Temperature (IVT)	Torres (2014)
Kiev (M-RA)	Torres (2014)
Vital	Rueda (2009)

Realizado por: Caiza, Clara, 2022.

##### 3.1.1. Diluyentes de corto plazo.

Se utilizan principalmente en lugares donde la distribución de las dosis seminales es a corta distancia, conservan el semen a 15-20°C, entre las principales ventajas que presentan estos diluyentes consta: La utilización de una concentración espermática baja, que permite realizar más inseminaciones con una sola recolección, bajo porcentaje de motilidad espermática, aunque un estudio realizado por (Rueda,2009.p.21), en donde, compararon la motilidad de espermatozoides conservados en Beltsville Liquid (BL-1) y Vital en distintos tiempos de conservación (24, 48,72 horas) demuestra que no existen diferencias significativas para la motilidad de espermatozoides, pero si para la resistencia espermática post-descongelación, llegando a determinar que uno de los principales problemas de los diluyentes es la baja resistencia espermática que presentan luego de la descongelación.

(Torres et al., 2014. p. 20), menciona que el diluyente Kiev el cual esta diseñados para mantener la capacidad fertilizante y preservar las características funcionales de las células espermáticas manteniendo el nivel de fertilidad del eyaculado durante varios días conserva un alto porcentaje de

viabilidad espermática. De la misma manera hace referencia al diluyente Illinois Variable Temperature (IVT), el cual es un diluyente que podría conservar el semen porcino a temperatura ambiente con la ayuda de Dióxido de Carbono el cual inmoviliza temporalmente a los espermias por lo que reduce su metabolismo se puede almacenar hasta 6 días con un 26 % de fertilidad, es utilizado en lugares donde se extrae el semen diariamente el mismo que es enviado sin refrigeración.

(Le Coz 2007,p.21), menciona que el diluyente BTS, permite mantener viable el material espermático a 17°C durante unos 5 días, con un porcentaje de gestación mayor al 80%, demostrando que la temperatura de conservación del semen influye ampliamente en cuanto al nivel de fertilidad.

El BTS quizás es el diluyente más usado en la actualidad a nivel mundial debido a que en su composición contiene una pequeña cantidad de potasio, que permite mantener la actividad de la bomba sodio/potasio y evita la reducción de K intracelular que estaría asociada con la disminución de motilidad espermática (Rueda 2011,p.11).

### 3.1.2. *Diluyentes de largo plazo*

En la tabla 4-3 se puede observar los diluyentes que tienen como objetivo la conservación a largo plazo.

**Tabla 4-3.** Diluyentes de larga duración.

<b>Diluyentes de larga duración (&gt; a 4 días)</b>	<b>Autor</b>
Acromax	Mena (2012)
Androstar	Mena (2012)
Modena	Rueda (2011)
Reading	Gadea (2003)
X-Cell	
Zorlesco	Johnson (2000)
Zorpva	Gadea (2003)

**Realizado por:** Caiza, Clara, 2022.

Son muy complejos, permitiendo conservaciones de 5 a 6 días requiriendo ciertas exigencias en cuanto a la fracción que se va a recoger, tipo de dilución con agua destilada, control elevado de contaminación bacteriana utilizando un antimicrobiano no espermicida, y con una refrigeración entre 15-17° C (Le Coz 2007 p 12).

El primero de los diluyentes de los denominados de larga duración fue el Zorlesco el mismo que se caracteriza por ser un medio bastante más complejo, con la adición de TRIS como regulador del pH, albúmina sérica bovina (BSA) y cisteína en su composición. Esta cisteína (como otros compuestos con grupos sulfhidrilo) actúan como estabilizadores de las membranas e inhiben el proceso de capacitación (Johnson 2000, p 34). La utilización de este diluyente en condiciones de campo no produjo unos resultados satisfactorios, en parte debido a desequilibrios en su composición lo que ocasiona una presión osmótica final reducida.

El Modena, creado por Moretti en 1981, incrementándole el nivel de glucosa y eliminando la BSA (Albumina Sérica Bovina) del medio Zorlesco, tampoco dio buenos resultados. EL MR-A, desarrollado en España por Santiago Rillo y Eulogio Alias, considerado como diluyente de larga duración, el mismo ha dado buenos resultados cualitativos (Rueda 2011.p. 5).

Los medios ZORVPA y Reading, entre su composición tienen alcohol de polivinilo que les permite mejorar el porcentaje de acromosomas intactos, pero no superan los resultados obtenidos de otros diluyentes por lo tanto su uso no se ha extendido (Gadea 2003, p 12).

Androstar es un diluyente para preservación de semen porcino por período largo permite su preservación por hasta 7 días. El diluyente contiene el factor MPI para la estabilización de membranas. Por eso las células son menos susceptibles al daño debido a condiciones de almacenamiento subóptimas: los límites tolerados de temperatura por las células espermáticas se extienden al rango entre 10 y 25°C (Mena, 2012.p. 17).

(Mena, 2012.p. 17), Acromax, brinda la posibilidad de almacenar el semen por un periodo de 4 a 6 días a temperaturas de 4-6°C, permitiendo transportar el semen largas distancias y reducir el costo de los sementales sin embargo es necesario un mayor control de la contaminación bacteriana, por lo que contienen un antimicrobiano no espermicida, la contaminación bacteriana es un hecho indeseado que se produce en los eyaculados de verraco de forma natural, que afecta a la calidad seminal. Para controlar ese crecimiento bacteriano, muchos centros de inseminación artificial utilizan diluyentes que, en su composición, incorporan antibióticos, pero cuyos efectos no son suficientes. Este tipo de diluyente de recolección tiene como finalidad de eliminar bacterias que se van a desarrollar durante la conservación del semen refrigerado por 7 días que tiene la duración del diluyente convencional.

(Johnson,2000. p.15), reporta que en cuanto a los diluyentes empleados en los procesos de congelación del semen porcino hemos de decir que están basados en la utilización de la yema de huevo y glicerol como agentes crioprotectores, una concentración elevada de azúcares y la adición de un agente detergente. De los diluyentes utilizados destacamos el medio lactosa - yema de huevo que es el más frecuentemente empleado y el descrito por (Johnson, 2000,p. 12), denominado BF-5, en cuya composición se incluye glucosa, yema de huevo y Tris como agente regulador del pH, que se utiliza en los procesos de congelación en píldoras (pellets) sobre nieve carbónica.

El citrato de sodio-yema de huevo, considerado como diluyentes de primera generación, fue diseñado originalmente para la conservación de semen bovino, y luego se empleó para la conservación de semen porcino por un periodo de 24 horas manteniendo una tasa de motilidad espermática del 61\% (Conejo et al., 2010,p. 17). Yema de huevo-glucosa, este diluyente fue utilizado en Bélgica y Checoslovaquia, se determinó que causa hinchazón de acromosomas, y deterioro en la motilidad y sobrevivencia espermática. Leche de descremada y en polvo, también fue utilizada como conservador de semen porcino, pudiendo utilizar leche fresca entera la misma que tiene una sustancia espermicida, la lactenina, debiendo hervir la leche a 95°C por 10 minutos para poder inactivarla (Conejo et al., 2010. p. 15).

### **3.2. Propiedades físico, química y bioquímica de los diluyentes de semen porcino.**

La importancia de conocer la composición de los diluyentes porcinos radica en que esta se encuentra relacionada con la fertilidad (tabla 5-3), ya que la misma reduce a medida que aumenta la conservación del líquido seminal, además de estar influenciada por la calidad del semen y el número de espermatozoides (Gadea. 2003.p. 19).

Los componentes básicos que deben estar presentes a la hora de elaborar un diluyente con el objeto de cumplir con los requerimientos anteriormente descritos son: Glucosa, para proporcionar energía, y por su valor energético es la más utilizada, aunque también se puede emplear galactosa, fructosa, ribosa o trehalosa sin que los resultados hayan superado a la glucosa. En la tabla 5-3, se muestra las propiedades físico, química y bioquímica de los diluyentes de semen porcino.



**Tabla 5-3.** Composición de los diluyentes de inseminación artificial porcina (en g/l).

<b>Autores.</b>	(Admin, 2014)	(Maqueda, 2006)	(Lossada, 2013)	(Gadea, 2003)	(Gadea, 2003)
<b>INGREDIENTES</b>	<b>BTS</b>	<b>Kiev</b>	<b>Modena</b>	<b>Zorlesco</b>	<b>Androhep</b>
<b>Sustrato energético</b>					
Glucosa (anhidra), g/l	37,00	66,00	27,50	11,70	
Glucosa (monohidrato), g/l					26,00
<b>Sistema tampón</b>					
Citrato sódico, g/l	6,00	3,75	6,90	11,70	8,00
Bicarbonato sódico, g/l	1,25	1,25	1,00	1,80	1,20
EDTA (disodio) g/l	1,25	3,70	2,35	2,10	2,40
Cloruro de potasio, g/l	0,75	-	-	-	-
Ácido cítrico, g/l	-	-	2,90	3,80	-
Tris buffer (base), g/l	-	-	5,65	6,50	-
HEPES, g/l	-	-	-	-	-
<b>Estabilización de la membrana</b>					
Cisteína, g/l	-	-	-	0,10	-
BSA	-	-	-	-	2,50
Antibióticos	-	-	-	-	-
Neomicina sulfato, g/l				1,00	
Penicilina G (Na), g/l	0,60	0,60	0,60	-	0,60
Dihidroestreptomina, g/l	1,0	1,00	1,00	-	1,00

**Realizado por:** Caiza Clara, 2022

**EDTA:** ácido etilendiaminotetraacético

**HEPES:** Solución Buffer

**BSA:** albumina sérica bovina, fracción V

**Na:** Sodio

### **3.2.1. Sustrato energético.**

Diversos estudios han demostrado que el espermatozoide del verraco es una célula con una alta eficiencia en la obtención de energía a partir de diversas fuentes, desde monosacáridos hasta lípidos, como el glicerol o sustratos como citrato y lactato (Maqueda, 2006), dichas células pueden alcanzar un nivel excelente de energía con concentraciones muy bajas del sustrato energético utilizado.

(Lossada, 2013.p. 17) esto mejora el aprovechamiento energético por parte del espermatozoide. Muchos trabajos de investigación han mostrado que los mejores diluyentes son realizados con glucosa, aunque existen otros sustratos como galactosa, fructosa o ribosa.

(Admin, 2014) El sustrato energético más empleado en la formulación de los diluyentes es la glucosa, aunque también se pueden utilizar la galactosa, fructosa, ribosa y trehalosa, pero con un resultado menor. La cantidad de glucosa no debe ser inferior al 0.5%, ni debe exceder el 3% en la composición, un exceso puede aumentar la osmolaridad. De cualquier manera, es indispensable la presencia de estos sustratos energéticos de diversos orígenes siempre y cuando se formulen en concentraciones apropiadas (Gadea, 2003 p. 16).

### **3.2.2. Sistema Tampón**

El semen de verraco al momento de la recolección posee, un pH cerca de  $7,4 \pm 0,2$ , el mismo que al disminuir también disminuye la motilidad y el metabolismo energético, debido a esto es muy importante utilizar en la elaboración del diluyente, ingredientes que contengan agentes tamponantes capaces de controlar dicho pH en el medio (Maqueda, 2006. p. 16).

Existen sustancias que poseen la capacidad de mantener las condiciones extracelulares en un punto óptimo para la membrana, en este grupo se encuentran unos agentes simples como el bicarbonato o el citrato de sodio y otros más complejos como son el Tris, Hepes, Mops y Tes que pueden regular el pH en rangos más amplios que van desde 6,8 a 7,2 y son independientes de la temperatura (Mops y Hepes) (Gadea, 2003.p. 16).

Por otra parte existe sales de sodio (NaCl), fósforo (P) o magnesio (Mg) entre otras con funciones tamponantes limitadas pero que sin embargo mantienen una presión osmótica extracelular óptima, y colaboran en todos los procesos de intercambio de sustancias intra y extracelular lo que es indispensable para el adecuado funcionamiento de la célula (Admin, 2014.p. 12).

(Lossada, 2013.p. 13). HEPES, MOPS, TRIS, son utilizados como tamponadores, aunque los más usados en la actualidad son HEPES y MOPS, debido a que tienen la capacidad de regular el pH seminal en un rango más amplio evitando así, la reducción del metabolismo energético de los espermatozoides y su motilidad mejorando de esta manera su capacidad para fertilizar debido a que no son dependientes de la temperatura.

### **3.2.3. Estabilizadores de membrana.**

En los espermatozoides de verraco, la resistencia al estrés hipoosmótico, disminuye durante la maduración en el epidídimo y cuando los espermatozoides entran en contacto con las secreciones de las glándulas accesorias, se ha observado que tienen una mejor sobrevivencia en diluyentes con baja fuerza iónica. Los diluyentes comerciales que presentaron mejores resultados son aquellos que tienen presiones isotónicas (300 mOsm) o son ligeramente hipertónicos.

Los principales componentes que facilitan el cumplimiento de estos requisitos son las sales de iones como el cloruro de sodio (NaCl) y el cloruro de potasio (KCl), debido a que mantienen una presión isotónica de 300 mOsm, mientras que las células espermáticas resisten presiones osmóticas de 240 a 380 mOsm. Existe en el mercado algunos estabilizadores de membrana que se adicionan con el fin de evitar o retrasar alteraciones en la estructura y funciones de las membranas de los espermatozoides. Las sustancias más utilizadas son la albúmina sérica bovina (BSA), hidroxitolueno butilado (BTH), ácido etilén diamino tetracético (EDTA), polivinilpirrolidona (PVP- 40) y alcohol polivinílico (Lossada, 2013.p. 22).

En la especie porcina el semen presenta una presión osmótica entre 290 – 300 mOsm, sin embargo, son capaces de tolerar rangos bastante amplios que esta entre (240 – 380 mOsm) (Admin, 2014.p.13). Un estudio realizado por (Gadea, 2003. p. 16), ha encontrado que ni la motilidad ni la vitalidad espermática sufren alteraciones por presiones osmóticas en rangos que se mantienen entre 250 y 290 mOsm, sin embargo, cuando se reduce por debajo de 200 mOsm disminuye de manera significativa la motilidad espermática. En cualquier caso, los diluyentes isotónicos (300 mOsm) o ligeramente hipertónicos son los que mejores resultados han dado en condiciones de utilización comercial. Para regular la presión osmótica se utiliza principalmente sales de iones inorgánicos como el cloruro sódico y potásico.

### **3.2.4. Antibióticos**

El tejido testicular y las glándulas accesorias del verraco están libres de bacterias y por lo tanto la contaminación bacteriana del eyaculado se produce durante el proceso de recogida seminal. Para evitar el crecimiento microbiano en el diluyente es indispensable adicionar un agente antibiótico, debido que los elementos del diluyente (glucosa) así como la temperatura a las que se conservan las dosis (15-16°C), favoreces el crecimiento de la mayoría de las bacterias gram negativas (-) entre las que se encuentran (E. Coli, Salmonella y Pseudomonas) (Gadea, 2003. p.32).

La contaminación bacteriana principalmente produce una serie de alteraciones en la que se encuentra una merma de la motilidad, aglutinaciones espermáticas, elevación del porcentaje de acrosomas alterados y una disminución del pH hasta niveles ácidos que están entre 5.7-6.4, lo que produce una reducción en el tiempo de conservación de las dosis seminales (Admin, 2014.p. 19).

Por tanto, la implementación del antibiótico en la adecuada concentración proporcionará la supervivencia de las células espermática y se acrecentarán los resultados de fertilidad (Maqueda, 2006. p. 26). La adición de penicilina y estreptomycin (1 g/L) al inicio fue la combinación más utilizada, luego se han utilizado con éxito Aminoglicósidos, en los que se encuentra la gentamicina, neomicina y la kanamicina, en concentraciones próximas a los 200 mg/L. En los últimos tiempos, se está aplicando una nueva generación de antibióticos (ceftiofur, apramycin, etc.), sin embargo, no se han obtenido resultados finales acerca de su uso (Lossada, 2013.p. 32).

## **3.3. Eficiencia y efectividad de los diluyentes en la viabilidad espermática del semen.**

### **3.3.1. Motilidad espermática**

(Gadea, 2014.p. 2), determina que la motilidad espermática tiene una estrecha correlación más no directa con la fertilidad; esto quiere decir que los espermatozoides tienen un movimiento progresivo y una vez entrado en el aparato reproductivo de la hembra, sufren cambios biológicos para la fertilización, pasando de un movimiento progresivo a un movimiento rectilíneo. En este estudio comparativo analizaremos la motilidad espermática de tres tipos de diluyentes del semen porcino como se muestra en el cuadro 6-3 y 7-3.

**Tabla 6-3.** Efecto de los diluyentes sobre la motilidad masal del semen (0-4 días)

<b>Diluyente</b>	<b>Motilidad masal %</b>	<b>Autor</b>
Androstar	65,0	Gadea (2014)
Kiev (M-RA)	57,3	Ochoa (2008)
MIII	60,4	Ochoa (2008)

**Realizado por:** Caiza, Clara, 2022.

Respecto a estos resultados (Ochoa, 2008, p 4), en su estudio sobre la evaluación de semen porcino conservado en diluyentes de corta duración, a las 4 horas de conservación, se observó una motilidad de 60,0 %, al emplear Androstar, 57,3 % al utilizar MR-A y 60,4 % al aplicar como diluyente MIII, por lo que podemos observar que el menor porcentaje de motilidad espermática se obtuvo con el diluyente Androstar, se cree que pueden presentar variaciones en sus resultados por factores como calidad de la materia prima, costo, tecnología utilizada, entre otros factores.

La movilidad espermática es el parámetro más comúnmente usado para determinar la viabilidad espermática en los eyaculados a ser preservados para IA, así como en las muestras seminales post-procesado (Gadea, 2014.p. 2).

**Tabla 7-3:** Efecto de los diluyentes sobre la motilidad masal del semen (0-3 días).

<b>Diluyente</b>	<b>Motilidad masal %</b>				<b>Autor</b>
	<b>30 min</b>	<b>24 h</b>	<b>48 h</b>	<b>72 h</b>	
<b>DICIP</b>	64,25	45,75	38,75	24,12	Hernández (2004)
<b>D16</b>	69,25	65,75	60,50	55,25	Hernández (2004)
<b>BTS</b>	68,50	64,25	59,50	54,25	Paulenz (2008)

**Realizado por:** Caiza, Clara, 2022.

DICIP (Cuban extender from the Institute for Pig Research)

D16 (Extender Reformulation 16 of the Institute of Tropical Animal Breeding)

BTS (Beltsville Thaw Solution)

Los resultados del análisis de la motilidad de cada uno de los diluyentes y en los medios BTS y D16 no existieron diferencias significativas en el porcentaje de motilidad, hasta las 72 horas posteriores a la dilución, por el contrario del diluyente DICIP, en el que se observaron disminuciones significativas, durante todo el período estudiado (Hernández, 2004.p.77).

El decremento en el porcentaje de motilidad a las 72 horas, fueron de 45,8 % para DICIP, 14,75% en el medio D16, y 15,75% para BTS. Los dos últimos valores, son ligeramente inferiores, a lo publicado por (Paulenz,2000. p. 22), quienes observaron 19 % de disminución de la motilidad a las 72 horas de conservación del semen en el medio BTS. La disminución de la motilidad espermática se debe a diferentes factores, principalmente a la duración del periodo de conservación. Así (Hernández, 2004.p.77), observo un decrecimiento del 7% de la motilidad cada 24 horas, en el medio D16.

### 3.3.2. Fertilidad

(Johnson, 2000, pp 23-25), menciona que al realizar la comparación de los diluyentes de corta duración (BTS – M-RA) frente al de larga duración (Modena), en general, se observan diferencias significativas, aunque el de larga duración permite su uso hasta 7 días.

(Gadea 2014.p.8). Se encuentran diferencias entre el BTS y el MR-A hasta los 4 días de conservación, y se obtienen resultados significativamente mejores que para el diluyente BTS (Tabla 7.3) en el caso de cerdas multíparas tanto para fertilidad (79,3) como para el tamaño de camada (11,4) Sin embargo estas diferencias disminuyen en el caso de cerdas primíparas observando que se obtiene un tamaño de camada de 9,5 y un porcentaje de fertilidad de 78,5. No existe diferencias significativa en el tamaño de camada entre los diluyentes BTS y Kiev tanto para el caso de cerdas multíparas y primíparas, posiblemente relacionados con una mejor calidad seminal libre de contaminantes.

En la tabla 8-3, se puede observar el efecto de los diluyentes sobre la fertilidad del semen porcino.

**Tabla 8-3:** Efecto de los diluyentes sobre la fertilidad.

Diluyente	% de Fertilidad		Tamaño camada		Autor
	Multíparas	Primíparas	M	P	
BTS	79,3	73,5	11.4	9,5	Johnson, L. (2000)
Modena	50,4	50,2	10	8,5	Johnson, L. (2000)
Kiev (M-RA)	77,6	64,1	11	9,6	Gadea (2014)

Realizado por: Caiza, Clara, 2021.

### 3.3.3. Vitalidad espermática

Para la vitalidad de los espermatozoides (Salazar, 2014, p 10), al utilizar el diluyente Dipol a las 72 horas registró 88,81%, mientras (Rúgeles, et al 2013.p. 17), presentó 85,45% en el semen descongelado, la menor respuesta se reportó por el autor (Montero, 2008, p 4), quien obtuvo 60,04 % de espermatozoides viables para semen descongelado en diluyentes Thilmant como se observa en la tabla 8-3. La diferencia entre estos resultados y el de la presente investigación, pudo deberse al efecto del detergente sintético Equex STM, el efecto de la temperatura durante el proceso de congelación/descongelación, la adición de glicerol y la concentración espermática en el diluyente de congelación.

La vitalidad obtenida para el semen preservado con el diluyente comercial MRA, investigado por (Rúgeles. et al., 2013, p 7), coincide con lo referido por Salazar con 85,45% y señala la eficacia del diluyente MRA para mantener viable la calidad espermática del semen porcino y su potencial fecundante por un período de tiempo mayor a 24 h. La sobrevivencia y la conservación de la motilidad espermática individual se pueden explicar con base en lo referido Salazar, quien atribuye la baja producción de catabolitos resultantes del metabolismo espermático a la presencia de BSA (Albumina de suero bovino) en el diluyente, además de tener propiedades anti aglutinantes. En la tabla 9-3, se puede observar el efecto de los diluyentes sobre la vitalidad masal del semen porcino.

**Tabla 9-3.** Efecto de los diluyentes sobre la vitalidad masal del semen porcino.

Diluyente	Vitalidad%	Autor
Dipol (72 horas)	88,81	Salazar (2014)
MRA (48 h)	85,45	Rúgeles (2013)
Thilmant	60,04	Montero (2008)

Realizado por: Caiza, Clara, 2021

### 3.3.4. Espermatozoides Normales

Para esta variable en la búsqueda bibliográfica se encontraron reportes por Benítez, J en el 2009 donde al aplicar los diluyentes Thilmant y Westendorf-2 registró 85,87% y 85,86% como se observa en la tabla.

Entre los espermatozoides que fueron sometidos al proceso de congelación/descongelación. Así también, para esta misma variable, no hubo diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) entre los tratamientos. Respecto a los espermatozoides con alteraciones morfológicas, estos pueden presentar buena motilidad, pero si presentan formas inadecuadas no son aptos para fertilizar óvulos (Salazar, 2014.p. 3). En la tabla 10-3 se muestra el efecto de los diluyentes sobre la morfología de los espermatozoides del semen porcino.

**Tabla 10-3.** Efecto de los diluyentes en la morfología de espermatozoides.

Diluyente	Normales %	Autor
Thilmant	85,87	Benítez, J , (2009)
Westendorf-2	85,86	Salazar, (2014)

**Realizado por:** Caiza, Clara, 2022.

### 3.4. Ventajas y desventajas de los diluyentes en la crioconservación porcina

En la tabla 11-3 se muestra las ventajas y desventajas que aportan los diluyentes en la crioconservación porcina.

**Tabla 11-3.** Ventajas que aportan los diluyentes.

Ventajas	Autor
Se puede conservar espermatozoides por periodos prolongados.	Maqueda (2008)
Facilita pruebas diagnósticas para detectar presencia de agentes patógenos.	Rúgeles (2013)
Brinda a la industria porcina la posibilidad de aprovechar al máximo la capacidad reproductiva del verraco.	Benítez (2009)
contribuye a preservar las características funcionales de las células espermáticas manteniendo el nivel de fertilidad del eyaculado.	Rúgeles (2013)

**Realizado por:** Caiza, Clara, 2021.

(Maqueda,2008. p.16), señaló que una de las ventajas que aportan los diluyentes de larga duración son la posibilidad de transporte a largas distancias, permitiendo realizar una mejor organización de las tareas en los centros de recogida seminal y facilitando en gran medida la distribución de las dosis a las granjas de reproducción.



El diluyente porcino permite la conservación del material genético del cerdo por mayor tiempo, sin causar daño en su estructura y sin disminuir su capacidad fecundante además facilita pruebas diagnósticas para detectar presencia de agentes patógenos y así evitar la proliferación de enfermedades (Rúgeles, 2013.p. 19).

La dilución y conservación del semen porcino en refrigeración es una práctica que brinda a la industria porcina la posibilidad de aprovechar al máximo la capacidad reproductiva del verraco, para ello los diluyentes en donde se conserva el material seminal, deben proporcionar los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática (Benítez, 2009.p.21).

## CONCLUSIONES

- Al analizar las diferentes diluyentes de corta y larga duración, según los estudios realizados por algunos autores en cuanto a la capacidad de fertilización de los diluyentes de corta y larga duración de semen porcino, no existen diferencias significativas en cuanto a fertilidad y prolificidad entre los 3-4 primeros días de conservación del semen, presentando cierto grado de ventaja los diluyentes de larga duración puesto que permiten conservar el semen del verraco hasta 7 días o más, conservando un gran porcentaje de fertilidad, además se ha podido observar que los diluyentes más utilizados son El Kiev y BTS, son los diluyentes de conservación del semen refrigerado más empelados en producción porcina a nivel mundial.
- Los diluyentes presentes en el mercado tienen propiedades físico químicas que aportan los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática (azúcares), la protección frente al shock térmico por frío [BSA (albúmina sérica bovina)], controlar el pH del medio [Bicarbonato, TRIS], la presión osmótica (sales NaCl, KCl) y la inhibición del desarrollo microbiano (antibióticos), aminoácidos que proporcionan un grado de condensación estable de la cromatina, parámetro valioso en la maduración espermática y el desarrollo embrionario.
- La movilidad espermática es el parámetro más comúnmente usado para determinar la viabilidad espermática en los eyaculados, el decremento en el porcentaje de motilidad a las 72 horas, fueron de 45,8 % para DICIP, 14,75% en el medio D16, y 15,75% para BTS. En cuanto a la viabilidad el DIPOL (72 horas) presentó el 88,81% y MRA (48 h) el 85,45%, garantizando un semen de calidad post congelación.
- Son múltiples las ventajas que aportan los diluyentes porcinos ya que gracias a estos se puede conservar espermatozoides por periodos prolongados, Facilita pruebas diagnósticas para detectar presencia de agentes patógenos, sin embargo, debemos tener en cuenta la selección correcta de diluyentes con excelente calidad y junto a un manejo adecuado del semen, permiten utilizar dosis viables y que se verán reflejadas en el número de lechones nacidos.

## **RECOMENDACIONES**

- Es necesario que se realice más investigaciones relacionadas con la búsqueda de nuevas alternativas que permitan mejorar las características funcionales de los diluyentes, con el fin de brindar mejores parámetros de calidad seminal sin afectar la integridad de estos.
- Cuando se requiere conservar el semen porcino por más de 4 días, se debería utilizar diluyentes de larga duración aumentando la concentración de las dosis con la finalidad de compensar las pérdidas por envejecimiento de los espermatozoides.
- Considerar el tipo de uso que se le va a dar al semen, puesto que, si no es necesario conservar el semen por más de 4 días, una buena alternativa sería la elección de diluyentes de corta duración ya que estos tienen bajo costo y ofrecen resultados similares a los diluyentes de larga duración.

## **GLOSARIO**

**Motilidad Espermática:** Es la capacidad de movilidad y movimiento de los espermatozoides. Así, una mala motilidad espermática se traduce en que los espermatozoides no se mueven o nadan correctamente, lo que puede terminar ocasionando infertilidad masculina. (Pérez, C. 2020.p.1)

**Líquido Seminal:** El líquido seminal o semen es un líquido expulsado por los varones o machos durante la eyaculación. Este líquido contiene dos partes bien diferenciadas: espermatozoides (aproximadamente un 10%) y plasma seminal, un conjunto de sustancias que acompañan a los espermatozoides para que estos puedan llevar a cabo su función. (Belmonte, A. 2020.p.1)

**Catabolitos:** Es producto de desecho del metabolismo, que se elimina por alguna de las vías de excreción. (Universidad de Navarra.2020. p.1)

**Crio conservación:** Se lo conoce como el proceso para enfriar y almacenar células, tejidos u órganos a temperaturas muy bajas o congelarlos para guardarlos para su uso en el futuro. (TnRelaciones.2021. p.1)

**Espermático:** Concerniente, relativo y perteneciente al esperma, aludiendo al compuesto grasos que sale del cráneo de los mamíferos cetáceos como la ballena y el cachalote y al fluido corporal que produce los espermatozoides de los machos y humanos. (Noticierodiario.2021. p.1)

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ALEMAN D, ALFARO M, HURTADO E.** Efecto de la temperatura del semen sobre la respuesta reproductiva de cerdas. *Zootecnia Tropical* [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela De Zootecnia. Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2007. pp. 71-75. (Consultado 11-07-2021). Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3597/Articulosporcino-archivo/Efecto-de-la-temperatura-del-semen-sobre-la-respuestareproductiva-de-cerdas.html>.

**AGUILAR E.** Evaluación del uso de agua de coco (Cocos nucifera L.) como diluyente natural en inseminación artificial en cerdas. [Tesis Licenciatura]. Escuela de Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad De San Carlos De Guatemala. Guatemala.2015. pp. 48-70. [Consulta: 2020-06-16]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/665/>.

**ALEMÁN, D.** Efecto de la temperatura del semen sobre la respuesta reproductiva de cerdas. *Zootecnia Tropical*. [en línea], 2006, (United State of America) 127(2), pp.199-205. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292006000300005](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000300005).

**AGROPECUARIAS, C.** Almacenamiento y manejo del semen porcino. El sitio Porcino. [En línea], (2017). [Consulta: 07 noviembre de 2021].Recuperado de: <https://www.elsitioporcino.com/articles/2537/almacenamiento-y-manejo-del-semen-porcino/#:~:text=Mantener%20la%20temperatura%20de%20almacenamiento,y%20maximizar%20la%20vida%20%20C3%BAtil.&text=El%20semen%20es%20muy%20sensible,por%20encima%20de%20los%20%20C2%BAC>.

**ARTÍCULO PORTAL VETERINARIA.** Diluyentes de inseminación artificial porcina. Portal Veterinario. [En línea], (2015). p.1. [Consulta: 07 noviembre de 2021]. Recuperado de: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/2736/los-diluyentes-de-inseminacion-artificial-porcina.html>.

**ASPE.** Informativo Porcino n° 78. Asociación de Porcicultores del Ecuador [En línea], (2018), (Ecuador). pp.20-21 [Consulta 10 de agosto del 2021]. Disponible en: [https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador\\_12223/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_12223/).

**ALAYA, Celsio.** Importancia nutricional de la Carne. [En línea]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales. Facultad De Recursos Naturales. Bolivia. 2018. pp.54-61 [Consulta 10 de agosto del 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5nEspecial/v5\\_a08.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5nEspecial/v5_a08.pdf)

**ADMIN.** Características del diluyente de semen porcino [En línea]. (2014). pp.1-2-4-5. Recuperado en: <http://cidosanet.net/noticias/caracteristicas-del-diluyente-desemen-porcino>.

**ÁVALOS, Alejandro. ET AL.** Recolección y manipulación seminal in vitro. [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México. 2018 pp. 7-51. [Consulta 10 de agosto del 2021]. Disponible en: [https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/recoleccion\\_manipulacion.pdf](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/recoleccion_manipulacion.pdf).

**BATHGATE, R.** Antioxidant mechanisms and their benefit on post-thaw boar sperm quality. PubMed Journals [En línea], (2011), 43 (2), pp 43-45. [Consulta: 3 julio 2021]. Recuperado: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21884272](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21884272).

**BELMONTE Ángela.** Líquido seminal: composición y función. Un profesor. [En línea], (2020). p.1 [Consulta: 11 julio de 2021]. Recuperado en: <https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/liquido-seminal-composicion-y-funcion-3941.html>.

**BENÍTEZ, J. ET AL.** Cambios de la motilidad en la prueba de termorresistencia empleando diferentes diluyentes para la criopreservación de semen porcino. Revista Computadorizada de Producción Porcina, [en línea], (2009), 16 (2), pp.31-34. [Consulta: 4 noviembre 2021]. Recuperado: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009012.pdf>.

**BARBAS JP; & MASCARENHAS RD.** Cryopreservation of domestic animal sperm cells. Cell Tissue Bank. [en línea], (2008), 10 (1), p.1 [Consulta: 4 noviembre 2021]. Recuperado: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009012.pdf>.

**DIAZ M, AREVALO A.** Estudio del metabolismo energético de los espermatozoides porcinos y su repercusión en el diseño de diluyentes optimizados para la conservación de semen refrigerado. [En línea] (Trabajo de Titulación) (Doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de

Veterinaria. Bellatera-España. 2006.pp.5-9. [Consulta: 2020-01-08]. Recuperado en: <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2005/tdx-0627106-150205/aamd1de1.pdf>

**CÓRDOVA, A. ET AL.** Congelación de semen de verraco en dos tipos de pajillas y capacidad fecundante in vitro de los espermatozoides. Revista Ciencia Ergo Sum, [en línea], (2005), 12(3), pp.31-34. [Consulta: 4 noviembre 2021]. Recuperado: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10412306>.

**CUENCA, M.; & AVELLANEDA, J.** Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina. REDVET. Revista Electrónica de veterinaria [en línea]. 2017, 18(9), pp. 1-11[fecha de consulta 24 de enero 2022]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009012>.

**CONEJO J. ET AL.** Diluyentes utilizados en la conservación de semen porcino en estado líquido. [En línea], (2018). p.15. [Consulta 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.cic.umich.mx/proyectos-de-investigacion/2016-2017/proyectos-aprobados/75-facultad-medicina-veterinaria-y-zootecnia.html>.

**FUENTES, M. ET AL.** Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. Revista Electrónica de Veterinaria [en línea], (2006), 8(1) pp. 2-3, 7-8. [Consulta: 4 octubre 2021]. Recuperado en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010612.pdf>.

**GADEA, J.** El uso de semen porcino congelado. Suplemento Ganado Porcino. Mundo ganadero [en línea], (2004), 8(1) p.61. [Consulta: 4 octubre 2021]. Recuperado en: [https://www.researchgate.net/publication/28279805\\_El\\_uso\\_de\\_semen\\_porcino\\_congelado](https://www.researchgate.net/publication/28279805_El_uso_de_semen_porcino_congelado).

**GUTIÉRREZ AJ. ET AL.** Agua de coco, suero fetal bovino, Aloe vera y sus combinaciones para criopreservar semen ovino. Revista Arch Zootec. [en línea], (2006), 101 (4) p.5. [Consulta: 27 noviembre 2021]. Recuperado en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=852884&pid=S2311-2581201800010000400009&lng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=852884&pid=S2311-2581201800010000400009&lng=es).

**HERNÁNDEZ M.** Crio preservación Espermática en la Especie Porcina: Variabilidad Individual. [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria.

Murcia-España. 2007. pp. 15-19-32-20-23 (Consultado 11-07-2021). Disponible en: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/10982#page=1>.

**JOHNSON L.A. ET AL.** (2000). Use of boar spermatozoa for artificial insemination. III. Fecundity of boar spermatozoa stored in Beltsville liquid and Kiev extender for three days at 18°C. Revista J. Anim. Sci. [en línea], (2000), 54(1) pp. 13-16. [Consulta: 9 octubre 2021]. Recuperado en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7200975/>.

**JULCA, Alejandro.** Conservación de semen porcino en refrigeración, usando el dilutor con agua de coco (cocus nucifera l.). [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria De La Selva, Facultad De Zootecnia. Tingo María- Perú. 2014.pp.11-12-14-21. [Consulta: 2020-01-08]. Recuperado en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/833/TZT-620.pdf?sequence=1>.

**LE COZ, P.** Inseminación artificial en cerdos: La dilución y la conservación del semen. [En línea], (2017). p.12-16. Barcelona, España. [Consulta: 07 noviembre de 2020]. Recuperado en: [http://www.3tres3.com/inseminacion\\_artificial/la-dilucion-y-laconservacion\\_4032/](http://www.3tres3.com/inseminacion_artificial/la-dilucion-y-laconservacion_4032/)). Consultado el 15 de noviembre del 2012.

**LOSSADA, M. A.** Evacuación de dos diluyentes alternativos para la preservación de semen porcino bajo condiciones de refrigeración. (2013). p.13-17-22-32. [Consulta: 07 noviembre de 2020]. Recuperado en: <https://www.academia.edu/search?pubtype=journal-article&q=Lossada.Evacuaci%C3%B3n%20de%20dos%20diluyentes%20alternativos%20para%20la%20preservaci%C3%B3n%20de%20semen%20porcino%20bajo%20condiciones%20de%20refrigeraci%C3%B3n.&utf8=%E2%9C%93>.

**MAQUEDA, L.** Conservación de la calidad del semen: Diluyentes, empaques, temperatura y transporte. [En línea], (2008). p.16. Argentina. Disponible en: <http://www.pigsranch.com.ar/modules.php?name=News&file=article &sid=23>

**MENA, J.** Diluyente de recolección seminal porcino. [En línea], (2012). [Consulta: 11 noviembre de 2021]. Obtenido de: <http://www.magapor.com/es/>.



**MEDRANO, A.** Variación individual en la susceptibilidad del semen porcino al congelado-descongelado. Revista Scielo. [En línea], (1998), 47(1998), p.1. [Consulta: 11 marzo de 2022]. Recuperado en: <file:///D:/DISCO%20LOCAL%20D/Descargas/Dialnet-VariacionIndividualEnLaSusceptibilidadDelSemenPorc-278132.pdf>.

**MONTERO, A.** Definición y Estructura Del Espermatozoide. [En línea], (2008). p. 4 [Consulta: 11 noviembre de 2021]. Recuperado: <http://es.scribd.com/doc/8481761/Definicion-y-Estructura-Del-Espermatozoide>

**NOTICIERODIARIO.** ¿Qué significa Espermático. [En línea], (2021). p1. [Consulta: 27 noviembre de 2021]. Obtenido de: <https://noticierodiario.com/ocio/que-significa-espermatico>.

**OCHOA G, ET AL.** Evaluación de semen porcino conservado en diluyentes de larga duración. Pruebas in vitro/Conservation of pig semen. Revista Computadorizada de Producción Porcina. [En línea], (2008), 15(1), p. 4-15 [Consulta: 11 abril de 2021]. Recuperado en: [http://www.iip.co.cu/R CPP/153/153\\_10artGOchoaB.pdf](http://www.iip.co.cu/R CPP/153/153_10artGOchoaB.pdf).

**PÉREZ Christian.** Motilidad o movilidad espermática: qué es y valores normales. Ser padres [En línea], (2020). p.1 [Consulta: 11 agosto de 2021]. Recuperado en: <https://www.serpadres.es/antes-del-embarazo/fertilidad/articulo/motilidad-o-movilidad-espermatica-que-es-y-valores-normales-491582288369#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20motilidad%20esperm%C3%A1tica%3F%20Consiste%20b%C3%A1sicamente%20en,correctamente%2C%20lo%20que%20puede%20terminar%20ocasionando%20infertilidad%20masculina>.

**RUGELES. Et al.** Viabilidad de semen porcino refrigerado con diluyente MRA. Revista Científica. [En línea], (2013), 23(3), pp. 12-17-207-209. [Consulta: 11 agosto de 2021]. Recuperado en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/37188/Articulo-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**RUEDA M.** Diluyentes para la conservación de semen porcino. Revista Computadorizada de Producción Porcina. [En línea], (2011), 12(2), pp. 5-72. [Consulta: 11 agosto de 2021]. Recuperado en: [http://www.iip.co.cu/R CPP/181/181\\_02artresMRueda.pdf](http://www.iip.co.cu/R CPP/181/181_02artresMRueda.pdf).

**RODRÍGUEZ, H.** Evaluación de la calidad seminal en el verraco. Avances en tecnología porcina, [En línea], (2013), p. 23-34. [Consulta: 11 abril de 2021]. Obtenido de: <http://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/21.pdf>.

**SALAZAR Carina.** Evaluación del dipol como diluyente de recolección seminal y su efecto sobre la conservación y fertilidad de semen refrigerado de verraco. [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Ciencias Pecuarias, Escuela De Ingeniería Zootécnica. Riobamba- Ecuador. 2014.p. 10 [Consulta: 2021-10-08]. Recuperado en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3771/1/17T1239.pdf>.

**SUHEVIC J. ET, AL.** Influencia de diferentes diluyentes de precongelado en el congelado /descongelado de semen porcino. Revista Spermova. [En línea], (2015), 5(1), p. 1. [Consulta: 11 agosto de 2021]. Recuperado en: [https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Torres-6/publication/282463189\\_Influencia\\_de\\_diferentes\\_diluyentes\\_de\\_precongelado\\_en\\_el\\_congelado\\_descongelado\\_de\\_semen\\_porcino/links/56e00f4f08ae9b93f79c20e3/Influencia-de-diferentes-diluyentes-de-precongelado-en-el-congelado-descongelado-de-semen-porcino.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Torres-6/publication/282463189_Influencia_de_diferentes_diluyentes_de_precongelado_en_el_congelado_descongelado_de_semen_porcino/links/56e00f4f08ae9b93f79c20e3/Influencia-de-diferentes-diluyentes-de-precongelado-en-el-congelado-descongelado-de-semen-porcino.pdf).

**TN RELACIONES.** Crioconservación. Glosario-definición. [En línea], (2021), p.1. [Consulta: 11 abril de 2021]. Obtenido de: <https://www.tnrelaciones.com/glosario/definicion-crioconservacion/>.

**TREJO, C. ET AL.** Agua de coco (cocus nucifera) como diluyente para semen fresco de conejo en la inseminación artificial. Revista Scielo. [En línea], (2013), 62(238), pp. 8-10. [Consulta: 11 agosto de 2021]. Recuperado en: <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v62n238/art17.pdf>.

**TORRES P. et al.** Análisis de diluyentes comerciales de semen porcino refrigerado durante 4 días. Revista Scielo. [En línea], (2014), 63(243), pp. 12-20. [Consulta: 11 abril de 2021]. Recuperado en: <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v63n243/nota2.pdf>.

**UNIVERSIDAD DE NAVARRA.** Catabolito. Diccionario médico. [En línea], (2020). p.1 [Consulta: 11 marzo de 2021]. Recuperado en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/catabolito>.

**VALDEZ Michelle.** Evaluación de la viabilidad de semen porcino tratado con estreptolisina o (slo). [En línea] (Trabajo de Titulación) (Maestría). Universidad Veracruzana, Facultad De Medicina

Veterinaria Y Zootecnia. Veracruz- México. 2015.p. 14 [Consulta: 2021-02-08]. Recuperado en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/39905/ValdesCanoMichelle.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

**VETERINARIA.** Los diluyentes de inseminación artificial porcina. Portal veterinario. [En línea], 2015, p.1. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/2736/los-diluyentes-de-inseminacion-artificial-porcina.html>.

**WILLIAM S. et al.** (2015). Congelación de semen porcino: resultados y avances en la técnica. Trabajos de investigación. [En línea], (2015), 3(1), pp. 14-16. [Consulta: 11 mayo de 2021]. Recuperado en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/47888/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/47888/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**ZENG, W. & TERADA, T.** Protection of boar spermatozoa from cold shock damage by 2-hydroxypropyl-beta-cyclodextrin. Revista Theriogenology Jan. [En línea], (2015), 55(2), p.13. [Consulta: 11 mayo de 2021]. Recuperado en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11233787/>.





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13/06/2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Clara Alexandra Caiza Cuzco
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Zootecnia
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Zootecnia
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



Firmado digitalmente por:  
CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ



1067-DBRA-UTP-2022