



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria de Colombia
Institución Universitaria Personería Jurídica N°2599-86 M.E.N.

**LA U VERDE
DE COLOMBIA**

**FUNDACIÓN AGRARÍA DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DILUYENTES NATURALES Y SINTETICOS EN LA PRESERVACION DE SEMEN BOVINO
EN COLOMBIA**

**MONOGRAFIA DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO ACADÉMICO EN MEDICINA
VETERINARIA**

PRESENTADO POR:

**CRISTIAN CAMILO LADINO ZAMBRANO ID: 9765
LINA VANESSA LÓPEZ DURAN ID: 9303**

**DOCENTE TUTOR: CESAR GOMEZ
BOGOTÁ D.C
FEB 2024**

Tabla	de	contenido
INTRODUCCIÓN.....		3
OBJETIVOS.....		4
OBJETIVO GENERAL.....		4
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....		4
RESUMEN		5
MARCO DE REFERENCIA		7
PROCESO DE EXPORTACIÓN DE MATERIAL GENÉTICO EN COLOMBIA.....		7
ORIGEN DE LOS BOVINOS		7
SEMEN BOVINO.....		8
ORIGEN DEL SEMEN		8
ESPERMATOZOIDE		9
ESTRUCTURAS Y FUNCIONES		10
ESPERMATOGÉNESIS		10
COLECCIÓN DE SEMEN BOVINO.....		11
CUALIDADES DE LOS ESPERMATOZOIDES.....		11
CRIOPRESERVACIÓN DE SEMEN BOVINO		12
DILUYENTE		13
DILUYENTES SINTETICOS		16
DILUYENTES NATURALES.....		18
MÉTODOS Y TÉCNICAS DE TRABAJO		22
RECOPIACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS		22
FASES METODOLÓGICAS FASE I. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN		23
FASE II. CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN		23
FASE III. ANÁLISIS DE LOS TEMAS CLASIFICADOS EN EL DESARROLLO DE OBJETIVOS.		23
CRITERIOS METODOLÓGICOS		24
RECURSOS Y MATERIALES.....		24
REVISIÓN SISTEMÁTICA Y ANALÍTICA.....		25
CONCLUSIONES		32
BIBLIOGRAFIA		33

INTRODUCCIÓN

Un diluyente es una solución acuosa usada para incrementar el volumen del eyaculado a fin de conseguir las dosis necesarias que se distribuyen en pajillas, preservando las características funcionales de las células espermáticas y el nivel de fertilidad adecuado. César Augusto Gómez Velásquez, precisó que el diluyente sirve para disminuir la concentración, elevar la cantidad y así sacar entre 200 y 300 pajillas por cada eyaculado. (Contexto Ganadero, 2019)

Un diluyente debe tener características especiales. La primera es que proteja las células sexuales de los cambios de temperatura, deben proveer de energía necesaria para que los espermatozoides, una vez descongelados, recuperen la viabilidad y vitalidad para fecundar, capacidad amortiguadora para evitar cambios de pH y neutralizar los ácidos resultantes del metabolismo del esperma, así como controlar contaminantes microbianos. (Contexto Ganadero, 2019)

Es imperativo valorar y contrastar los diluyentes en Colombia para determinar cuáles son los más efectivos y adecuados para las condiciones y características de la ganadería del país. (Purohit et al., 2023)

En este contexto, se reitera la importancia de los diluyentes de semen bovino para mantener la viabilidad y el potencial de fertilidad del semen durante la fase almacenamiento y transporte del semen. (Cabrera, 2021) de cara a procesos de exportación de material genético y/o comercialización interna del mismo.

En Colombia, falta información y estudios específicos sobre la eficacia y comparación entre diluyentes naturales y sintéticos disponibles en el mercado, a pesar de la importancia de los diluyentes de semen bovino en la reproducción animal. Los productores de ganado bovino experimentan incertidumbre y dificultad para la tomar decisiones informadas debido a esta situación (Julieth et al., 2020)

La calidad del diluyente utilizado para conservar y transportar el semen bovino es esencial para garantizar mejores resultados reproductivos. La revisión bibliográfica propuesta busca mitigar esta brecha de conocimiento y ofrecer pautas prácticas para mejorar las técnicas de

IA en el contexto colombiano y la óptica de estudio de los dilutores implementados. (Calderón et al., 2015)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Comparar las características físicas y químicas de los diluyentes naturales y sintéticos utilizados en la preservación de semen bovino en Colombia mediante una revisión bibliográfica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir y profundizar sobre las diferentes clases de diluyentes (Naturales y sintéticos) de semen bovino que se pueden utilizar en biotecnologías reproductivas, reflejando ventajas y desventajas en términos de accesibilidad, costos y disponibilidad en el mercado colombiano.
- Analizar los resultados faciliten la elección y el uso eficiente de diluyentes a productores nacionales de ganado bovino, considerando aspectos técnicos, económicos y sustentables.
- Contribuir al desarrollo de mejores prácticas en la reproducción bovina en Colombia, proporcionando información actualizada y relevante sobre los diluyentes naturales y sintéticos disponibles en el país.

RESUMEN

Un diluyente en la reproducción bovina es una solución acuosa que aumenta el volumen del eyaculado y facilita su distribución en pajillas, manteniendo la funcionalidad celular y la fertilidad adecuada.

Las características de estos diluyentes incluyen proteger las células sexuales de cambios de temperatura, proveer energía para la viabilidad espermática, mantener el pH y neutralizar ácidos, y controlar contaminantes microbianos.

En Colombia, es importante evaluar y comparar los diluyentes disponibles para determinar su eficacia en las condiciones ganaderas locales, especialmente en procesos de exportación y comercio de material genético. La falta de estudios específicos en el país genera incertidumbre entre los ganaderos y dificulta la toma de decisiones informadas en reproducción animal.

La calidad del diluyente en la conservación y transporte del semen bovino es fundamental para obtener resultados reproductivos óptimos, por lo que se requieren investigaciones y pautas prácticas para mejorar las técnicas de inseminación artificial en Colombia.

En la conservación del semen bovino en Colombia, se han utilizado tanto diluyentes bovinos sintéticos como naturales. Los diluyentes sintéticos se crean en laboratorio utilizando sustancias químicas, mientras que los diluyentes naturales están compuestos de ingredientes de origen vegetal o animal.

A pesar de que ambos tipos de diluyentes tienen sus ventajas y desventajas, en Colombia, los diluyentes naturales podrían ser más beneficiosos debido a su capacidad para mejorar la calidad del semen, reducir costos y ser más respetuosos con el medio ambiente en comparación con los diluyentes sintéticos.

PALABRAS CLAVE:

Diluyente, Semen bovino, Biotecnología de la reproducción.

ABSTRACT

A diluent in bovine reproduction is an aqueous solution that increases the volume of the ejaculate and facilitates its distribution into straws, maintaining cellular functionality and adequate fertility.

The characteristics of these extenders include protecting sex cells from temperature changes, providing energy for sperm viability, maintaining pH and neutralizing acids, and controlling microbial contaminants.

In Colombia, it is important to evaluate and compare the available diluents to determine their effectiveness in local livestock conditions, especially in export and trade processes of genetic material. The lack of specific studies in the country generates uncertainty among ranchers and makes it difficult to make informed decisions in animal reproduction.

The quality of the extender in the conservation and transportation of bovine semen is essential to obtain optimal reproductive results, which is why research and practical guidelines are required to improve artificial insemination techniques in Colombia.

In the conservation of bovine semen in Colombia, both synthetic and natural bovine extenders have been used. Synthetic thinners are created in the laboratory using chemicals, while natural thinners are composed of ingredients of plant or animal origin.

Although both types of extenders have their advantages and disadvantages, in Colombia, natural extenders could be more beneficial due to their ability to improve semen quality, reduce costs, and be more environmentally friendly compared to diluents. synthetics.

KEYWORDS:

Diluent, Bovine semen, Reproductive biotechnology.

MARCO DE REFERENCIA

PROCESO DE EXPORTACIÓN DE MATERIAL GENÉTICO EN COLOMBIA

El proceso se deriva en 4 fases que son: 1.^a Fase: Selección, recolección y procesamiento del semen o material genético. 2.^a Fase: Estudió de la información recopilada y definición de métodos. 3.^a Fase: Establecimiento de un manual de procesos y operaciones. 4.^a Fase: Divulgación del manual con el equipo médico y directivo. Estas fases reflejan un enfoque estructurado y planificado para garantizar la calidad y la consistencia en la manipulación del material genético, esencial en entornos veterinarios y de reproducción asistida, además de la documentación divulgada de los procesos que contribuyen a la transparencia y la eficiencia para mejorarlos. (Duran ,2022)

Posterior a su aprobación se debe considerar los siguientes requisitos sanitarios de Bioseguridad que el Instituto Colombiano Agropecuario -ICA Resolución No. 00001577 estandarizo que son:

- Registro de centrales de recolección y procesamiento
- Unidad de procesamiento
- Unidad de recolección
- Importación de material genético de especies de interés zootécnico. (ICA,2022)

ORIGEN DE LOS BOVINOS

El ganado bovino productor de leche, carne y cuero en algunas regiones. Por ser un animal doméstico tranquilo y sociable, lo ponen como un exponente apto para la gestión de producción. El hecho de que los bovinos sean considerados animales domésticos de hace miles de años ha dado lugar a numerosas razas distintas en todo el mundo, cada una con sus características y habilidades diversas para la producción (Buitrago & Pérez, 2008)

La llegada de ganado bovino con los conquistadores españoles ocurrió en los primeros años después del descubrimiento de América en 1492 esos primeros viajes de Colon, se introdujeron animales como vacas y toros en las Antillas mayores. La introducción de ganado bovino por los españoles en América tuvo impacto significativo en el desarrollo de la ganadería en el continente. Los animales se reprodujeron y se multiplicaron en el hábitat favorable de las Antillas y posteriormente se llevaron al territorio continental, contribuyendo al

desarrollo de los ganados criollos en América del Norte, América Central y América del sur. (Vásquez et al., 2006)

SEMEN BOVINO

Líquido celular que contiene gametos masculinos y secreciones del sistema reproductor una vez se mezclan en el momento de la eyaculación (Carpio, 2015)

ORIGEN DEL SEMEN

CONDUCTOS DEFERENTES: Se origina en la cola del epidídimo, es una estructura ubicada en la parte posterior del testículo, conectando con la uretra pelviana, asciende por la cara medial de la binza, lo que se refiere probablemente a la túnica albugínea, una capa fibrosa que recubre los testículos acompañando a la arteria y vena espermática, que son los vasos sanguíneos que suministran sangre al testículo, acompañado del musculo cremáster externo que es un musculo delgado que forma parte del cordón espermático y se origina los músculos oblicuos internos del abdomen, penetrando al abdomen a través del trayecto inguinal, que es una abertura en la pared abdominal a nivel de la cara dorsal de la vejiga urinaria, se dilata formando ampolla del conducto deferente (Espinosa & Walter, 2012)

GLÁNDULAS SEXUALES ACCESORIAS: La presencia y funciones de estas glándulas pueden variar entre especies animales, es importante destacar que estas glándulas contribuyen a la composición del semen, además hace referencias a las glándulas uretrales o de Littre y prepucales, sin embargo, se reconoce que se sabe poco acerca de su composición y función específica dentro del semen, cada glándula tiene su papel en el proceso reproductivo. (Espinosa & Walter, 2012)

GLÁNDULAS VESICULARES: Medina (2007) dice que estas producen una parte significativa del semen y participan en la secreción de un líquido rico en fructosa, que se proporciona energía a los espermatozoides y otras sustancias que facilitan la movilidad de los espermatozoides.

PRÓSTATA: Ubicada hacia la parte caudal en dirección hacia la cola de las glándulas vesiculares y bulbouretrales, la secreción de la próstata se vierte junto con el semen en el momento de la eyaculación a través de un numeroso conducto que se abren hacia la uretra

pelviana, en lateral del colículo seminal, mide aproximadamente 2.5cm de ancho por 1-1.5cm de grosor dado estas dimensiones la hacen palpable a través del recto (Hafez,1987)

GLÁNDULAS DE COWPER: Se ubican a ambos lados de la uretra pelviana, cerca del arco isquiático, son ovoides en forma debido a su pequeño tamaño , son difíciles de palpar en el ganado ,contribuyen muy poco al volumen del líquido seminal ,a diferencia de las glándulas vesiculares o la próstata, las glándulas de Cowper no son una fuente principal de secreciones para el semen la secreción de estas glándulas ayudan a eliminar residuos y neutralizar la acidez residual de orina de la uretra proporcionando lubricación para facilitar la eyaculación limpiando la uretra de posibles contaminantes y preparar el camino para la eyaculación de semen.(Medina et al.,. 2007)

EL PLASMA SEMINAL es una mezcla de líquidos secretados por diversas glándulas sexuales accesorias, incluyendo las glándulas vesiculares y los conductos deferentes, el comportamiento principal del plasma seminal es el agua ,que representa aproximadamente el 75% de su composición ,actúa como vehículo para los espermatozoides, facilitando su transporte desde el sistema reproductor del macho durante la eyaculación, activando al espermatozoides especialmente aquellos que inicialmente no son móviles suministrando nutrientes con un medio rico taponando, contribuyendo a mantener la supervivencia de los espermatozoides después de su deposición en el aparato genital de la hembra además de agua el plasma seminal contiene sustancias orgánicas e inorgánicas que actúan como protectores y nutrientes para los espermatozoides, es isotónico o neutro , lo que significa que tiene un concentración de solutos similar a la de las células , el pH del plasma seminal se mantiene muy cercano a 7.0 debido a un sistema amortiguador complejo .Este equilibrio ayuda a proteger a los espermatozoides de cambios bruscos de pH que podrían ser perjudiciales para su supervivencia . (Buitrago & Pérez, 2008)

ESPERMATOZOIDE

Los espermatozoides, que son los gametos del macho, se forman en los túbulos seminíferos de los testículos mediante el proceso de espermatogénesis, tiene una estructura alargada con una cabeza aplanada que contiene núcleo y una cola que proporciona motilidad celular necesaria. Esta adaptación estructural permite a los espermatozoides moverse a través del tracto reproductor de la hembra hacia el óvulo durante la fertilización. La motilidad de la cola

es esencial para que los espermatozoides alcancen con éxito el óvulo y participen en el proceso de fertilización (Muñoz,2011)

ESTRUCTURAS Y FUNCIONES

AXONEMA: Se refiere al eje interno del flagelo o proyección móvil del espermatozoide que le permite desplazarse. El flagelo es una estructura filamentosa que se encarga de propulsar al espermatozoide, permitiéndole moverse de manera activa. (Viotti,2011)

ACROMOSOMA: Es el revestimiento de la cabeza del espermatozoide. Su función principal es perforar la membrana del óvulo durante la fecundación, facilitando la entrada del material genético del espermatozoide en óvulo. (Palma,2001)

ÓSMOSIS: proceso por el que las moléculas de agua se desplazan por una membrana semipermeable que separa soluciones de diferentes concentraciones. El agua tiende a moverse desde un área de menor concentración de solutos hacia un área de mayor concentración, buscando igualar las concentraciones a ambos lados de la membrana. Hace referencia a la capacidad del espermatozoide para captar agua cuando se encuentra en un medio hipo osmótico. Un medio hipoosmótico tiene una concentración de solutos menor que la del citoplasma del espermatozoide, lo que podría llevar a la entrada de agua en la célula. La resistencia osmótica es importante para mantener la integridad y funcionalidad de la célula en diferentes condiciones ambientales. (Hidalgo et al.,2005)

ESPERMATOGÉNESIS

Es la suma de las divisiones mitóticas y meióticas de células espermáticas precursoras que ocurren dentro de los túbulos seminíferos y resultan en la formación de espermatozoides. El proceso comienza en la pubertad y continúa durante la vida adulta, en cuanto a la duración el toro varía según la especie, en bovinos el ciclo completo desde la formación de células precursoras hasta la madurez de los espermatozoides toma unos 60 a 64 días. Durante este tiempo las células pasan por varias etapas de desarrollo, incluyendo la proliferación y la diferenciación, hasta convertirse en espermatozoides maduros y listos para la eyaculación, se destaca que la duración exacta puede verse afectada por diversos factores como la salud general del toro y las condiciones ambientales. (Barrios.,2002)

COLECCIÓN DE SEMEN BOVINO

VAGINA ARTIFICIAL

El dispositivo es un tubo cilíndrico externo de tela de goma rígida con ciertas dimensiones específicas, como un diámetro de 6 cm, un espesor de 0.5-0.7 cm y longitudes variables para diferentes modelos 60 cm en el modelo grande y 40-50 cm el pequeño. En el extremo peneano donde el toro introduce el pene, se fija un disco de espuma de goma de 1.5 de espesor, y en el extremo opuesto se aplica un anillo de espuma de goma de la misma medida. Ambos y el disco y el anillo cumplen la función de evitar que el agua del intersticio desborde los extremos del cilindro hueco durante la inseminación artificial (Viotti,2011)

ELECTRO EYACULADO: Para los toros Bos Indicus, que tienden a ser más temperamentales, se utiliza el electro eyaculación. Este método implica el uso de estímulos eléctricos para inducir la eyaculación y recolectar el semen. Es crucial para la seguridad del personal y bienestar animal. (Parada & Ariza,2019)

HIGIENE Y SHOCK TÉRMICO: La higiene es esencial para garantizar la calidad del semen recolectado. Además, se debe tener cuidado para evitar cambios bruscos de temperatura que podrían afectar la viabilidad de los espermatozoides. La presencia de una vaca en celo durante la colecta con vagina artificial es una estrategia común para estimular la actividad sexual del toro. La detección de celo es un aspecto importante de la gestión de la reproducción en el ganado. (Muiño,2008)

CUALIDADES DE LOS ESPERMATOZOIDES

MOTILIDAD PROGRESIVA: Los espermatozoides deben poder moverse de manera activa y progresiva. La motilidad es crucial para su capacidad de alcanzar y fertilizar el óvulo. (Marco et al., 2018)

La evaluación cuantitativa, se mide directamente la cantidad de espermatozoides móviles en una muestra de semen, utilizando un microscopio para controlar el porcentaje de espermatozoides que están en movimiento. Este porcentaje puede expresarse como un valor numérico de (0-100%), esto es crucial para la capacidad de los espermatozoides para fertilizar un óvulo, en la evaluación cualitativa, se examina la calidad de movimiento más allá de la cantidad, utilizando una escala de 0 a 5 para clasificar la calidad del movimiento espermático en la escala se designan los valores según el tipo de movimiento observado, donde 0 podría

representar espermatozoides inmóviles y 5 podrían representar un movimiento rápido y progresivo con la evaluación cualitativa se considera aspectos como velocidad , la progresión la línea recta y otros parámetros para caracterizar el tipo de movimiento del espermatozoide .(Carrasco et al , 2023)

MORFOLOGÍA NORMAL: La forma y estructura del espermatozoide deben ser normales. Una morfología anormal puede afectar la capacidad del espermatozoide para llegar al ovulo y penetrarlo. Los espermatozoides requieren un metabolismo energético activo para mantener su motilidad y llevar a cabo las funciones necesarias durante el proceso de fertilización (Andrade et al.,2022)

CAPACIDAD PARA DESARROLLAR MOTILIDAD HIPERACTIVADA: La motilidad hiperactivada es un tipo de movimiento más vigoroso que los espermatozoides desarrollan cuando se acercan al óvulo. Es esencial para su capacidad de penetración (Quispe,2019)

INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LA MEMBRANA: la membrana que rodea al espermatozoide debe estar intacta y funcionar correctamente. La integridad de la membrana es esencial para su supervivencia y capacidad de interacción con el óvulo. (Andrade et al., 2022)

INTEGRIDAD DE LAS ENZIMAS ASOCIADAS CON LA FECUNDACIÓN: Las enzimas presentes en el espermatozoide desempeñan un papel clave en la penetración del ovulo. Su integridad y funcionalidad son fundamentales para el proceso de fecundación. (Córdova et al ., 2016)

CAPACIDAD DE PENETRACIÓN: Los espermatozoides deben tener la capacidad de penetrar las capas protectoras del óvulo para permitir la fusión de los materiales genéticos masculinos y femeninos. Durante la fertilización, el material genético del espermatozoide debe transferirse de manera efectiva al óvulo para que ocurra la formación de un embrión (Hidalgo et al.,2005)

CRIOPRESERVACIÓN DE SEMEN BOVINO

La crio preservación del semen ha revolucionado la industria ganadera al facilitar la conservación y distribución eficiente del material genético valioso. Esto ha contribuido

significativamente a la mejora genética y al desarrollo sostenible de poblaciones ganaderas con características deseables. (Cao et al.,2013)

La viabilidad espermática tiene diferentes etapas. a) Dilución en medios basados en yema de huevo o leche, el semen se diluye en un medio, suele contener componentes de estos, aportan nutrientes y factores beneficiosos para la viabilidad de los espermatozoides. b) Descenso gradual de temperatura sé en fría gradualmente para reducir o inhibir el metabolismo, este descenso controlado de la temperatura es esencial para evitar daños celulares debido a cambios bruscos. c) Equilibramiento en esta etapa la temperatura espermática y condiciones del medio ambiente antes de la congelación. Esto ayuda preparar las células para el proceso de congelación. d)Congelación, durante esta etapa el semen se congela a una temperatura muy baja, generalmente utilizando nitrógeno líquido. La formación de cristales de hielo se controla cuidadosamente para evitar daños celulares. e) Almacenamiento a temperaturas extremadamente bajas en tanques de nitrógeno para preservar su viabilidad a largo plazo) Descongelación antes del uso del semen se descongela gradualmente para evitar la viabilidad espermática. (Valdez., 2018)

El descubrimiento realizado por A. S Parkes y C.Polge en 1952 fue un avance significativo en las técnicas de congelamiento de semen. El uso exitoso de la glicerina como crioprotector permitió preservar la viabilidad de los espermatozoides durante el proceso de congelación y descongelación, la glicerina actúa como agente crioprotector al ayudar a prevenir la formación de cristales de hielo de las células espermáticas durante la congelación y afectar su viabilidad después de la descongelación, la incorporación de la glicerina como crioprotector fue un avance clave en la tecnología de congelamiento de semen y ha contribuido significativamente a la preservación exitosa de la viabilidad de los espermatozoides para su uso en la inseminación artificial y técnicas de reproducción asistida . (Marín., 2014)

DILUYENTE

Es una solución para preservar y transportar los espermatozoides con el objetivo de mantener su viabilidad y calidad durante la inseminación artificial. Los diluyentes juegan un papel fundamental en la conservación del semen y son utilizados en diferentes procesos

reproductivos, como la inseminación artificial la refrigeración del y la congelación del semen. (Carpio,.2015)

Los diluyentes están compuestos por una variedad de ingredientes que proporcionan un medio adecuado para los espermatozoides, algunos de los componentes comunes en el semen bovino. a) Sustancias nutritivas para proporcionar nutrientes que sustentan la viabilidad de los espermatozoides durante el almacenamiento o transporte. b) Buffers mantiene el pH en un rango óptimo y evita cambios bruscos que podrían dañar los espermatozoides. c) Crioprotectores como el glicerol para proteger de los daños durante la congelación. d) Antibióticos ayudando a disminuir el crecimiento bacteriano que podrían afectar la calidad del semen e) Estabilizadores que ayudan a mantener la integridad de las membranas celulares. (Valdez,.2018)

- a) Sustancias nutritivas la fructosa es un componente clave que proporciona energía a los espermatozoides a través de las rutas metabólicas de la glucólisis y el ciclo de Krebs. La glucólisis es especialmente importante para generar rápidamente adenosín trifosfato (ATP), que es esencial para la motilidad de los espermatozoides, la fructosa puede ayudar como crioprotector durante la criopreservación , las células espermáticas
- b) están expuestas a condiciones extremas de temperatura, y los crioprotectores ayudan a prevenir la formación de cristales de hielo que podrían dañar las células ,la metabolización de otros monosacáridos aunque la fructosa es el monosacárido predominante en el semen de carnero , las células espermáticas también pueden metabolizar manosa y glucosa si se agregan al diluyente, esto muestra la flexibilidad metabólica de los espermatozoides para utilizar diferente sustratos energéticos en si otros sustratos además de los monosacáridos , las células espermáticas de mamíferos también pueden hacer uso de otros sustratos como citrato y lactato para obtener energía . Estos compuestos pueden ser utilizados en las rutas metabólicas para mantener función y motilidad de los espermatozoides. (Valdez,.2018)
- c) Buffers desempeñan un papel crucial en la neutralización de los desechos ácidos producidos durante el metabolismo de las células espermáticas, como el ácido láctico. Mantener el equilibrio del pH es esencial para la supervivencia y la funcionalidad de los espermatozoides (Marín, .2014).
- d) Sustitución de fosfato por citrato de sodio, la elección del buffer ha evolucionado con el tiempo, el fosfato de sodio fue uno de los pioneros en la utilización, pero se ha sustituido

por el citrato de sodio debido a su capacidad mejorada para la supervivencia de los espermatozoides. Los buffers de zwitteriónicos, como los TRIS (trishidroximetilaminometano), MOPS (ácido 3N-Morfolino propanesulfónico), HEPES (N2-etanosulfónico) Y TES (N-Trishidroximetil metil-2 ácido aminoetano sulfónico), son compuestos que pueden aceptar o donar protones según sea necesario para mantener un pH constante. La inclusión de estos buffers ayuda a mejorar las variables de motilidad espermática y, cuando se combinan con el citrato, contribuyen a aumentar la integridad funcional de la membrana celular. (Yániz et al.,2011).

- e) Crioprotectores como el glicerol es considerado y ampliamente utilizados como unos de los más efectivos para la criopreservación de espermatozoides en diversas especies mamíferos .Su eficacia radica en su capacidad para atravesar las membranas celulares y proteger las células durante la congelación y descongelación ayudando a la penetración celular , lo que es esencial para proteger las membranas celulares durante la criopreservación ,esta capacidad de penetración permite que el glicerol alcance el interior de las células y evite la formación de cristales de hielo que podrían dañar las estructuras celulares , reduciendo el estrés osmótico durante la congelación debido al cambio en la concentración , por lo tanto la viabilidad de los espermatozoides haciendo que la estabilidad y facilidad de uso del glicerol es químicamente estable y fácil de manejar ,lo que hace practico el uso en procedimiento de criopreservación .Además es compatible con una variedad de medios de congelación y no interfiere con las funciones celulares. (Muiño ,2008)
- f) Antibióticos utilizados en los diluyentes de criopreservación del semen desempeña un papel crucial en el control de la contaminación bacteriana durante la recolección y procesamiento del semen como es el control de contaminación y crecimiento bacteriano la presencia de bacterias en el semen puede tener un impacto negativo en la calidad espermática. Los agentes antimicrobianos, como los antibióticos se incorporan a los diluyentes de criopreservación, el crecimiento bacteriano puede competir con las células espermáticas por los nutrientes presentes en el diluyente. Además, las bacterias pueden producir endotoxinas y metabolitos tóxicos que afectan la calidad del semen de manera negativa. (Valdez,.2018)

DILUYENTES SINTETICOS

ANDROMED

Es un concentrado estéril utilizado para la preparación de un diluyente sin yema de huevo destinado a eyaculados bovinos, se componen de diversos ingredientes incluyendo fosfolípidos, TRIS(Hidroximetil amino metano) ,ácido cítrico ,azúcar ,antioxidantes, tampones, glicerina antibióticos y agua extrema pureza se usa para la congelación de semen como para la conservación de semen fresco en el ámbito de la reproducción bovina ,cada frasco contiene 200ml de concentrado, lo que es suficiente para preparar 1.000ml de diluyente listo para el uso , contiene antibióticos con el estándar de la Unión Europea:EC normal 88/404 como lo son la tilosina al (5mg), gentamincina (25mg) ,espectinomicina (30mg) y lincomicina (15mg).(Diaz & López ,2018)

Según Parada y Ariza (2019), respalda la eficacia y la similitud entre el diluyente a base de coco y el diluyente Andromed demostrando eficacia en la motilidad masal y motilidad individual, así como la idoneidad para la inseminación artificial a tiempo fijo son aspectos clase en la evaluación de la calidad del diluyente.

ANDROSTAR PLUS

Diluyente de semen está diseñado para proteger la membrana celular de los espermatozoides durante períodos prolongados ,especialmente a temperaturas de congelación , contiene lípidos que pueden ayudar a estabilizar y proteger la membrana celular de los espermatozoides durante periodos prolongados ,permite un rango amplio de temperatura durante el proceso de dilución, que va de 5°C hasta 25 °C proporcionando flexibilidad en el manejo del semen durante el proceso de preparación , lo que puede ser beneficioso para los procedimientos de reproducción asistida .(Weitze, 2014)

BOTU-BOV

Mejora los índices de congelabilidad de eyaculados, analizando el diluyente Botu-Bov en comparación con lecitina de soja como (Bioxcell) y el TRIS , determinando diferencias sólidas en los patrones de movimiento del espermatozoide de Bos tauris y Bos indicus , mostrando superioridad al imprimir un mejor mantenimiento de la viabilidad del espermatozoide post-congelación.(Almeida , 2018)

BILADYL

Diluyente comercial a base de proteína animal yema de huevo generando un acceso protector que realizan los fosfolípidos y lipoproteínas presentes en la membrana espermáticas evitando la desestabilización del choque térmico y de membrana en sus componentes también se pueden encontrar Tris, ácido cítrico, glucosa, agua y antibióticos. En estudios realizados presentan altas tasas de supervivencia y longevidad espermática (Gadea, 2003)

BIOXCELL

Compuesto utilizado en la criopreservación de semen que se caracteriza por no contener proteína animal. Esto ayuda a reducir la probabilidad de colonización bacteriana durante el proceso de almacenamiento y transporte del semen, sus componentes principales lecitina de soya que es un emulsionante ayudando a estabilizar las membranas celulares y proteger la integridad de los espermatozoides contiene antibióticos como lincomicina, espectomicina, gentamicina y tilosina, en diferentes estudios se descubrieron varias ventajas y desventajas al no tener proteína animal se reduce el riesgo de contaminación bacteriana, se han reportado discrepancias en los resultados sobre la motilidad espermática antes y después de la congelación, lo que sugiere que los efectos del diluyente pueden variar en diferentes condiciones de almacenamiento y procesamiento. (Molano & Lombana, 2021)

BOVIFREE

Diluyente innovador libre de proteína animal y liposomas, efecto antioxidante efectivo con protectores de membrana espermática y un sistema tampón que proporciona protección a los espermatozoides durante la congelación y descongelación (Weitze, 2014)

DILUTOR TRIS

El TRIS "hydroxymethyl-aminomethane" también conocido como hidroximetil amino metano, su fórmula química es $(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2$. Como función principal haciendo de tampón biológico de ácidos nucleicos y proteínas, donde es fundamental mantener un entorno estable para preservar la integridad y la funcionalidad amortiguadora osmótica de baja toxicidad se usa en la criopreservación de semen para mantener el pH de una solución de un rango constante

típicamente entre 7 a 8 de pH, neutralizando los residuos espermáticos ,principalmente el ácido láctico . (Quispe,2019)

TRILADYL

Está compuesto por varios ingredientes, incluyendo TRIS(Hidroximetil amino metano), ácido cítrico, azúcar, tampones, glicerina, antibióticos y agua estéril, usado específicamente para la congelación de semen bovino en un solo paso , cada frasco contiene 250g de concentrado lo que es suficiente para preparar 1250g de diluyente ,el contenido antibiótico cumple con el estándar de la normal EC:88/407 ,lo que se recomienda es 1:8 de dilución o sea 1 parte de semen y 8 de partes de diluyente, contiene antibióticos específicos por cada 100ml de diluyente preparado Tilosina 5.7mg, Gentamician 28.6mg,Espectinomicina 34.3 mg , lincomicina 17.2mg estos antibióticos están destinados a tener propiedades antibacteriales para ayudar a la viabilidad del semen y prevenir infecciones durante el proceso de congelación (Diaz & López,2018)

DILUYENTES NATURALES

AGUA DE COCO

El agua de cómo tiene como componentes sales minerales como cobre, zinc, hierro, ácido fólico y fósforo, entre otros nutrientes que pueden tener propiedades beneficiosas para la salud y pueden desempeñar un papel en la preservación de la calidad del semen, tradicionalmente el agua de coco se ha utilizado como un medio para preservar el semen fresco, se cree que sus propiedades podrían contribuir a mantener la viabilidad y la calidad del semen. (Diaz & López, 2018)

Diluyente a base de agua de coco como ventaja es conocida por contener nutrientes como electrolitos, azúcares y antioxidantes, estos componentes podrían tener propiedades que benefician la viabilidad de los espermatozoides, como desventaja y consistencia del agua de coco, en congelación de semen tiene efecto benéfico en la movilidad y viabilidad de los espermatozoides en relación con otros diluyentes naturales como es la leche descremada (Trigoso,2017)

ALOE VERA

El aloe vera se identifica como una sustancia surfactante teniendo la capacidad de reducir la tensión entre dos superficies, se han descrito estudios exitosos comerciales en la criopreservación del semen, con resultados positivos en la disminución de la mortalidad espermática. La reducción de la mortalidad espermática podría indicar una mayor viabilidad de los espermatozoides, aunque no se aclara el modo de acción exacto, se sugiere que puede aumentar la permeabilidad, volviendo más poroso la membrana y evitando su destrucción durante el proceso de criopreservación (Díaz & López, 2018)

LECHE DESCREMADA

Es descrita como un líquido orgánico con propiedades biológicas beneficiosas para la conservación de los espermatozoides capacidad de amortiguación, bactericida, viscosidad adecuada y abundancia de carbohidratos, que proporcionan energía. La Lactosa presenta en la leche confiere propiedades crioprotectoras. Se destaca el diluyente a base de leche descremada reconstituida más utilizado en la refrigeración de semen, conocido como el diluyente de Corteel este diluyente tiene buenas propiedades conservantes a una temperatura de 15°C, aunque se muestra ineficaz a 5°C. Se describe como un proceso minucioso de elaboración y conservación. (Vaca 2017)

LECITINA DE SOJA

La lecitina de soja tiene una fracción lipoproteica de baja densidad, similar a la yema de huevo. Esta similitud tiene como objetivo proteger la integridad de la membrana de fosfolípidos durante la criopreservación, como una ventaja de ser origen vegetal es la estandarización de componentes y la eliminación de riesgos de contaminación en comparación a la yema de huevo estas consideraciones son especialmente relevantes en el contexto de bioseguridad y el transporte internacional de semen. (Almeida, 2018)

YEMA DE HUEVO

Actúa como protector y conservador del espermatozoide, aunque es reconocido y ampliamente utilizado, se destaca la advertencia de que su exceso puede ser contraproducente en el mantenimiento de la integridad ultraestructural del espermatozoide. El diluyente puede tener consecuencias negativas, como afectar la fecundación, la descompensación nuclear normal de la cromatina o alterar la viabilidad del embrión (Espinosa, 2012)

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SINETICO	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización internacional. • Reducción de riesgos de contaminación y transmisión de agentes patógenos. • -En comparación experimentan entre el Botubov vs otros diluyentes evidencio superioridad en términos de viabilidad espermática post congelación 	<ul style="list-style-type: none"> • Estos diluyentes están compuestos por sustancias o sustratos industrializados y son productos importados con eficiencia aprobada, pero de alto costo difícil adquisición lo que en muchas ocasiones encarece el proceso de producción • El tris tiene un alto grado de pureza en forma de cristales de un pH 7-9, pero los espermatozoides resulta en la formación de iones H⁺ lo que puede provocar acidificación del medio ambiente y así reduce la longevidad y la capacidad fecundante del espermatozoide
NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> • La lactosa presente en la leche de vaca puede aumentar la eficiencia de los diluyentes de semen. 	<ul style="list-style-type: none"> - La presencia de productos de origen animal puede interferir y dificultar la evaluación microscópica y los ensayos metabolitos y bioquímicos del semen diluido • Pueden alterar la integridad estructural y funcional de los espermatozoides descongelados • Se ha reportado que los productos origen natural pueden contener endotoxinas y microorganismos

		<p>patógenos como Campylobacter, Escherichia coli, Haemophilus, Listeria, Mycoplasma, Pseudomonas Staphylococcus, Streptococcus, y Salmonella, así como el virus de la influenza aviar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debido a la gran cantidad de grasa derivados de la lactosa provoca aglutinación de los espermatozoides
--	--	---

Fuente: Almeida (2028); Adaptado por los autores

	Natural	Sintético
Tipo Diluyente	H2O Coco	Andromed
Mililitro Diluyente	50 ml	4:1
Ph	6,5	6
Tipo de agua	Destilada	Estéril
Crio Protector	Yema de huevo	LECITINA DE SOYA
Temperatura Semen	37,5°C	37,5°C
Concentración Esperma.	600	550
Volumen	12 ml	6ml
Motilidad Individual	0,8	0,85
Motilidad Grupal	0,8	0,8
Recuperación espermática	Sin capacidad	0,57

Fuente: Raudales & Cerrato (2006); Adaptado por los autores

	Sintético	Sintético
Diluyente	Triladyl	Steridyl®
Concentrado	250 g	500 ml

Agua	750 ml	750 ml
Crioprotector	250 g yema de huevo	Incluido
Temperatura	5 °C	5 °C
tasas de no retorno 28 días	0,82	0,81
tasas de no retorno 56 días	0,72	0,73

Fuente: Raudales & Cerrato (2006); Adaptado por los autores

	Sintético	Natural
Diluyente	Continental Two Step	Leche descremada UHT
Temperatura	35°C	29°C
Motilidad Grupal	76%	70%
Motilidad Individual	30,7%	25,4%
Recuperación espermática	41.6%	33.7%
Calidad Biológica	30,7% A probado	25,4 No adecuado
Muestras Aptas	70	35
Muestras no Aptas	30	65

Fuente: Raudales & Cerrato (2006); Adaptado por los autores

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE TRABAJO

Esta investigación está dirigida al estudio del tema diluyentes de semen bovino naturales y sintéticos, para realizarla se implementó una metodología descriptiva, con enfoque documental, se revisaron fuentes disponibles en la red. Se realiza la investigación del tema seleccionado en este caso; la problemática es la falta de información y conocimiento sobre el uso y la eficacia de los diluyentes naturales y sintéticos en la reproducción bovina en Colombia, en buscadores científicos, compilando estudios, investigaciones y conceptos cuyo contenido sea actual y relevante lo más ajustado al propósito del tema.

RECOPIACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Para la obtención y compilación de artículos se incluyeron parámetros de inclusión y exclusión:

Tipo de estudio: Se realizó un estudio descriptivo, monografía de compilación.

Línea de investigación: Biotecnología de la reproducción bovinos

FASES METODOLÓGICAS

FASE I. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica disponible sobre diluyentes de semen bovino. Se deben recabar estudios previos relacionados con los diluyentes utilizados, su composición, efectos sobre la calidad del semen y su capacidad para preservar la viabilidad espermática se obtiene la información de artículos científicos de revistas indexadas, estudios e investigaciones y estadísticas referente al tema de estudio.

IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE FUENTES.

- Búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas y portales especializados.
- Utilización de palabras clave relevantes.
- Selección de fuentes de mayor relevancia y calidad científica.

FASE II. CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

A partir de la revisión bibliográfica, se seleccionan aquellos diluyentes de semen bovino más utilizados y relevantes en la investigación científica. Se deben considerar tanto diluyentes comerciales como diluyentes caseros utilizados en la práctica.

ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- Lectura crítica de cada fuente seleccionada.
- Extracción de información relevante sobre diluyentes de semen bovino en Colombia.
- Organización de la información en categorías o temas principales.

FASE III. ANÁLISIS DE LOS TEMAS CLASIFICADOS EN EL DESARROLLO DE OBJETIVOS.

- Análisis de diluyentes naturales y sintéticos existentes.
- Evaluación de la composición, modos de acción y características de los diluyentes.
- Análisis de las ventajas y desventajas específicas de cada tipo de diluyente.
- Comparación entre los diluyentes disponibles en el mercado.
- Examen de estudios previos que evalúen la eficacia de los diluyentes.

CRITERIOS METODOLÓGICOS

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Estudios e investigaciones autores de 1er nivel sobre estudios de diluyentes de semen bovino.
- Artículos publicados los años del 2013 a 2023
- Estudios que abarquen tanto diluyentes naturales como sintéticos.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Información incompleta en boletines, folletos sin sustentación de referencia bibliográfica.
- Fuentes de carácter no científico de primer nivel blogs.
- Artículos que requieran pago por acceso.
- Estudios que no hicieron referencia al tema principal.

LECTURA Y ANÁLISIS DE LOS ARTÍCULOS

- Se evaluará la calidad, validez y relevancia de los estudios incluidos en la revisión.
- Se discutirá la consistencia y las discrepancias entre los hallazgos de los diferentes estudios.

RECURSOS Y MATERIALES

Recursos Humanos	Recursos virtuales	Materiales	Escritorio
Director de proyecto	Libros virtuales	Computador	Búsqueda de artículos relacionados con dilutores seminales bovino filtrando los criterios de inclusión.
Evaluador	Conexión Internet		Se encuentran 78 artículos relevantes y referentes al tema.
Estudiantes desarrolladores	Plataformas académicas		Se excluyen 36 por temas repetitivos.
	portales especializados		Finalmente se opta por trabajar con 43 artículos.

REVISIÓN SISTEMÁTICA Y ANALÍTICA

A continuación, se verá reflejado el resultado de la síntesis de información de los artículos que mencionan diluyentes comerciales y diluyentes caseros utilizados en la práctica de biotecnologías de la reproducción.

De esta manera, en el siguiente cuadro se resume el compilado de información consultada.

AUTOR	TITULO	AÑO	REVISTA INDEXADA	CUARTIL
Almeida ,J.	Semen refrigerado e seu potencial de uso na inseminação artificial de búfalas (Bubalus Bubalis	2018	No repositorio: Universidad de Federal de Minas Gerais	
Andrade, A., Carreño, A., & Ortiz, D	<i>Función de las acuaporinas durante la criopreservación en el semen del caballo, cerdo y toro.</i>	2022	No repositorio: Universidad Antonio Nariño	
Anzar, M., Rajapaksha,K ,Boswall,L	Egg yolk-free cryopreservation of bull semen.Plos One	2019	DOI: /10.1371/journal.pone.0223977	Q2
Barrios, D.	<i>Evaluación de la calidad y capacidad fecundante de espermatozoides de la cola del epidimo de toros post mortem</i>	2002	No repositorio: Universidad central de Venezuela	
Buitrago, J. - Pérez, L.	<i>Comparación de dos diluyentes para la criopreservación de semen ovino</i>	2008	No repositorio: Universidad de la Salle	
Bustamante, Salazar	Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades	2018	ISSN: 2619-3124	Q3
Carrasco, A., Toapanta,O., Miranda,E.,&	<i>Evaluación de tres diluyentes incorporados en el semen de porcinos</i>	2023	ISSN-e 2550-682X,	Q2

Silva,P				
Cao, H., Sun, X., Li, Q.,Zhou,S., Nan,X.,Hu,J., Wang,L.,&He, Y	<i>Testing Rhodiola sachalinensis saccharide as cryoprotctant for bovine spermatozoa</i>	2013	SI DOI: 10.3168/jds.2013-6623	Q1

AUTOR	TITULO	AÑO	REVISTA INDEXADA	CUARTIL
Carpio, S	<i>Evaluación de dos diluyentes para la crioconservación de semen bovino: Yema de huevo vs leche descremada</i>	2015	ISSN 1794-449	Q4
Cabrera,L	Integridad de la Membrana Citoplasmática en semen refrigerado y congelado de toros usando dos dilutores sintéticos	2021	ISSN 1609-9117	Q4
Calderón- Mendoza Biol, L. F., & Cardona- Maya, W. D.	Salud sexual y reproductiva Inyección intracitoplasmática de espermatozoides, treinta años después de su implementación	2015	DOI: 10.36384/01232576.13 9	Q2
Córdova, A., Iglesias, A., Cervantes, R., Guerra, J., Inzunza, J., Juarez.,L.,,	<i>Aplicación de la citometría de flujo en veterinaria.</i>	2016	ISSN 1909-0544	Q1

Gomez, A,. & Rodriguez, B				
Diaz, N., López,P	Protocolos de criopreservación de semen bovino. Universidad de tecnología de Pereira	2018	No repositorio Universidad Tecnológica de Pereira	
Duran, L.	Manual Para el Proceso de Selección, Recolección y Procesamiento de Material Genético Bovino (Embriones, Ovocitos y Semen) Para Exportación en Latinoamérica Para la Empresa Biotecnología Ganadera La Esmeralda	2022	No repositorio: Universidad de Santander	
Espinosa,W.	<i>Efecto de la adición de un surfactante natural (aloe vera) al diluyente Triladyl para crioconservación de semen bovino en toros reproductores</i>	2021	No repositorio: UTC	
Gadea, J.	Review:semen extenders used in the artificial insemination of swine.Spanish	2003	DOI: 10.5424/sjar	Q1

AUTOR	TITULO	AÑO	REVISTA INDEXADA	CUARTIL
Hafez, E	<i>Reproducción e inseminación artificial en animales</i>	2002	ISSN : 970-10-3719-7	Q3

Hidalgo,C	<i>Análisis del semen bovino.2</i>	2005	ISSN 1135-6030	Q2
ICA	Requisitos sanitarios para la exportación de semen bovino	2023	https://afrodita.ica.gov.co/vw_consulta_requ_prod_pais/showvw_consulta_requ_prod_pais_table.aspx	
ICA	Resolución 00001577	2022	https://www.ica.gov.co/getattachment/be459c02-d772-45a5-984a-218b924ec763/2022R00001577.aspx	
Julieth, M., Guerra, M., Mendoza, J. V., Karen, G., & Pescador Pérez, J.	<i>Oportunidad comercial de Colombia para la exportación de semen bovino.</i>	2020	No repositorio: Universidad Agustiniana	
Marín, L.	<i>Comparación del efecto de la yema de huevo de codorniz, pata y gallina sobre las variables espermáticas de toros de antes y después del proceso de criopreservación.</i>	2014	No repositorio: Universidad de la Salle	
Medina, V., Sanchez, E., Velasco, Y., & Cruz, P.	<i>Crioconservación de semen bovino usando un congelador programable (CL-8800) y determinación de su calidad post-descongelación por medio un sistema de análisis espermático</i>	2007	SI ISSN: 0121-3709	Q3

	<i>asistido por computador</i>			
Molano , D ., Lombana , H	Fundamentos y métodos para la dilución y congelación de semen bovino	2021	No repositorio: Universidad Cooperativa de Colombia.	

AUTOR	TITULO	AÑO	REVISTA INDEXADA	CUARTIL
Muiño, R.	<i>Evaluación de la motilidad y viabilidad del semen bovino mediante el uso de sistemas CASA y citometría de flujo: identificación de subpoblaciones espermáticas</i>	2008	No repositorio Universidad Santiago de Compostela	
Muñoz,O.	<i>Fisiología de los espermatozoides bovinos.</i>	2011	No repositorio Universidad de los Andes	
McGetrick, J. A., Reid, C. J., & Carrington, S. D	<i>Improving bovine semen diluents: Insights from the male and female reproductive tracts, and the potential relevance of cervical mucins. Animal</i>	2014	DO 10.3168/jds.2013-6623	Q1
Organización Mundial de Sanidad Animal OIE	Requisitos zoonosarios de los estados parte para la exportación e importación de semen congelado bovino	2022	No recuperado de http://www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/Res3214_s.pdf	
Observatorio de Complejidad	Semen Bovino en Colombia	2021	No recuperado de: https://oec.world/es/profile/bilateral-	

Económica OEC			product/bovine- semen/reporter/col	
Parada, D., & Ariza, R.	<i>Efecto de dos diluyentes (agua de coco vs andromed®) en la crioconservación del semen bovin</i>	2021	No repositorio: Universidad Cooperativa de Colombia	
Palma, G.	<i>Bioteología de la reproducción</i>	2008	ISSN: 978-987-05-3271- 2	Q3
Purohit, G. N., Vyas, S., Yadav, V., Nain, S., Chaudhary, A. K., Kumar, A., Dholpuria, S., & Saraswat, C. S	<i>Semen characteristics and artificial insemination in dromedary camels. En Small Ruminant Researc</i>	2023	DOI : 10.1016-106911	Q1

AUTOR	TITULO	AÑO	REVISTA INDEXADA	CUARTIL
Pérez, Jackeline, Restrepo B., Giovanni.	Quality of bovine semen diluted and frozen in an extender with sodium caseinate	2021	ISSN 1609-9117	Q2
Quispe, S	<i>Evaluación de tres dilutores sobre características espermáticas antes y después de la congelación de semen bovino Holstein</i>	2019	No repositorio: Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac.	

Raudales , J., & Cerrato , H.	<i>Evaluación de dos diluyentes para la crio preservación de semen bovino</i>	2006	No repositorio. Zamorano Honduras	
Trigoso,M.	<i>Efecto del uso de dos dilutores (agua de coco y leche descremada) para la viabilidad espermática en semen fresco de bovinos.</i>	2017	DOI: 10.4321/S0004- 05922013000200017	Q1
Vaca, J.	Evaluación de tres diluyentes naturales para semen fresco conejo (<i>Oryctolagus Cuniculus</i>) en la inseminación artificial	2017	ISSN 2311-2581	Q2
Valdez., J	<i>Adición de fuentes antioxidantes al diluyente de semen bovino y sus efectos posdescongelación</i>	2018	No repositorio: Universidad Autónoma de Chihuahua	
Viotti,G.	<i>Procesamiento de semen bovino para la inseminación artificial</i>	2011		
Yániz, J. L., Mateos, J. A., & Santolaria	<i>Zwitterionic buffers preserve ram semen quality more efficiently than TRIS during storage at 15°C. Small Ruminant</i>	2011	DOI:org/10.1016/j.small rumres.2010.08.006	Q1
Weitze, K.	Benefits of Androhep® Plus and Androstar® Plus Long-term extenders for boar semen (Technical Report. Minitüb GmbH).	2014	No	

CONCLUSIONES

- Los diluyentes con proteína de origen animal no son óptimos para procesos de exportación.
- Los diluyentes sintéticos pueden ser más asequibles y fáciles de encontrar, lo que los convierte en una opción popular para la industria ganadera en Colombia.
- La disponibilidad de diluyentes bovinos naturales en Colombia puede ser limitada en comparación con los sintéticos, lo que podría impactar en su uso a nivel comercial.
- El grado de concentración del diluyente varía de un natural al sintético tiene menos implementación de componentes crioprotectores
- El diluyente imprime características de protección sobre las células sexuales de los cambios de temperatura en especial el frío
- Garantiza la energía requerida para que los espermatozoides una vez descongelados recupere la viabilidad y vitalidad para fecundar.
- Brinda capacidad amortiguadora para evitar cambios de Ph y neutralizar los ácidos resultantes del metabolismo del esperma
- El ideal posterior a la descongelación del material genético es que el diluyente suministrado garantice la recuperación de las características como son la morfología, motilidad, viabilidad, volumen, color, pH. metabolismo energético e integridad de la membrana

RECOMENDACIONES

- Investigación adicional: Se recomienda realizar más investigaciones sobre la eficacia, seguridad y efectos a largo plazo de los diluyentes bovinos, tanto naturales como sintéticos, en el contexto específico de Colombia.
- Capacitación: Se sugiere capacitar a los profesionales de la industria ganadera en Colombia sobre el uso adecuado de los diluyentes bovinos, con el fin de garantizar su correcta aplicación y maximizar los resultados reproductivos.
- Promoción de diluyentes naturales: Dada la riqueza de recursos naturales en Colombia, se podría promover el uso de diluyentes bovinos naturales locales como una alternativa sustentable y de calidad.

- Regulación y seguimiento: Es crucial establecer regulaciones claras sobre la fabricación, distribución y uso de diluyentes bovinos en Colombia, así como implementar mecanismos de monitoreo para garantizar su calidad y seguridad.
- Es esencial investigar y mejorar las formulaciones de diluyentes bovinos para adaptarlas a las condiciones ambientales y genéticas del ganado en Colombia.
- Realizar estudios de costo-beneficio ayudará a determinar la viabilidad económica de los diluyentes bovinos en diversos sistemas de producción ganadera en Colombia.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida ,J.(2018). Sêmen refrigerado e seu potencial de uso na inseminação artificial de búfalas (Bubalus Bubalis). Universidade federal de minas gerais – ufmg
- Andrade, A., Carreño, A., & Ortiz, D. (2022). *Función de las acuaporinas durante la criopreservación en el semen del caballo, cerdo y toro*. Universidad Antonio Nariño.
- Anzar,M.,Rajapaksha,K.,Boswall,L.(2019).Egg yolk-free cryopreservation of bull semen.Plos One ,14(10),eo223977. <https://doi.org/101371/journal.pone.0223977>
- Barrios, D. (2002). *Evaluación de la calidad y capacidad fecundante de espermatozoides de la cola del epidimo de toros post mortem*. http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/diegobarrios.PDF
- Buitrago, J. y Pérez, L. (2008). *Comparación de dos diluyentes para la criopreservación de semen ovino*. Universidad de la Salle.
- Bustamante, & Salazar. (2018). Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 3(2028-pp.1–29).
- Carrasco, A.,Toapanta,O.,Miranda,E.,&Silva,P.(2023).*Evaluación de tres diluyentes incorporados en el semen de porcinos*.Polo del conocimiento,8(11),15.
- Cao, H., Sun , X., Li, Q.,Zhou,S., Nan,X.,Hu,J.,Wang,L.,&He, Y. (2013). *Testing Rhodiola sachalinensis saccharide as cryoprotctant for bovine spermatozoa*.Journal of Dairy Science,96(11),6965-6972. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6623>
- Carpio, S. (2015). *Evaluación de dos diluyentes para la criopreservación de semen bovino: Yema de huevo vs leche descremada*. Universidad politécnica salesiana sede cuenca.
- Cabrera,L. (2021).Integridad de la Membrana Citoplasmática en semen refrigerado y congelado de toros usando dos dilutores sintéticos .

- Calderón-Mendoza Biol, L. F., & Cardona-Maya, W. D. (2015). Salud sexual y reproductiva Inyección intracitoplasmática de espermatozoides, treinta años después de su implementación Intracytoplasmic sperm injection, thirty years after its implementation. In Laboratorio (Vol. 21, Issue 5). Editora Médica Colombiana S.
- Córdova, A., Iglesias, A., Cervantes, R., Guerra, J., Inzunza, J., Juarez.,L.,, Gomez, A., & Rodriguez, B. (2016). *Aplicación de la citometría de flujo en veterinaria* (Vol. 10, Número 2). Revista Complutense de Ciencias Veterinarias.
- Diaz, N., López,P.(2018).Protocolos de criopreservación de semen bovino. Universidad de tecnología de Pereira
- Duran, L.(2022) . Manual Para el Proceso de Selección, Recolección y Procesamiento de Material Genético Bovino (Embriones, Ovocitos y Semen) Para Exportación en Latinoamérica Para la Empresa Biotecnología Ganadera La Esmeralda. Universidad de Santander
- Espinosa,W.(2012).*Efecto de la adición de un surfactante natural (aloe vera) al diluyente Triladyl para crioconservación de semen bovino en toros reproductores AGSO-GENES* ,Quito-Pichincha. Universidad técnica de Cotopaxi.
- Gadea, J. (2003).Review:semen extenders used in the artificial insemination of swine.Spanish Journal of Agricultural Research, 1(2), 27. <https://doi.org/10.5424/sjar/2003012-17>
- Ganadero, C. (20 de marzo 2019). Estas son las características que deben tener un diluyente de semen bovino.CONtexto Ganadero. [https://www.contextoganadero.com-sostenible/estas-son-las-caracteristicas-que-deben-tener-un-diluyente-de-semen-bovino](https://www.contextoganadero.com/sostenible/estas-son-las-caracteristicas-que-deben-tener-un-diluyente-de-semen-bovino)
- Ganadero, C.(2019 , marzo 8).Conozca los parámetros para evaluar el semen bovino.CONtxto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-los-parametros-para-evaluar-el-semen-bovino>
- Hafez,E.(2002).*Reproducción e inseminación artificial en animales*. McGraw-Hill.
- Hidalgo,C., Tamargo,C., & Diaz,C.(2005) *Análisis del semen bovino*.2):39.<https://ria.asturias.es/RIA/handle/123456789/192>
- ICA (2023) Requisitos sanitarios para la exportación de semen bovino recuperado de https://afrodita.ica.gov.co/vw_consulta_requ_prod_pais/showvw_consulta_requ_prod_pai_stable.aspx

- ICA (9 de febrero de 2022) “Por la cual se establecen los requisitos sanitarios y de bioseguridad para el registro de empresas como centrales de recolección y procesamiento, unidades de procesamiento, unidades de recolección e importadores de material genético de especies de interés zootécnico”. Resolución 00001577. <https://www.ica.gov.co/getattachment/be459c02-d772-45a5-984a-218b924ec763/2022R00001577.aspx>
- Julieth, M., Guerra, M., Mendoza, J. V., Karen, G., & Pescador Pérez, J. (2020). *Oportunidad comercial de Colombia para la exportación de semen bovino*.
- Marín, L. (2014). *Comparación del efecto de la yema de huevo de codorniz, pata y gallina sobre las variables espermáticas de toros de antes y después del proceso de criopreservación*. Universidad de la Salle.
- Medina, V., Sanchez, E., Velasco, Y., & Cruz, P. (2007). *Crioconservación de semen bovino usando un congelador programable (CL-8800) y determinación de su calidad post-descongelación por medio un sistema de análisis espermático asistido por computador (CASA)*. Orinoquia, 11(1), 75-86.
- Molano , D ., Lombana , H.(2021) Fundamentos y métodos para la dilución y congelación de semen bovino
- Muiño, R. (2008). *Evaluación de la motilidad y viabilidad del semen bovino mediante el uso de sistemas CASA y citometría de flujo: identificación de subpoblaciones espermáticas*. Universidad Santiago de Compostela
- Muñoz,O.(2011). *Fisiología de los espermatozoides bovinos*. Ula.Ve. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_40.pdf
- McGetrick, J. A., Reid, C. J., & Carrington, S. D. (2014). *Improving bovine semen diluents: Insights from the male and female reproductive tracts, and the potential relevance of cervical mucins*. *Animal*, 8(SUPPL. 1), 173–184. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000287>
- Organización Mundial de Sanidad Animal OIE (2022) Requisitos zoosanitarios de los estados partes para la exportación e importación de semen congelado bovino http://www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/Res3214_s.pdf
- Observatorio de Complejidad Económica OEC (2021) Semen Bovino en Colombia <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/bovine-semen/reporter/col>

- Parada, D., & Ariza, R. (2019). *Efecto de dos diluyentes (agua de coco vs andromed®) en la crioconservación del semen bovino*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Palma, G. (2001). *Biología de la reproducción*. INTA, Argentina 23-25.
- Purohit, G. N., Vyas, S., Yadav, V., Nain, S., Chaudhary, A. K., Kumar, A., Dholpuria, S., & Saraswat, C. S. (2023). *Semen characteristics and artificial insemination in dromedary camels*. *En Small Ruminant Research* (Vol. 220). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.106911>
- Pérez, Jackeline, Restrepo B., Giovanni, & Usuga S., Alexandra. (2021). Quality of bovine semen diluted and frozen in an extender with sodium caseinate. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(6), e21699. Epub 05 de octubre de 2021. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i6.21699>
- Quispe, S. (2019). *Evaluación de tres dilutores sobre características espermáticas antes y después de la congelación de semen bovino Holstein*. Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac.
- Raudales, J., & Cerrato, H. (2006) *Evaluación de dos diluyentes para la criopreservación de semen bovino*. Zamorano
- Trigoso, M. (2017) *Efecto del uso de dos dilutores (agua de coco y leche descremada) para la viabilidad espermática en semen fresco de bovinos*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Vaca, J. (2017). *Evaluación de tres diluyentes naturales para semen fresco conejo (Oryctolagus Cuniculus) en la inseminación artificial*. Universidad Técnica de Ambato
- Valdez, J. (2018). *Adición de fuentes antioxidantes al diluyente de semen bovino y sus efectos posdescongelación*. Universidad Autónoma de Chihuahua
- Vasquez, R., Martínez, R., Basllesteros, H., Grajales, H., Abuabara, Y., & Pérez, J. (2006). *El ganado Romosinuano en la producción de carne en Colombia*. *Produmedios*.
- Viotti, G. (2011). *Procesamiento de semen bovino para la inseminación artificial*. Universidad de la República
- Yániz, J. L., Mateos, J. A., & Santolaria, P. (2011). *Zwitterionic buffers preserve ram semen quality more efficiently than TRIS during storage at 15°C*. *Small Ruminant Research: The Journal of the International Goat Association*, 95(1), 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.08.006>

- Weitze, K. (2014). Benefits of Androhep® Plus and Androstar® Plus Long-term extenders for boar semen (Technical Report. Minitüb GmbH). Recuperado de <https://www.minitube.com.br/storage/web/source/en/media-library/technicalreports/benefits-of-androhep-plus-and-androstar-plus-long-term-extendere-for-boarsemen/pdf:Technicalrepor Androhep&Androstar en 140528.pdf>