



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCION**

**INSEMINACIÓN ARTIFICIAL COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE
RUMIANTES SILVESTRES.**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Memoria para optar al título de Médico Veterinario.

Profesor tutor: Dr. Sc. Constanza Aguilera González MV
Estudiante: Pía Carolina Rebolledo Vargas

® Pía Carolina Rebolledo Vargas, Constanza Javiera Aguilera González.

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile
2024

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 8 de julio de 2024, los abajo firmantes dejan constancia que la alumna PIA CAROLINA REBOLLEDO VARGAS, de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 6.7.



Dr. Sc. Constanza Javiera Aguilera González MV
Profesor Tutor



Mg. Edgardo Antonio Sepúlveda Navarrete MV
Profesor Evaluador



MARCELO RABY CIFUENTES
Médico Veterinario
RUT: 15.456.789-2

Mg. Marcelo Alejandro Raby Cifuentes MV
Profesor Evaluador

DEDICATORIA

Dedicado con todo mi corazón a mi gatito Ronrron, quien llegó a mi vida a regalarme el amor más puro que conozco, que ha sido mi fiel compañero, acompañándome en cada noche de estudio y consolando cada lágrima, y quien es mi mayor inspiración para desarrollarme en esta profesión.

AGRADECIMIENTOS

A mis amigas, por siempre estar presentes, escucharme y darme energía cuando más lo necesitaba.

A mi pareja Felipe, quien ha sido mi mayor contención durante estos años, por todo el amor que me ha entregado y por haber creído en mí desde el inicio, incluso cuando yo dudaba de mis capacidades.

A mis padres Angelica y Juan, quienes me permitieron descubrir mi propio camino, por alentarme durante el camino y darme las herramientas necesarias para llegar tan lejos.

A mi familia, mi abuelita Sonia, Paola y Gonzalo, quienes me han entregado la calidez de hogar cuando más lo he necesitado.

A mi abuelita Augusta, quien me enseñó que no hay nada más poderoso que una mujer fuerte e independiente y que a pesar de no estar aquí conmigo, sé que nunca me ha dejado sola.

A la Dra. Constanza Aguilera, quien me ha orientado durante este proceso, por su cercanía y por compartir sus conocimientos conmigo.

A Pablo, quien me enseñó a soñar con un futuro mejor cuando pensé que no era posible, quien me enseñó a creer en mí misma y quien me impulsó para llegar a estar donde estoy hoy en día.

A mí misma, por no rendirme.

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	7
4. RESULTADOS.....	10
5. DISCUSIÓN.....	19
6. CONCLUSIONES.....	23
7. REFERENCIAS.....	24
8. ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de publicaciones más relevantes utilizadas para la obtención de datos.....	10
Tabla 2. Especies seleccionadas para ser parte de la revisión.....	12
Tabla 3. Variables de las técnicas de inseminación artificial utilizadas en rumiantes silvestres.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Uso de diferentes técnicas de inseminación artificial en rumiantes silvestres.....	15
Figura 2. Análisis descriptivo en términos de fertilidad.....	16
Figura 3. Análisis descriptivo en términos de prolificidad.....	17
Figura 4. Análisis descriptivo en términos de fecundidad.....	17
Figura 5. Análisis de correspondencia múltiple.....	18

RESUMEN

La biodiversidad está cada vez más amenazada por la agricultura intensiva, la contaminación ambiental, el cambio climático y la pérdida del hábitat. Muchas especies de mamíferos, incluyendo rumiantes, han desaparecido o se encuentran en peligro de extinción. Las biotecnologías reproductivas representan una importante alternativa para la conservación de rumiantes silvestres amenazados, siendo la más utilizada la inseminación artificial.

Uno de los beneficios principales que presenta la inseminación artificial es la mantención de diversidad genética de poblaciones, mediante la preservación y utilización de semen genéticamente valioso. En rumiantes silvestres, se han usado variadas técnicas enfocadas en la conservación que han sido extrapoladas desde uso ganadero.

El objetivo de esta revisión sistemática fue determinar los parámetros reproductivos y la eficiencia, en términos de preñez, de las técnicas de inseminación artificial reportadas en distintas especies de rumiantes silvestres.

Para ello, se utilizaron artículos científicos provenientes de revistas indexadas, con revisión de pares. Además, la selección de la información se basó en criterios tanto de inclusión como de exclusión. Para determinar qué variable tenía un mayor impacto en la preñez, se realizó un análisis de correspondencia múltiple y luego un modelo de regresión logística.

Se identificaron las principales técnicas de inseminación artificial en los diferentes rumiantes silvestres. Junto con ello, se evaluaron los parámetros de fertilidad, prolificidad y fecundidad. Se determinó que la variable que induce cambios significativos en la eficiencia reproductiva es el uso de semen fresco o congelado, siendo este factor, determinante en el éxito de las técnicas de inseminación artificial en rumiantes silvestres.

Palabras claves: conservación, biodiversidad, rumiantes, peligro de extinción, biotecnologías reproductivas, inseminación artificial.

ABSTRACT

Biodiversity is increasingly threatened by intensive agriculture, environmental pollution, climate change and habitat loss. Many mammal species, including ruminants, have disappeared or are threatened with extinction. Reproductive biotechnologies represent an important alternative for the conservation of endangered ruminants, being the most widely used, artificial insemination.

One of the main benefits of artificial insemination is the maintenance of genetic diversity of populations through the preservation and use of genetically valuable semen. In wild ruminants, various techniques focused on conservation have been used and extrapolated from livestock use.

The objective of this systematic review was to determine the reproductive parameters and efficiency, in terms of pregnancy, of artificial insemination techniques reported in different species of wild ruminants.

For this purpose, scientific articles from peer-reviewed indexed journals were used. In addition, the selection of information was based on both inclusion and exclusion criteria. To determine which variable had the greatest impact on pregnancy, a multiple correspondence analysis and then a logistic regression model were performed.

The main artificial insemination techniques in the different wild ruminants were identified. Along with this, fertility, prolificacy and fecundity parameters were evaluated. It was determined that the variable that induces significant changes in reproductive efficiency is the use of fresh or frozen semen, being this a determining factor in the success of artificial insemination techniques in wild ruminants.

Keywords: conservation, biodiversity, ruminants, endangered species, reproductive biotechnologies, artificial insemination

1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad se entiende como la variedad de formas de vida en la tierra, incluye todos los niveles de organización de seres vivos y engloba desde microorganismos hasta ambientes complejos (Núñez., et al. 2003), comprende la diversidad genética, de especies y de ecosistemas (Aguilera y Silva, 1997).

La biodiversidad presenta una serie de patrones ecológicos que se han manifestado durante la historia, los que demuestran que variadas diversificaciones y extinciones han sucedido de la mano con la evolución (Rodríguez, 2018). Las extinciones masivas ocurren cuando en un breve periodo de tiempo se extingue un alto porcentaje de especies y representan un patrón importante en la macroevolución moldeando la biodiversidad varias veces durante las eras geológicas (Pievani, 2014). Actualmente estamos enfrentando la sexta extinción masiva, la cual a diferencia de las anteriores que se dieron por causas naturales, está altamente impulsada por la actividad humana (WWF, 2022) e influenciada por una actividad antrópica sobre la pérdida de especies (Rodríguez, 2018). Como lo explica el World Wildlife Fund (WWF, 2022) o Fondo Mundial para la Naturaleza, las especies están interconectadas, una sola especie interactúa con muchas otras generando un equilibrio en el ambiente, por lo que cuando una especie se extingue y este equilibrio se pierde, se altera directamente la salud del ecosistema.

Frente a esta problemática nace la conservación, tanto ambiental, de ecosistemas y de especies (Jorquera-Jaramillo., et al. 2012). La conservación se define como la protección, preservación, manejo o restauración de ambientes naturales y las comunidades ecológicas que los habitan con la finalidad de mantener intacto un sistema natural de manera indefinida con el objetivo de asegurar su propia existencia (Monte-Luna., et al. 2007). Una arista de esta es la conservación de especies, que intenta remediar el declive de las especies en peligro ante la monopolización de los recursos y la perturbación de los ecosistemas (Tellería, 2012).

En el mundo, múltiples especies de rumiantes silvestres han sido afectadas por la alteración del medio ambiente y por el mal manejo ecosistémico de los humanos, siendo

la deforestación, fragmentación y reducción de disponibilidad de hábitat en bosques nativos unas de las principales amenazas (Acosta, 2001; Gonzales., et al. 2019).

Cuando las especies se encuentran en descenso y las poblaciones naturales se encuentran debajo de lo que se considera viable, estas se convierten en especies vulnerables a la desaparición (Gomendio., et al. 2006).

El pudu (*Pudu puda*) es una especie endémica de los bosques templados de América del Sur y representa un ejemplo de rumiante en estado de conservación vulnerable (VU) de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2016), la cual reconoce que las amenazas más notables a la que este se ve enfrentado es la fragmentación del hábitat, los atropellos en ruta y la caza ilegal (Ballari., et al. 2019).

Otro ejemplar en riesgo es el huemul patagónico (*Hippocamelus bisulcus*), el que de acuerdo con la lista roja de la UICN (2015) se encuentra en peligro de extinción (EN). En este caso, su mayor amenaza es la caza furtiva y las actividades forestales (Frid, 1994). Considerando que el conocimiento de la biología reproductiva de la fauna silvestre es muy valioso para recuperar y manejar genéticamente a especies en peligro (Pintus y Ros-Santealla, 2014) la biotecnología reproductiva establece una forma de evitar la extinción y contribuir en la preservación de especies (Rojas., et al. 2016). Las biotecnologías reproductivas son un conjunto de técnicas encaminadas a aumentar la eficiencia reproductiva de los animales (Ugalde, 2014), las que han sido cruciales para evitar la extinción de numerables especies y han aportado soluciones para facilitar el manejo genético de poblaciones (Gomendio., et al. 2006), esto dado a que permiten la conservación de material genético y la reproducción de individuos en peligro aumentando así las tasas de preñez, de nacimientos y de esta forma contribuir en mejorar el estado de conservación de poblaciones en peligro (Cseh y Solti, 2000).

Las técnicas más utilizadas incluyen la inseminación artificial, la criopreservación de semen y la sincronización del estro (Korzekwa y Kotlarczyk, 2021).

La inseminación artificial (IA).

Es una práctica utilizada para el manejo reproductivo y genético (Velasco y Ortega, 2008), se define como la incorporación de espermatozoides de manera no natural en el aparato reproductor de la hembra con el objetivo de lograr una gestación (Gibbons., et al. 2019)

y representa la tecnología de reproducción asistida más aplicada mundialmente (Cseh y Solti, 2000). La IA es la tecnología que revolucionó la industria ganadera al permitir la difusión de recursos genéticos apreciados mundialmente, la que fue adaptada para su uso con el fin de proteger especies amenazadas o en peligro de extinción, siendo actualmente reconocida como la técnica principal para mantener vivas características valiosas para la preservación de especies (Morrow., et al. 2009). Sus resultados están condicionados por variables como la sincronización de estros y su acertada detección, el manejo adecuado del semen y la correcta colección de este (Cseh y Solti, 2000).

Un modelo donde la IA ha sido ampliamente estudiada es el reno de América del Norte (*Rangifer tarandus*). A pesar de que este no se encuentra en la lista roja de la UICN, numerosos estudios para evaluar la efectividad de la inseminación artificial se han realizado en él, con el objetivo de extrapolar la información obtenida para aplicarla en múltiples especies de ciervos catalogados como amenazados, como en el caso del reno salvaje de montaña (*Rangifer tarandus tarandus*) (Bott, 2018; Lindeberg., et al. 2021).

Técnicas de sincronización de estro.

El control de la reproducción en mamíferos ocurre por medio de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que se produce en el hipotálamo y controla la liberación de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH) (Korzekwa y Kotlarczyk, 2021). En los mamíferos, la liberación de FSH promueve el crecimiento folicular, lo que induce a una mayor concentración de estrógeno que termina regulando la liberación de LH, la cual se libera en forma de pico, aproximadamente 6 horas antes de la ovulación (Becaluba, 2006).

Las técnicas que destacan en el área de rumiantes silvestres son el dispositivo intravaginal CIDR, la aplicación de implante subcutáneo de Norgestomet y la utilización de prostaglandina (PGF) (Morrow., et al. 2009).

El CIDR es un dispositivo intravaginal, corresponde a un implante con forma de T impregnado de progesterona, la cual la mucosa vaginal absorbe causando un bloqueo hipotalámico-hipofisiario, durante los días posteriores se aplican diferentes fármacos para contribuir con el crecimiento folicular y el desencadenamiento de la ovulación (Becaluba, 2006). El ciervo de Eld (*Cervus eldi thamin*), el gamo común (*Dama dama*) y el ciervo rojo

(*Cervus elaphus*) son algunos de los ejemplares donde esta técnica ha sido exitosa en la sincronización de celo y en la posterior aplicación de IA (Morrow., et al. 2009).

El Norgestomet es un potente progestágeno sintético usado en forma de implante subcutáneo, una vez iniciado el tratamiento este promueve el bloqueo hipotalámico-hipofisario y es utilizado de la mano con IA en tiempo predeterminado, la cual se realiza horas posteriores al retiro del implante (Becaluba, 2006). De acuerdo con Morrow (2009) el ciervo moteado (*Axis axis*) ha tenido gestaciones exitosas con crías vivas como resultado gracias a este método.

La función de la PGF es inducir el estro, y se puede utilizar mediante la aplicación en días específicos, esponjas intravaginales con PGF, o emplearla después de un periodo de observación de celos (Becaluba, 2006; Gibbons y Cueto, 2005). Una de las especies que ha tenido éxito con el uso de esta técnica es el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Morrow., et al. 2009).

Técnicas inseminación artificial

Existen variados métodos para llevar a cabo la IA, tales como las técnicas post cervical, vaginal o quirúrgica (Gonzales et al., 2019). La utilización de estas técnicas en ovejas ha servido para lograr extrapolar la información para su uso en la conservación de rumiantes en peligro (Christie, 2008; Latorre y Sales, 2000).

En la técnica vaginal, el semen generalmente fresco, es aspirado desde el tubo de colección y se deposita en la vagina de la hembra receptora mediante suaves movimientos giratorios (Gibbons y Cueto, 2005).

La técnica post cervical se lleva a cabo mayormente con semen previamente congelado, y consiste en depositar el semen en el cuello uterino, el cual es visible gracias a la localización de un vaginoscopio y fórceps que aplican tracción del cérvix para facilitar la introducción de la pipeta (Christie, 2008).

La técnica quirúrgica involucra realizar una laparoscopía, para llevar a cabo una IA intrauterina, la cual se realiza mediante inyección de esperma en el cuerno uterino (Gibbons y Cueto, 2005).

Técnicas de colección de semen

Existen diversas técnicas para la colección de semen, en rumiantes silvestres las más reportadas son la electroeyaculación y el uso de vagina artificial (Muñoz, 2008; Aleuy 2008).

La electroeyaculación se hace bajo anestesia en machos de alto valor genético, está compuesta por un electrodo que genera pulsos cortos de bajo voltaje en estructuras genitales y nervios pélvicos obteniendo una respuesta eyaculatoria (Díaz y López, 2018). Es el método más usado para la colección de semen en ciervos y debe ser usada para obtener ejemplares de machos seleccionados (Pintus y Ros-Santealla, 2014).

La vagina artificial es un tubo cilíndrico de plástico que forma una cámara y que se llena de agua caliente con la finalidad de proveer el estímulo correcto de presión y temperatura para lograr la eyaculación (Díaz y López, 2018). A pesar de que es un método ampliamente usado en poblaciones silvestres, el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) es una de las especies en las que más se documenta el uso de esta (Clemente., et al. 2017).

Criopreservación de semen

La criopreservación de semen es un procedimiento sencillo que permite almacenar espermatozoides congelados en bancos de esperma para usarse en técnicas de reproducción asistida en el futuro (García., et al. 2022), es fundamental para preservar el germoplasma de animales de valor genético aportando así en la conservación de especies amenazadas (Ribeiro-Peres., et al. 2014). Uno de los ejemplares donde se ha estudiado la congelación de esperma en Chile es el pudu (*Pudu puda*), donde se concluyó que es una técnica apta para la posible futura preservación de la especie (Muñoz, 2008).

Teniendo en cuenta la situación actual que se está viviendo mundialmente en torno a la pérdida de la biodiversidad (Rodriguez, 2018; WWF, 2022) y el riesgo a los que están expuestos los rumiantes silvestres por el mal actuar ecosistémico de los humanos (Acosta, 2001; Tellería, 2012), la siguiente revisión sistemática tiene por objetivo identificar los parámetros que tienen un mayor impacto en la eficiencia reproductiva de las diferentes técnicas de inseminación artificial en rumiantes silvestres.

2. OBJETIVOS

3.1.-Objetivo general

Evaluar la eficiencia de las diferentes técnicas de inseminación artificial en rumiantes silvestres.

3.2.-Objetivos específicos

- Identificar las principales variables asociadas a las técnicas de inseminación artificial utilizadas en rumiantes silvestres.
- Evaluar los parámetros de fertilidad, fecundidad y prolificidad de las diferentes técnicas de inseminación artificial descritas en rumiantes silvestres.
- Estimar la eficiencia de las técnicas de inseminación artificial relación a la preñez en rumiantes silvestres.

3. MATERIALES Y MÉTODO

Materiales:

- Computador portátil (notebook) Macbook Air.
- Excel.

Método:

En esta revisión bibliográfica, se lleva a cabo una revisión sistemática, la cual se basa en realizar una búsqueda de investigaciones científicas, artículos y reportes de casos en torno a la inseminación artificial en rumiantes silvestres en peligro de extinción.

Para esta revisión se consideran datos publicados entre los años 1973-2023.

Se consideran datos de diferentes lugares geográficos alrededor del mundo.

La búsqueda de información científica se realiza entre Septiembre de 2023 y Marzo de 2024.

Estrategia de búsqueda.

Para este estudio, se lleva a cabo una búsqueda bibliográfica mediante distintos motores de búsqueda y bases de datos académicas, tales como:

- Google Académico
- ProQuest
- PubMed
- Science Direct
- Scielo

La búsqueda se realiza utilizando los siguientes términos de investigación y palabras clave, junto con el operador booleano "AND":

- Rumiantes silvestres AND conservación/ Wild ruminants AND conservation
- Conservación AND biodiversidad/ Conservation AND biodiversity
- Inseminación artificial AND ruminantes silvestres/ Artificial insemination AND wild ruminants
- Criopreservación AND espermatozoides/ Cryopreservation AND sperm

-Técnicas AND criopreservación/ Techniques AND cryopreservation

Se emplea el operador booleano "OR", el cual se utiliza incorporando el nombre científico de las posibles familias de rumiantes incorporadas en el estudio (*Cervidae* y *Bovinae*) y las combinaciones anteriormente mencionadas tanto en inglés y español.

-Inseminación artificial AND cérvidos OR *Cervidae*/ Artificial insemination AND cervids OR *Cervidae*.

-Inseminación artificial AND bovinos OR *Bovinae*/ Artificial insemination AND cattle OR *Bovinae*.

Criterios de inclusión.

Los criterios de inclusión que se utilizan para esta investigación son:

- Estudios de inseminación artificial en rumiantes silvestres.
- Estudios que evalúen las biotecnologías de reproducción en rumiantes silvestres.
- Estudios que incorporan la inseminación artificial como método de conservación en rumiantes silvestres.
- Publicaciones en idiomas español e inglés.

Criterios de exclusión.

Los criterios de exclusión que se utilizan para esta investigación son:

- Estudios sobre inseminación artificial en otras especies que no sean rumiantes.
- Técnicas de criopreservación de espermatozoides en otras especies que no sean rumiantes.
- Publicaciones en idiomas que no clasifiquen como español o inglés.

Análisis de datos.

Se realiza un análisis de datos basados en los resultados reportados de técnicas de inseminación artificial en rumiantes silvestres. Para ello se determinarán 3 parámetros (fertilidad, prolificidad y fecundidad) que serán posteriormente comparados con las diferentes técnicas de inseminación artificial descritas. Con los resultados obtenidos en porcentaje se realiza un análisis descriptivo en Excel. A continuación, se detallan las fórmulas para cada término

$$\text{Fertilidad} = \frac{\text{Número de hembras preñadas}}{\text{Número de hembras inseminadas}} \times 100$$

$$\text{Prolificidad} = \frac{\text{Número de partos (crías vivas o muertas)}}{\text{Número de hembras preñadas}} \times 100$$

$$\text{Fecundidad} = \frac{\text{Número de partos (crías vivas o muertas)}}{\text{Número de hembras inseminadas}} \times 100$$

Para evaluar las interacciones entre las diferentes variables presentes en las técnicas de inseminación artificial, se realizó un análisis de correspondencia múltiple (MAC).

Posteriormente, se realizó un modelo de regresión logística para encontrar diferencias significativas entre las variables que están relacionadas con la variable dependiente (n° de hembras preñadas).

Valorización de las referencias.

Para este estudio se utilizarán artículos de revistas científicas indexadas que cuenten con revisión de pares, mientras cumplan con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

4. RESULTADOS

Se encuentra un total de 36 publicaciones mediante los motores de búsqueda y los criterios establecidos. De estas, se seleccionan 23 publicaciones como las más importantes que cumplen con los criterios de inclusión, las cuales son incluidas en esta revisión bibliográfica.

En la tabla 1 se señalan algunas de las publicaciones más relevantes (Tabla 1). El contenido completo de la tabla, se encuentra en la sección de anexos.

Tabla 1. Listado de publicaciones más relevantes utilizadas para la obtención de datos. Estas publicaciones cumplieron con los criterios de selección mencionados anteriormente.

Autor	Año	Titulo	Especie
Setaldi et al.	2023	Determination of artificial insemination timing in Banteng based on follicle size and uterine enlargement	Banteng (<i>Bos javanicus</i>)
Haigh y Bowen	1991	Artificial insemination of red deer (<i>Cervus elaphus</i>) with frozen–thawed wapiti semen	Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)
Desenmore et al.	1978	Artificial insemination with frozen, thawed semen and pregnancy diagnosis in addax (<i>Addax nasomaculatus</i>)	Addax (<i>Addax nasomaculatus</i>)
Asher et al.	1992	Laparoscopic intra-uterine insemination of fallow deer with frozen-thawed or fresh	Fallow deer (<i>Dama dama</i>)

semen after synchronisation with CIDR devices

Morrow et al.	2000	Comparing ovulation synchronization protocols for artificial insemination in the scimitar-horned oryx (<i>Oryx dammah</i>)	Scimitar horned oryx (<i>Oryx dammah</i>)
Mylrea et al.	1992	Artificial Insemination of Farmed Chital Deer	Axis deer (<i>Axis axis</i>)
Holt et al.	1998	Hormonal and behavioural detection of oestrus in blackbuck, <i>Antilope cervicapra</i> , and successful artificial insemination with fresh and frozen semen	Blackbuck (<i>Antilope cervicapra</i>)
Johnston et al.	2000	Laparoscopic intrauterine insemination in Barbary sheep (<i>Ammotragus lervia</i>)	Barbary sheep (<i>Ammotragus lervia</i>)

De acuerdo a las publicaciones recopiladas, se incorporan para ser parte de la presente revisión 15 especies de rumiantes silvestres que en encuentran en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Las especies seleccionadas junto a su estado de conservación de presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Especies seleccionadas para ser parte de la revisión.

Especie	Nombre científico	Estado de conservación
Père David's deer	<i>Elaphurus davidianus</i>	EW
Mohor gazelle	<i>Gazella dama mhor</i>	CR
Addax	<i>Addax nasomaculatus</i>	CR
Eld's deer	<i>Cervus eldis thamin</i>	EN
Scimitar horned oryx	<i>Oryx dammah</i>	EN
Banteng	<i>Bos javanicus</i>	EN
Speke's gazelle	<i>Gazella spekei</i>	EN
Barbary sheep	<i>Ammotragus lervia</i>	VU
Fringe-Eared Oryx	<i>Oryx gazella callotis</i>	VU
Gaur	<i>Bos gaurus</i>	VU
Reindeer	<i>Rangifer tarandus</i>	VU
Fallow deer	<i>Dama dama</i>	LC
Axis deer	<i>Axis axis</i>	LC
Red deer	<i>Cervus elaphus</i>	LC
Blackbuck	<i>Antelope cervicapra</i>	LC

Nota. Significado de abreviaciones. EW (extinto en estado silvestre); CR (en peligro crítico); EN (en peligro); VU (vulnerable); LC (preocupación menor).

a) Resultados objetivo específico 1: Identificar las principales variables asociadas a las técnicas de inseminación artificial utilizadas en rumiantes silvestres.

De las publicaciones obtenidas tras la búsqueda, se utilizó un n de 1191 hembras sujetas a estudio participes en las investigaciones, las que en la presente revisión se analizan para generar una matriz de datos con cada hembra de manera individualizada. Los parámetros analizados como variables de inseminación artificial fueron: Protocolo hormonal utilizado, técnica de inseminación, tipo de semen, numero de hembras inseminadas, numero de preñez, numero de crías vivas. Con estos datos se conforma una matriz de datos en Excel. En la tabla 3 se señalan las variables extraídas de las publicaciones más relevantes incluidas en la revisión bibliográfica.

Tabla 3. Variables de las técnicas de inseminación artificial utilizadas en rumiantes silvestres.

Especie	Protocolo hormonal	Técnica inseminación	Tipo semen	N° I	N° P	N° CV	Referencia
Banteng (<i>Bos javanicus</i>)	ES	TC	SC	2	2	NM	Setaldi et al, 2023.
Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)	P4	LC	NM	200	102	100	Haigh y Bowen, 1991.
Addax (<i>Addax nasomaculatus</i>)	P4	TC	SC	2	2	1	Desenmore et al, 1987.
Fallow deer (<i>Dama dama</i>)	P4	LP	SC/ SF	763	541	NM	Asher, 1992.
Scimitar horned oryx (<i>Oryx dammah</i>)	PGF	TC	SC	14	5	4	Morrow et al, 2000.

Axis deer (<i>Axis axis</i>)	P4	TC	SC/ SF	19	12	5	Mylrea et al, 1992.
Blackbuck (<i>Antilope cervicapra</i>)	ES	TC	SC/ SF	11	6	6	Holt et al, 1998.
Barbary sheep (<i>Ammotragus lervia</i>)	P4	LP	SF	4	2	2	Johnston et al, 2000.

Nota. Significados abreviaciones. N° I (número hembras inseminadas); N° P (número preñez); N° CV (número crías vivas). ES (estro natural); P4 (progesterona); PGF (prostaglandina). LP (laparoscopia); TC (transcervical); VG (vaginal). SC (semen congelado); SF (semen fresco). La matriz de datos completa se encuentra en la sección de anexos.

Se identifican las principales técnicas de inseminación artificial utilizadas en rumiantes silvestres mediante un análisis descriptivo, las que posteriormente son graficadas.

Las técnicas identificadas e incluidas en la figura 1, con el porcentaje de uso reportado son las siguientes: uso de protocolo hormonal en base a progesterona 95%, en base a prostaglandina 3%, en base a estro natural 2%. Técnica de inseminación vía vaginal 2%, vía transcervical 8%, vía laparoscopia 88%. Uso de semen congelado 78%, uso de semen fresco 22%.

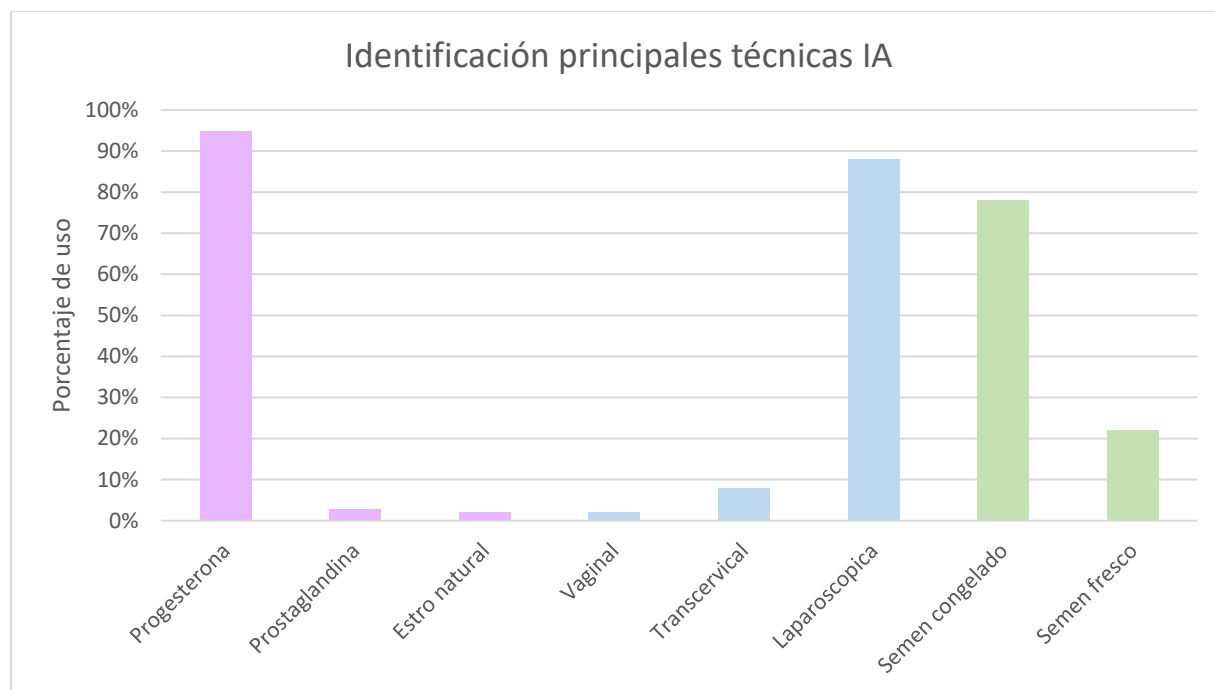


Figura 1. Uso de diferentes técnicas de inseminación artificial en rumiantes silvestres.

b) Resultados objetivo específico 2: Evaluar los parámetros de fertilidad, fecundidad y prolificidad de las diferentes técnicas de inseminación artificial descritas en rumiantes silvestres.

Se utilizó un análisis descriptivo que evalúa cada una de las técnicas en términos de fertilidad, fecundidad y prolificidad con las fórmulas establecidas, obteniendo los porcentajes graficados en las figuras 2, 3 y 4.

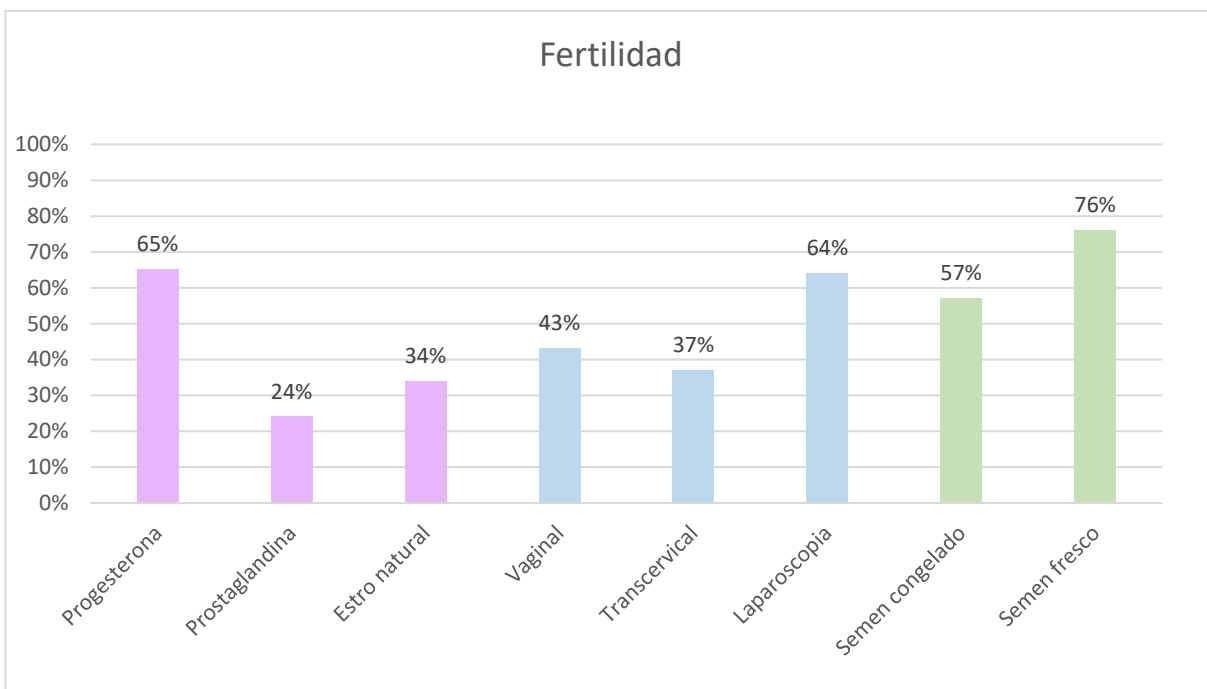


Figura 2. Análisis descriptivo en términos de fertilidad.

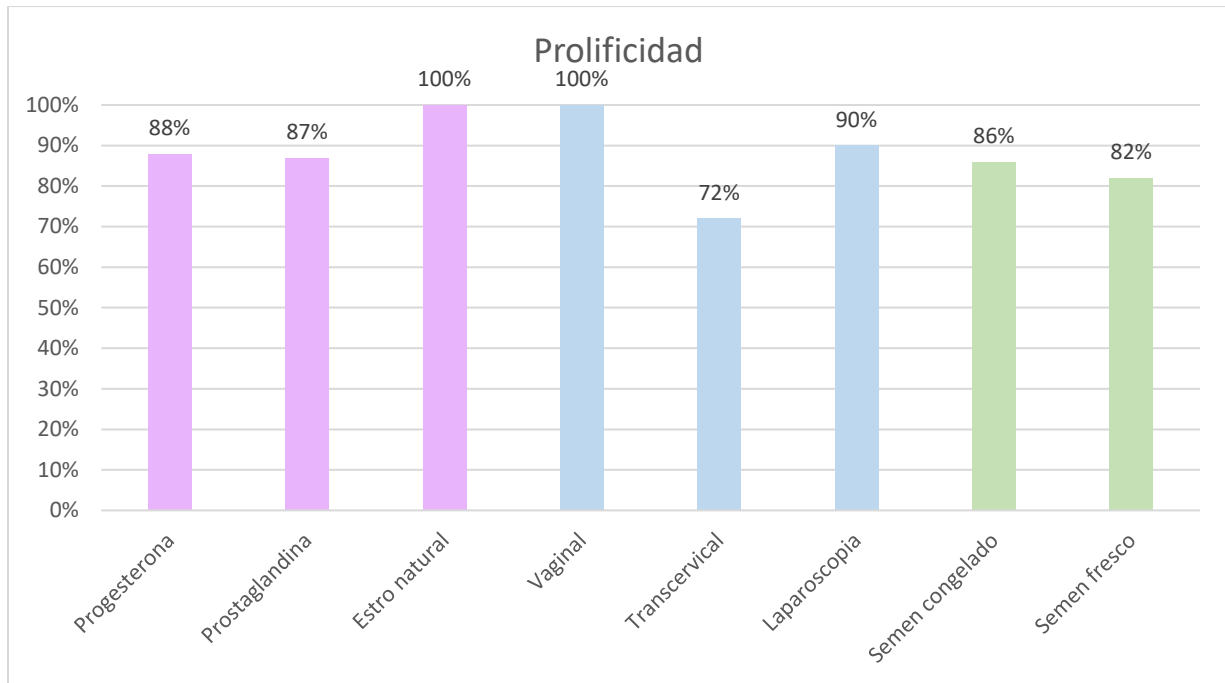


Figura 3. Análisis descriptivo en términos de prolificidad.

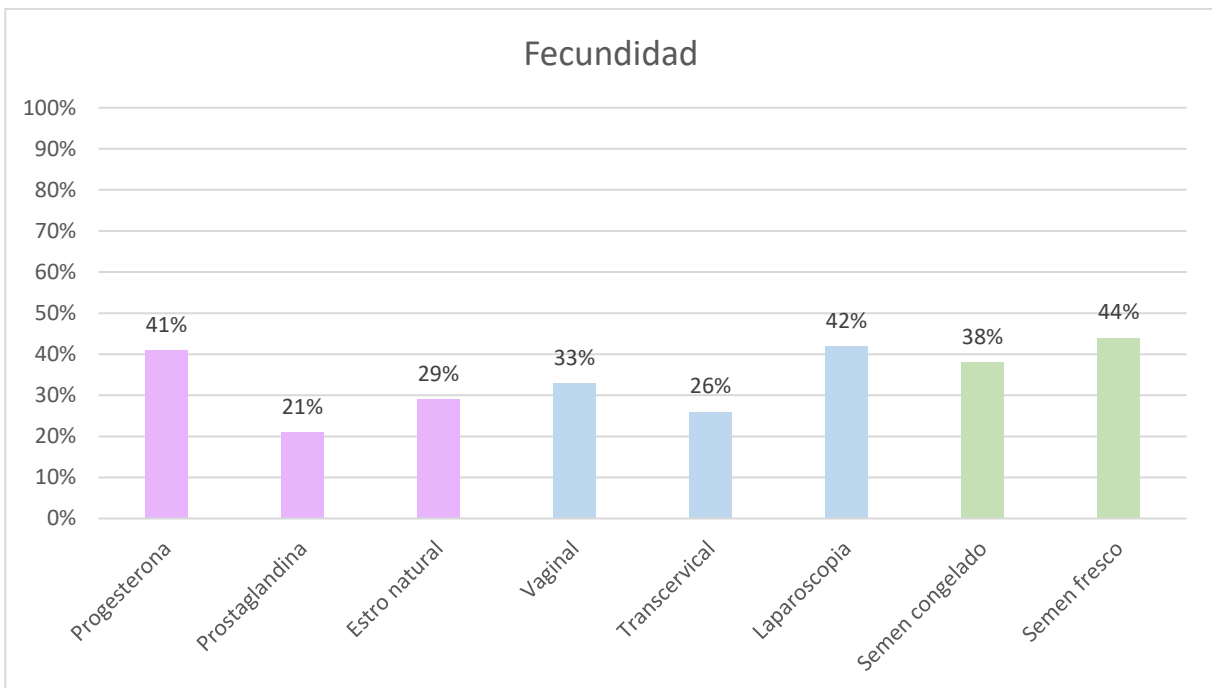


Figura 4. Análisis descriptivo en términos de fecundidad.

c) Resultados objetivo específico 3: Determinar la eficiencia de las técnicas de inseminación artificial en relación a la preñez en rumiantes silvestres.

Se realizó un análisis de correspondencia múltiple (MAC) para estimar las interacciones entre todas las variables involucradas. Debido a que no todos los estudios reportan resultados de todas las variables, se dispone la preñez como variable dependiente. Se grafica el grado de vinculación entre las variables independientes y la variable preñez. Posteriormente se realiza un modelo de regresión logística que otorga la significancia y entrega que variable aporta más eficiencia reproductiva en la conservación de rumiantes silvestres.

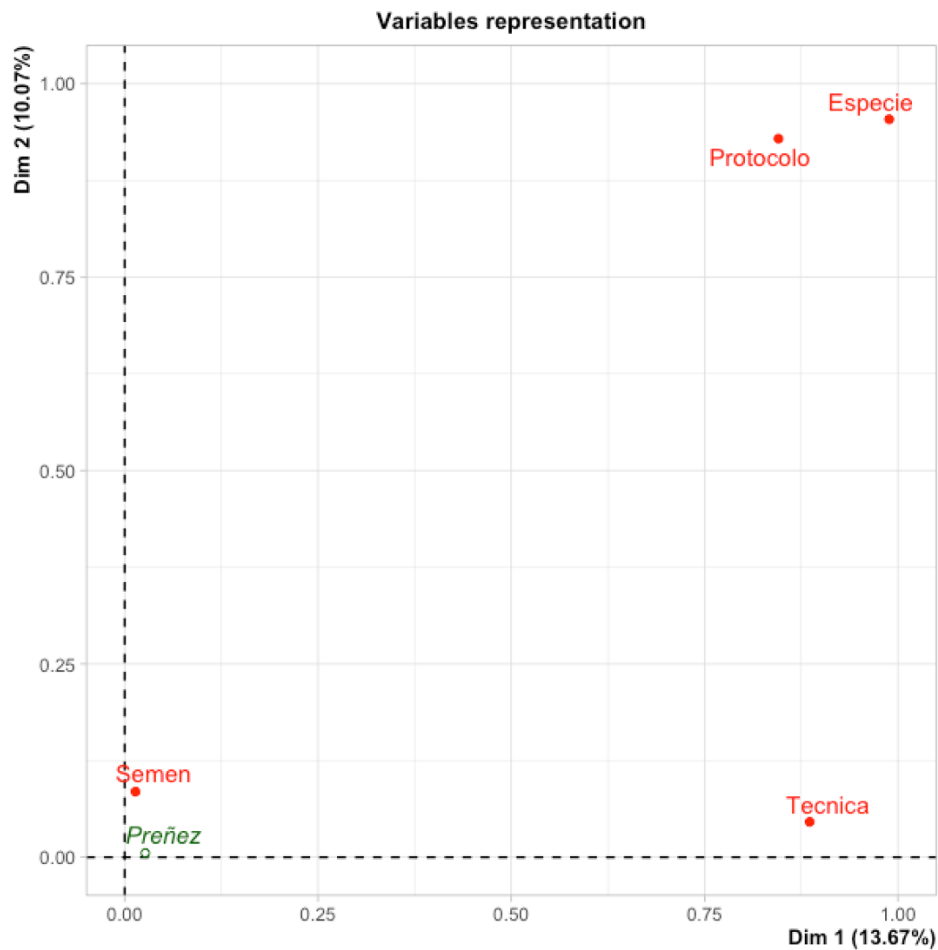


Figura 5. Análisis de correspondencia múltiple.

5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos de un total de 23 estudios incorporados en esta revisión bibliográfica, y según la figura 1, se identifica que las principales técnicas de inseminación artificial realizadas en rumiantes silvestres son el uso de protocolo hormonal en base a progesterona, utilización de vía laparoscópica como técnica de inseminación y uso de semen congelado.

De acuerdo al protocolo hormonal en base a progesterona, este alcanza un 95% de reportes de uso, siendo el más usado para lograr la sincronización del ciclo estral. Esto puede explicarse ya que la progesterona ha demostrado ser efectiva, ya sea mediante la concentración de celos, previniendo ovulaciones prematuras o reiniciando la actividad ovárica en especies en anestro (Martínez-Barbitta et al., 2014), por lo que se utiliza frecuentemente para la inseminación artificial. Es importante señalar que la progesterona se suele administrar mediante el uso de esponjas intravaginales o dispositivos CIDR, los cuales son destacados en el campo veterinario por sus ventajas técnicas, debido a su fácil administración y retiro (Díaz et al., 2002).

Respecto a la técnica de inseminación, la vía laparoscópica se sobrepone sobre las demás, siendo usada en un 88% de los casos. La anatomía reproductiva singular de los rumiantes silvestres, particularmente de los pequeños, puede representar un desafío para realizar una inseminación artificial de manera precisa, sin embargo la laparoscopia ofrece un método más eficaz para este procedimiento con riesgos reducidos si se aplica correctamente (Sathe, 2018).

Conforme al tipo de semen utilizado, el uso de semen congelado es de los más frecuentes, representando un 78% de los casos totales. La criopreservación de espermatozoides permite mantener de manera prolongada los recursos genéticos (Lv et al., 2019), lo cual es de suma importancia considerando que múltiples especies de rumiantes silvestres incorporadas en este estudio están amenazadas de acuerdo a la lista roja UICN (Timmins

et al., 2020; Ladd et al., 2022; Humble et al., 2022), lo que se registra en la tabla 3, por lo que conservar su material genético es esencial para lograr la preservación de la especie.

Considerando el objetivo específico 2 y para efectos de esta revisión bibliográfica, se establecen como parámetros reproductivos para estudiar la eficacia de la inseminación artificial en rumiantes silvestres la fertilidad, prolificidad y fecundidad. Considerando a la fertilidad como la relación entre hembras preñadas con hembras inseminadas, funcionalmente capaces para llevar a cabo las etapas críticas para completar un ciclo generacional reproductivo (Foote, 2003). La prolificidad como el número de partos respecto al número de hembras inseminadas, la cual puede verse afectada por múltiples razones propias del animal tales como el peso o edad (Gaskins et al., 2005) y la fecundidad como el número de partos obtenidos respecto al número de hembras inseminadas.

Como se observa en la figura 2, los mayores índices de fertilidad los alcanzaron las técnicas basadas en progesterona con un 65%, laparoscopia con un 64% y el semen fresco con un 76% de hembras preñadas en relación a las inseminadas. Esto demuestra que en cuanto a la progesterona y la laparoscopia, además de su alto porcentaje de uso estas técnicas presentan un alto porcentaje de éxito en cuanto a preñez.

A pesar que el uso de semen congelado es porcentualmente mayor que el uso de semen fresco, este tiene desventajas significativas en la obtención de preñez, debido a que el proceso de criopreservación induce una disminución de la viabilidad y motilidad espermática (Cseh et al., 2012). Esto se ve demostrado en esta revisión de forma significativa, ya que el uso de semen fresco presente una ventaja sobre el semen congelado produciendo más preñeces, siendo un 19% superior en cuanto a fertilidad.

Como se observa en la figura 3, el protocolo hormonal en base a estro natural y la técnica de inseminación vía vaginal obtuvieron un 100% en cuanto a prolificidad. Es importante considerar que en los artículos revisados, 4 reportaban el uso de estro natural como protocolo hormonal y 1 la vía vaginal como técnica de inseminación. A pesar de que

ambas son técnicas aceptables en múltiples programas reproductivos (Baruselli et al., 2018; Chen et al., 2020), la literatura demuestra que tanto el estro natural como la inseminación vía vaginal, tienen una efectividad menor respecto a las demás en la mayoría de los animales (Anel et al., 2005; Kucuk, 2021; Linde-Forsberg et al., 1999), por lo tanto este resultado puede darse debido al bajo número de muestras utilizado.

Por otro lado, tanto el uso de protocolos en base a progesterona o prostaglandina, y el uso de semen fresco o congelado, no demuestran diferencias notables en el porcentaje de crías obtenidas, por lo que su prolificidad es similar. Respecto a las técnicas de inseminación, la vía laparoscópica se encuentra en un 18% sobre la transcervical, lo cual se alinea con los resultados obtenidos en experimentos con otros grupos de animales (Cappai et al., 2010; Sayre y Lewis, 1997)

Como se observa en la figura 4, todas las técnicas obtuvieron menos de un 50% en cuanto a fecundidad. Se postula que además de las dificultades técnicas que presenta la inseminación artificial, el estrés juega un rol primordial en las bajas tasas de preñez en rumiantes, debido a que causa fluctuaciones hormonales que pueden producir alteraciones en el estro o preñez, resultando en un número menor de crías respecto al número de hembras inseminadas (Dobson et al., 2008; Celi, 2011; Lucy, 2019), es importante destacar que las especies investigadas en esta revisión son silvestres, por lo tanto el contacto con humanos les causa un estrés significativamente mayor (Santos et al., 2018; Zbyryt et al., 2018).

Respecto al objetivo específico 3, se determina la eficiencia de las diferentes técnicas de inseminación artificial en relación a la preñez. El semen congelado a pesar de ser una excelente opción tanto para el almacenamiento de este a largo plazo, como para facilitar su transporte y posibilitar la preservación de germoplasma de alta calidad (Bailey et al., 2000) presenta dificultades importantes, lo que reduce su eficiencia en relación a la preñez. En esta revisión y como se grafica en la figura 5, se evidencia notoriamente que el semen fresco genera una mayor tasa de preñez. Esto se condice ya que múltiples estudios reportan que el semen congelado presenta obstáculos sustanciales, ya que

durante el proceso de criopreservación convencional los espermatozoides sufren de estrés oxidativo, estrés osmótico y choque de frío, provocando cambios en la composición de la membrana, disminuyendo su movilidad, viabilidad e incluso podría afectar la integridad del ADN, lo que finalmente reduce su viabilidad y fertilidad (Gil et al., 2014; Kumar et al., 2019; Wiebkle et al., 2022). Esto convierte al tipo de semen la variable que más afecta la eficiencia en términos de preñez, donde el semen fresco evidencia superioridad.

6. CONCLUSIONES

Según las publicaciones obtenidas en la presente revisión bibliográfica, se identifican como las variables más utilizadas en la inseminación artificial en rumiantes silvestres el protocolo hormonal en base a progesterona, técnica de inseminación vía laparoscópica y uso de semen congelado.

De acuerdo a la evaluación realizada sobre los parámetros de fertilidad, fecundidad y prolificidad, se determina que el protocolo hormonal en base a progesterona, técnica de inseminación vía laparoscópica y el uso de semen fresco alcanzan mayores porcentajes en cuanto a fertilidad y fecundidad. En cuanto a prolificidad, todas las variables se comportaron de manera similar, excepto la técnica de inseminación vía transcervical que esta levemente por debajo del resto.

Conforme a la eficiencia de las técnicas de inseminación artificial, el parámetro que induce diferencias significativas en la preñez y por lo tanto tiene un mayor impacto en la eficiencia reproductiva, es el tipo de semen utilizado en la inseminación artificial, siendo el uso de semen fresco el que demuestra una significativa superioridad en cuanto a preñez en la inseminación artificial de rumiantes silvestres.

Considerando los presentes resultados se plantea realizar más estudios en torno al uso de semen fresco en la inseminación artificial en rumiantes silvestres, ya que es la variable que presenta preponderancia en la cuanto preñez y la que podría influir mayormente en el éxito de la conservación de las especies de rumiantes silvestres y su germoplasma.

7. REFERENCIAS

- Acosta, G. (2001). *Efecto de la fragmentación del bosque nativo en la conservación de *Oncifelis guigna* y *Pseudalopex culpaeus* en Chile central*. [Tesis para optar el Grado de Magister en Ciencias Biológicas, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/106679/acosta_g.pdf?sequence=4
- Aguilera, M., y Silva, J. (1997). Especies y biodiversidad. *Interciencia*, 22(6), 299-306. https://www.academia.edu/31926035/Aguilera_ESPECIES_Y_BIODIVERSIDAD_pdf
- Aleuy, O. (2008). *Caracterización de medidas testiculares y semen de Pudu (*Pudu pudu*) obtenido con un protocolo combinado de masaje digital transrectal y electroeyaculación durante su época reproductiva*. [Memoria de Título para optar el Título Médico Veterinario, Universidad Austral de Chile]. Repositorio Institucional. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fva372c/doc/fva372c.pdf>
- Anel, L., Kaabi, M., Abroug, B., Alvarez, M., Anel, E., Boixo, J., De la Fuente, L. y de Paz, P. (2005). Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a field assay. *Theriogenology*, 63(1235-1247). <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.07.001>
- Argo, C., Jabbour, H., Goddard, P. Webb, R. y Loudon A. (1994). Superovulation in red deer (*Cervus elaphus*) and Père David's (*Elaphurus davidianus*), and fertilization rates following artificial insemination with Père David's deer semen. *Journal of reproduction and fertility*, 100(629–36). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8021886/>
- Asher, G., Kraemer, D., Magyar, S., Brunner, M., Moerbe, R y Giaquinto, M. (1990). Intrauterine insemination of farmed fallow deer (*Damadama*) with frozen-thawed

semen via laparoscopy. *Theriogenology*, 34(569-577).
[https://doi.org/10.1016/0093-691X\(90\)90012-I](https://doi.org/10.1016/0093-691X(90)90012-I)

Asher, G., Morrow, C., Jabbour, H., Mulley, R., Veldhuizen, F. y Langridge, M. Laparoscopic intra-uterine insemination of fallow deer with frozen-thawed or fresh semen after synchronization with CIDR devices. *New Zealand Veterinary Journal*, 40(8-14). [10.1080/00480169.1992.35689](https://doi.org/10.1080/00480169.1992.35689)

Bailey, J., Bilodeau, J. y Cormier, N. (2000). Semen Cryopreservation in Domestic Animals: A Damaging and Capacitating Phenomenon. *Journal of Andrology*, 21(1-7).<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e79af33cd76b44b84546fa3f7132855b5acd479e>

Ballari, S., Pastore, H. y Varela, D. (2019). *Pudu puda*.
<https://cma.sarem.org.ar/es/especienativa/pudupuda#:~:text=El%20pudú%20está%20sujeto%20numerosas,%3B%20Silva%2DRodriguez%20et%20al>

Baruselli, P., Ferreira, R., Sá, M. y Bó G. (2018). Using artificial insemination v. natural service in beef herds. *Animal*, 12(45-52).
<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/review-using-artificial-inseminationvnaturalserviceinbeefherds/5C062EFAB465A906107704773351A7DC>

Becaluba, F. (2006). *Métodos de sincronización de celos en bovinos*.
https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf

Bott, N. (2018). Reproductive management of reindeer (*Rangifer radundus*). *The AABP Proceedings*, 51(2), 188-191.
https://scholar.google.cl/scholar_url?url=https://bovineojstamu.tdl.org/bovine/index.php/AABP/article/view/3141/3118&hl=es&sa=X&ei=OQ9hZf3ILNGI6rQP6uCD-AQ&scisig=AFWwaeZuZaj1CaHbUZn3zE7Ok4B5&oi=scholarrr

- Cappai, P., Sanna, S., Branca, A., Fraghí, A. y Bomboi, G. (2010). Comparison of laparoscopic and transcervical insemination with frozen semen in Sarda dairy ewes. *Animal Science*, 66(2). <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/abs/comparison-of-laparoscopic-and-transcervical-insemination-with-frozen-semen-insardadairyewes/D0F398BE630D6B3B11BFF56E39E22D2E>
- Celi, P. (2011). Oxidative Stress in Ruminants. *Studies on Veterinary Medicine*, 1(191-231). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-61779-071-3_13
- Chen, S., Deng, F., Zhang, M., Jia, X. y Lai, S. (2020). Characterization of Vaginal Microbiota Associated with Pregnancy Outcomes of Artificial Insemination in Dairy Cows. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(804-810). doi: [10.4014/jmb.2002.02010](https://doi.org/10.4014/jmb.2002.02010)
- Christie, V. (2008). *Manejo de inseminación artificial Intra-cervical con semen fresco en ovinos de la Región de Magallanes*. [Tesis para optar el Ingeniero Agropecuario, Universidad de Magallanes]. Repositorio Institucional. http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/christie_vanessa_2008.pdf
- Clemente, F., Cortez, C. y Gallegos, J. (2017). *Manual de Reproducción Asistida para el Venado cola-blanca Campus SPL*. https://www.researchgate.net/publication/368330524_Manual_de_Reproduccion_Asistida_para_el_Venado_cola-blanca_Campus_SLP
- Cseh, S. y Solti, L. (2000). Importance of assisted reproductive technologies in the conservation of wild, rare or indigenous ungulates: review article. *Acta Veterinaria Hungarica*, 48(3), 313-323. <http://real.mtak.hu/49481/1/avet.48.2000.3.8.pdf>
- Cseh, S., Faigl, V. y Amiridis, G. (2012). Semen processing and artificial insemination in health management of small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(187-192). <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.014>
- Desenmore, M., Bowen, M., Magyar, S., Amoss, M., Robinson, R., Harms, P. y Kraemer, D. (1987). Artificial insemination with frozen, thawed semen and pregnancy

- diagnosis in addax (*Addax nasomaculatus*). *Zoo Biology*, 6(21-29).
<https://doi.org/10.1002/zoo.1430060104>
- Díaz, G., Galina, C., Basurto, C. y Ochoa, G. (2002). Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 32(283-286).
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2002000200009&script=sci_abstract
- Díaz, N. y Lopez, P. (2018). Protocolos de criopreservación de semen bovino.
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/4af87dc9-7d24-4bac-95b83560ab56f475/content#:~:text=La%20criopreservaci%20garantiza%20que%20los,causar%20muerte%20celular%20e%20infertilidad>
- Dobson, H., Walker, S., Morris, M., Routly, E. y Smith, R. (2008). Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows?. *Animal*, 8(1104-1111).
<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/abs/why-is-it-getting-more-difficult-to-successfully-artificially-inseminated-dairy-cows/78719C43C3183AB7A5FCB85365CDA23A>
- Dott, H. y Utsi, M. (1973). Artificial insemination of Reindeer (*Ragifer tarandus*). *Journal of Zoology*, 170(505-508). <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1973.tb05065.x>
- Fennessy, P., Mackintosh, G. y Shackell, H. (1990). Artificial insemination of farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Animal production*, 51(613-621).
<https://deernz.org/public/assets/research/986.pdf>
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (2022). ¿Qué es la sexta extinción masiva y que podemos hacer al respecto?. World Wild Life. Consultado el 20 de noviembre 2023,
<https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/que-es-la-sexta-extincion-masiva-y-que-podemos-hacer-al-respecto>

- Foot, R. (2003). Fertility estimation: a review of past experience and future prospects. *Animal Reproduction Science*, 75(119-139). [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(02\)00233-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(02)00233-6)
- Frid, A. (1994). Observations on habitat use and social organization of huemul *Hippocamelus bisulcus* coastal population in Chile. *Biological Conservation*, 67(11), 13-19. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)90003-5)
- Gandolf, A., Kouba, A., Wolfe, B., Johnson, C., Atkinson, M., Blumer, E. y Roth, T. (2002). *Preliminary Findings on Estrus Synchronization and Artificial Insemination of Fringe-Eared Oryx (Oryx gazella callotis)*. <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pId=26434&id=10109906>
- García, J., Molina, L., Barranquero, M., Aura, M., Reus, R. y Azaña, S. (2022). *Congelación de esperma: indicaciones, proceso, resultado y precio*. Reproducción asistida. Consultado el 20 de Noviembre 2023, <https://www.reproduccionasistida.org/congelacion-de-semen/>
- Garland, P., Frazer, L., Sanderson, N., Mehren, K. y Kroetsch, T. (1992). Artificial insemination of scimitar-horned oryx at Orana Park with frozen semen from Metro Toronto Zoo. *Biotechnology and the conservation of genetic diversity*, 1(37-44). <https://doi.org/10.1093/oso/9780198540304.003.0004>
- Gaskins, C., Snowden, G., Westman, M. y Evans, M. (2005). Influence of body weight, age, and weight gain on fertility and prolificacy in four breeds of ewe lambs. *Journal of Animal Science*, 83(1680-1689). <https://doi.org/10.2527/2005.8371680x>
- Gibbons, A. y Cueto, M. (2005). *Manual de inseminación artificial en la especie ovina*. https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/inseminacion_ovinos/07-manual_ia.pdf
- Gibbons, A., Fernandez, J., Bruno-Galarraga, M., Spinelli, M. y Cueto, M. (2019). Technical recommendations for artificial insemination in sheep. *Animal reproduction*, 16(4), 803–809. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2018-0129>

- Gil, L., Olaciregui, M., Luño, V., Malo, C., González, N. y Martínez F. (2014). Current Status of Freeze-Drying Technology to Preserve Domestic Animals Sperm. *Reproduction in Domestic Animals*, 49(72-81). <https://doi.org/10.1111/rda.12396>
- Godfrey, R. Lunstra, D., French, A., Schwartz, J., Armostrong, D. y Simmons, G. (1991). Estrous synchronization in the gaur (*Bos gaurus*): Behavior and fertility to artificial insemination after prostaglandin treatment. *Zoo Biology*, 10(34-41). <https://doi.org/10.1002/zoo.1430100105>
- Gomendio, M., Roldan, E., Garde, J. y Espeso, G. (2006). El papel de las biotecnologías reproductivas en la conservación animal. *Revista ecosistemas*, 15(2), 50-57. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/185/182>
- Gonzales, H.M., Scotto, C., Davalos, R. y Gonzales, H. (2019). Biotecnología reproductiva en animales silvestres. *Spermova*, 9(2), 69-82. http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev.%209%20Vol.%202/2_Gonzales_2019_in_press.pdf
- Haigh, J. y Bowen, G. (1991). Artificial insemination of red deer (*Cervus elaphus*) with frozen-thawed wapiti semen. Society for *Reproduction and Fertility*, 93(119-123). [https://rep.bioscientifica.com/configurable/content/journals\\$002frep\\$002f93\\$002f1\\$002fjrf_93_1_012.xml?t:ac=journals%24002frep%24002f93%24002f1%24002fjrf_93_1_012.xml](https://rep.bioscientifica.com/configurable/content/journals$002frep$002f93$002f1$002fjrf_93_1_012.xml?t:ac=journals%24002frep%24002f93%24002f1%24002fjrf_93_1_012.xml)
- Holt, W., Abaigar, T. y Jabbour, H. (1996). Oestrous synchronization, semen preservation and artificial insemination in the Mohor gazelle (*Gazella dama mhorr*) for the establishment of a genome resource bank programme. *Reproduction, Fertility and Development*, 8(1215-1222). [10.1071/rd9961215](https://doi.org/10.1071/rd9961215)
- Holt, W., Moore, H., North, R., Hartman, T. y Hodges, J. (1988). Hormonal and behavioural detection of oestrus in blackbuck, *Antilope cervicapra*, and successful artificial insemination with fresh and frozen semen. Society for *Reproduction and*

Fertility, 82(717-725).

https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/82/2/jrf_82_2_039.xml

Humble, E., Stoffel, M., Dicks, K. y Ogden, R. (2023). *Conservation management strategy impacts inbreeding and mutation load in scimitar-horned oryx*. <https://doi.org/10.1073/pnas.2210756120>

Johnston, S., Blyde, D., Pedrana, R. y Gibbs, A. (2000). Laparoscopic intrauterine insemination in Barbary sheep (*Ammotragus lervia*). *Australian Veterinary Journal*, 10(714-716). [10.1111/j.1751-0813.2000.tb10414.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2000.tb10414.x)

Johnston, S., McGowan, M. y Blyde, D. (2002). Birth of a Banteng (*Bos javanicus*) calf at Western Plains Zoo after fixed time artificial insemination. *Australian Veterinary Journal*, 10(94-95). [10.1111/j.1751-0813.2002.tb12061.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2002.tb12061.x)

Jorquera-Jaramillo, C., Vega, A., Aburto, J., Martinez-Tilleria, K., Leon, M., Perez, M., Gaymer, C. y Squeo, F. (2012). Conservación de la biodiversidad en Chile: Nuevos desafíos y oportunidades en ecosistemas terrestres y marinos costeros. *Revista chilena de historia natural*, 85(3), 267-280. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000300002>

Korzekwa, A. y Kotlarczyk, A. (2021). Artificial Reproductive Technology (ART) Applied to Female Cervids Adapted from Domestic Ruminants. *Animals*, 11(10), 2933. <https://doi.org/10.3390/ani11102933>

Kucuk, N., Ucan, U., Raza, S., Erdogan, G. y Aksoy, M. (2021). Comparative efficiency of novel laparoscopic and routine vaginal inseminations with cryopreserved semen in rabbits. *Reproduction in Domestic Animals*, 56(1059-1065). <https://doi.org/10.1111/rda.13949>

Kumar, A., Prasad, J., Srivastava, N. y Gosh, S. (2019). Strategies to Minimize Various Stress-Related Freeze–Thaw Damages During Conventional Cryopreservation of Mammalian Spermatozoa. *Biopreservation and Biobanking*, 17(6). <https://doi.org/10.1089/bio.2019.0037>

- Ladd, R., Crouther, R., Brook, S. y Eames, J. (2022). Reviewing the status and demise of the Endangered Eld's deer and identifying priority sites and conservation actions in Cambodia. *Mammalia*, 86(407-421). <https://doi.org/10.1515/mammalia-2021-0151>
- Latorre, E. y Sales Z, F. (2000) Inseminación artificial ovina XII Región - I Parte. *Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, 48. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7407> (Consultado: 13 marzo 2024).
- Linde-Forsberg, C., Strom, B. y Govette, G. (1999). Comparison of fertility data from vaginal vs intrauterine insemination of frozen-thawed dog semen: A retrospective study. *Theriogenology*, 52(11-23). [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00106-5](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00106-5)
- Lindeberg, H., Nikitkina, E., Nagy, S., Musidray, A., Shiryaev, G., Kumpula, K. y Holdan, O. (2021). Potential applications of assisted reproductive technologies (ART) in reindeer (*Rangifer tarandus*). *Animal Reproduction Science*, 235(1), 106890. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106890>
- Lucy, M. (2019). Stress, strain, and pregnancy outcome in postpartum cows. *Animal Reproduction*, 16(455-464). <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0063>
- Lv, C., Wu, G., Hong, Q. y Quan, G. (2019). Spermatozoa Cryopreservation: State of Art and Future in Small Ruminants. *Biopreservation and Biobanking*, 17(2). <https://doi.org/10.1089/bio.2018.0113>
- Martínez-Barbitta, M., Costa, G., Pombo, I., Peñagaricano, J., Lutz, M., Freire, A. y Cavestany, D. (2015). Evaluación de dos formulaciones de progesterona en protocolos HeatSynch en vacas Holando lactando en sistemas pastoriles. *Veterinaria*, 51(200). http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092015000400003
- Monfort, S., Asher, G., Wildt, D., Wood, T., Schiewe, M., Williamson, L., Bush, M. y Rall, W. (1993). Successful intrauterine insemination of Eld's deer (*Cervus eldi thamin*)

- with frozen–thawed spermatozoa. *Journal of Reproduction and Fertility*, 99(459-465). <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0990459>
- Monte-Luna, P., Lluch-Belda, D., Arreguin-Sanchez, F., (2007). Examen de la conservación y el aprovechamiento de los recursos vivos. *Interciencia*, 32(1), 61-65. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000100012#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20un%20sector,de%20asegurar%20su%20existencia%20misma
- Morrow, C., Penfold, L. y Wolfe, B. (2009). Artificial insemination in deer and non-domestic bovids. *Theriogenology*, 71(149-165). <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.09.001>
- Morrow, C., Wolfe, B., Roth, T., Wildt, D., Bush, M., Blumer, E., Atkinson, M. y Monfort, S. (2000). Comparing ovulation synchronization protocols for artificial insemination in the scimitar-horned oryx (*Oryx dammah*). *Animal Reproduction Science*, 59(71-86). [10.1016/s0378-4320\(00\)00067-1](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00067-1)
- Mulley, R., Moore, N. y English, A. (1988). Successful uterine insemination of fallow deer with fresh and frozen semen. *Theriogenology*, 5(1149-1153). [10.1016/s0093-691x\(88\)80040-2](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(88)80040-2)
- Muñoz, S. (2008). *Congelación de semen de Pudu (Pudu pudu): Efecto de los diluyentes tris y leche SB sobre semen diluido*. [Memoria de Título para optar el Título Médico Veterinario, Universidad Austral de Chile]. Repositorio Institucional. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fvm971c/doc/fvm971c.pdf>
- Mylrea, G. English, A., Mulley, R. y Evans G. (1992). Artificial Insemination of Farmed Chital Deer. *The Biology of Deer*, 1(334-337). https://www.academia.edu/85046757/Artificial_Insemination_of_Farmed_Chital_Deer

- Núñez, I., González, E. y Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto . *Interciencia*, 28(7), 387-393.
<https://www.redalyc.org/pdf/339/33908204.pdf>
- Pievani, T. (2014). The sixth mass extinction: Anthropocene and the human impact on biodiversity. En V. Aquilanti (Eds), *Rendiconti Lincei*. (pp 85–93). Springer.
<https://doi.org/10.1007/s12210-013-0258-9>
- Pintus, E. y Ros-Santaella, J.L. (2014). Assisted reproductive technologies in deer (Artiodactyla, Cervidae): A Review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 45(2), 136-146.
https://www.researchgate.net/publication/263337733_Assisted_reproductive_technologies_in_deer_Artiodactyla_Cervidae_A_review
- Ribeiro-Peres, A., Munita-Barbosa, L., Yumi-Kanazawa, M., Mello-Martins, M. y Ferrerira da Souza, F. (2014). Criopreservación de espermatozoides bovinos extraídos de la cola del epidídimo utilizando los métodos convencional y automatizado. *Arch Med Vet* 46(1), 31-38. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v46n1/art05.pdf>
- Rodríguez, A. (2018). Ciencia y divulgación sobre la sexta extinción masiva de biodiversidad, ¿es realmente el cambio climático el principal responsable?. En R. Fernández y D. Rodrigo (Eds.), *La comunicación de la mitigación y la adaptación al Cambio Climático* (pp. 177-204). Sevilla Egregius.
<https://hdl.handle.net/11441/89460>
- Rojas, M., Castro, R., Venegas, F., Álvarez, R. y Guillomot, M. (2016). Impacto de la biotecnología reproductiva en la conservación de los animales en riesgo de extinción. *TecnoVet*, 12(3),9-15.
<https://tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/view/39049>
- Santiago-Moreno, J., Toledano-Díaz, A., Pulido-Pastor, A., Gómez-Brunet, A. y López-Sebastián, A. (2006). Birth of live Spanish Ibex (*Capra pyrenaica hispanica*) derived from artificial insemination with epididymal spermatozoa retrieved after death. *Theriogenology*, 66(283-291). [10.1016/j.theriogenology.2005.11.012](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.11.012)

- Santos, J., Acevedo, P., Carvalho, J., Queirós, J., Villamuelas, M., Fonseca, C., Cortázar, C., López-Olvera, J. y Vicente, J. (2018). The importance of intrinsic traits, environment and human activities in modulating stress levels in a wild ungulate. *Ecological Indicators*, 89(706-715). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.047>
- Sathe, S. (2018). Laparoscopic Artificial Insemination Technique in Small Ruminants—A Procedure Review. *Frontiers in Veterinary Science*, 5(266). <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00266>
- Sayre, B. y Lewis, G. (1997). Fertility and ovum fertilization rate after laparoscopic or transcervical intrauterine artificial insemination of oxytocin-treated ewes. *Theriogenology*, 48(267-275). [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(97\)84074-5](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(97)84074-5)
- Setaldi, D., Agil, M., Mulia, B., Windianti, A., Sajuthi, D., Manansang, J., Hastuti, Y., Liwa, S. y Arifiantini, R. (2023). Determination of artificial insemination timing in Banteng based on follicle size and uterine enlargement. *Asian Journal of Conservation Biology*, 12(3-9). http://ajcb.in/journals/full_papers_july_2023/AJCB-Vol12-No1-76733_Setiadi%20et%20al.pdf
- Tellería, J. (2012). *Introducción a la conservación de las especies*. https://www.researchgate.net/publication/233842084_Introduccion_a_la_conservacion_de_las_especies
- Timmins, R., Duckworth, J., Hedges, S., Steinmetz, R. y Pattanavibool, A. (2008). *Bos javanicus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*. https://www.researchgate.net/profile/Simon-Hedges-2/publication/301746958_Bos_javanicus_The_IUCN_Red_List_of_Threatened_Species_2008/links/5724c48d08aee491cb3a9a54/Bos-javanicus-The-IUCN-Red-List-of-Threatened-Species-2008.pdf
- Ugalde, J. (2014). Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 33-34. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122009.pdf>

- Umapathy, G., Sontakke, S., Reddy, A. y Shivaji, S. (2007). Seasonal variations in semen characteristics, semen cryopreservation, estrus synchronization, and successful artificial insemination in the spotted deer (*Axis axis*). *Theriogenology*, 67(1371-1378). [10.1016/j.theriogenology.2007.01.019](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.01.019)
- Unión para la Conservación de la Naturaleza. (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Red List. Consultado el 22 de Noviembre de 2023, <https://www.iucnredlist.org>
- Velasco, J. y Ortega, L. (2008). La Inseminación Artificial y su Efecto Sobre los Índices de Productividad Parcial en Fincas Ganaderas de Doble Propósito. *Revista Científica*, 18(3), http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000300007
- Wiebke, M., Hansel, B., Nitsche-Melkus, E., Jung, M. y Schulze, M. (2022). Cooled storage of semen from livestock animals (part I): boar, bull, and stallion. *Animal Reproduction Science*, 246. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106822>
- Zbyryt, A., Bubnicki, W., Kuijper, D., Denhard, M., Churski, M. y Schmidt, K. (2017). Do wild ungulates experience higher stress with humans than with large carnivores?. *Behavioral Ecology*, 29(19-30). <https://doi.org/10.1093/beheco/arx142>

7. ANEXOS

Matriz de datos y publicaciones utilizadas en la revisión bibliográfica.

Autor	Año	Titulo	Especie	Estado UICN	Protocolo hormonal	Técnica I	Tipo semen	N° I	N° P	N° CV
Monfort et al.	1993	Successful intrauterine insemination of Eld's deer (<i>Cervus eldis thamin</i>) with frozen-thawed spermatozoa	Eld's deer <i>Cervus (eldis thamin)</i>	EN	P4	LP	SC	20	9	7
Monfort.	1994	Artificial insemination in deer and non-domestic bovids.	Eld's deer <i>Cervus (eldis thamin)</i>	EN	P4	LP	SC	20	5	5
Argo et al.	1994	Superovulation in red deer (<i>Cervus elaphus</i>) and Père David's deer (<i>Elaphurus davidianus</i>), and fertilization rates following artificial insemination with Père David's deer semen	Père David's deer (<i>Elaphurus davidianus</i>)	EW	P4	LP	SC	6	6	0
Dott y Utsi.	1973	Artificial insemination of Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	VU	ES	TC	SC	14	2	2
Godfrey et al.	1991	Estrous synchronization in the gaur (<i>Bos gaurus</i>): Behavior and fertility to artificial insemination after prostaglandin treatment	Gaur (<i>Bos gaurus</i>)	VU	P4	NM	SC	6	1	1

Desenmore et al.	1987	Artificial insemination with frozen, thawed semen and pregnancy diagnosis in addax (<i>Addax nasomaculatus</i>)	Addax (<i>Addax nasomaculatus</i>)	CR	P4	TC	SC	2	2	1
Garland et al.	1992	Artificial insemination of scimitar horned oryx at Orana Park with frozen semen from Metro Toronto Zoo	Scimitar horned oryx (<i>Oryx dammah</i>)	EN	P4	TC	SC	4	2	2
Morrow et al.	2000	Comparing ovulation synchronization protocols for artificial insemination in the scimitar-horned oryx (<i>Oryx dammah</i>)	Scimitar horned oryx (<i>Oryx dammah</i>)	EN	PGF	TC	SC	14	5	4
Read y Frueh.	1980	Management and breeding of Speke's gazelle <i>Gazella spekei</i> at the St Louis Zoo, with a note on artificial insemination	Speke's gazelle (<i>Gazella spekei</i>)	EN	PGF	TC	SC/ SF	3	1	1
Johnston et al.	2000	Laparoscopic intrauterine insemination in Barbary sheep (<i>Ammotragus lervia</i>)	Barbary sheep (<i>Ammotragus lervia</i>)	VU	P4	LP	SF	4	2	2
Johnston et al.	2002	Birth of a Banteng (<i>Bos javanicus</i>) calf at Western Plains Zoo after fixed time artificial insemination	Banteng (<i>Bos javanicus</i>)	EN	P4	TC	SC	6	1	1
Setiadi et al.	2023	Determination of artificial insemination timing in	Banteng (<i>Bos javanicus</i>)	EN	ES	TC	SC	2	2	NM

Holt et al.	1996	Banteng based on follicle size and uterine enlargement Oestrous synchronisation, semen preservation and artificial insemination in the Mohor gazelle (<i>Gazella dama mhorri</i>) for the establishment of a genome resource bank programme	Mohor gazelle (<i>Gazella dama mhorri</i>)	CR	P4	LP	SC	13	3	1
Gandolf et al.	2002	Preliminary Findings on Estrus Synchronisation and Artificial Insemination of Fringe-Eared Oryx (<i>Oryx gazella callotis</i>)	Fringe-Eared Oryx (<i>Oryx gazella callotis</i>)	VU	P4	TC	SC	9	0	0
Asher et al.	1990	Intrauterine insemination of farmed fallow deer (<i>Dama dama</i>) with frozen-thawed semen via laparoscopy	Fallow deer (<i>Dama dama</i>)	LC	P4	LP	SC	4	3	NM
Asher et al.	1992	Laparoscopic intra-uterine insemination of fallow deer with frozen-thawed or fresh semen after synchronisation with CIDR devices	Fallow deer (<i>Dama dama</i>)	LC	P4	LP	SC/ SF	763	541	NM
Mulley et al.	1988	Successful uterine insemination of fallow deer with fresh and frozen semen	Fallow deer (<i>Dama dama</i>)	LC	P4	LP	SC/ SF	6	3	3

Mylrea et al.	1992	Artificial Insemination of Farmed Chital Deer	Axis deer (<i>Axis axis</i>)	LC	P4	TC	SC/ SF	19	12	5
Umapathy et al.	2007	Seasonal variations in semen characteristics, semen cryopreservation, estrus synchronization, and successful artificial insemination in the spotted deer (<i>Axis axis</i>)	Axis deer (<i>Axis axis</i>)	LC	P4	TC	SF	10	3	2
Fennessy et al.	1990	Artificial insemination of farmed reed deer (<i>Cervus elaphus</i>)	Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)	LC	P4	LP/ VG	SC	47	24	NM
Haigh y Bowen.	1991	Artificial insemination of red deer (<i>Cervus elaphus</i>) with frozen-thawed wapiti semen	Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)	LC	P4	LP	NM	200	102	100
Holt et al.	1988	Hormonal and behavioural detection of oestrus in blackbuck, <i>Antelope cervicapra</i> , and successful artificial insemination with fresh and frozen semen	Blackbuck (<i>Antelope cervicapra</i>)	LC	ES	TC	SC/ SF	11	6	6
Santiago-Moreno et al.	2006	Birth of live Spanish ibex (<i>Capra pyrenaica hispanica</i>) derived from artificial insemination with epididymal spermatozoa retrieved after death	Iberian Wild Goat (<i>Capra pyrenaica</i>)	LC	P4	LP	SC	6	1	1

Nota. Significados abreviaciones. Técnica I (técnica inseminación); N° I (número hembras inseminadas); N° P (número preñez); N° CV (número crías vivas). ES (estro natural); P4 (progesterona); PGF (prostaglandina). LP (laparoscopia); TC (transcervical); VG (vaginal). SC (semen congelado); SF (semen fresco).