



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA,
PESCA Y VETERINARIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**



TRABAJO DE TITULACIÓN:

Componente práctico del Examen de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

MÉDICA VETERINARIA

TEMA:

La transferencia de embriones para el mejoramiento genético en Ganado Bovino

AUTORA:

Katherine Jetzabel Rizzo Jordán

TUTOR:

Mvz. Jorge Álava Cobeña MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2023

RESUMEN

Prácticamente el sustento de la producción animal es la reproducción, es por esto que se han perfeccionado y desarrollado varias técnicas de reproducción asistida, tal es el caso de la transferencia de embriones. Por medio de esta biotecnología es posible el poder incrementar el rendimiento económico de las explotaciones, ya que permite conseguir un gran número de terneros de animales genéticamente superior. La finalidad que tiene los programas de transferencia de embriones es obtener la mayor cantidad de embriones en un solo ciclo estral, por lo cual se lleva a cabo la estimulación ovárica de la vaca donante con el objetivo de la producción de varios ovocitos, en comparación de la primera ovulación característica de la especie. Para que la TE tenga éxito es importante la selección y el manejo de los animales que cumplirán su función como donadoras, receptoras y semental, es por eso que el encargado debe estar capacitado para la correcta elección. Para llevar a cabo el proceso de TE existen varios protocolos que se usan para la superovulación de las donadoras, con el cual se busca obtener la mayor cantidad de ovocitos viables para ser fertilizados, luego recolectar embriones transferibles con elevadas posibilidades de producir preñez. La transferencia embrionaria a través del método quirúrgico se ha dejado de llevar a cabo, pues el método no quirúrgico es el elegido, siendo en este en donde el embrión es depositado en la porción superior del cuerno uterino e ipsilateral al ovario en el que se encuentra el cuerpo lúteo. El porcentaje de la tasa de preñez en vacas receptoras con embriones congelados se dedujo que el 33.33 % quedaron en gestación, mientras que un 66.66 % no respondieron a la transferencia de embriones.

Palabras claves: Transferencia de embriones, mejoramiento genético, ganado bovino, donantes, receptoras.

SUMMARY

Practically the support of animal production is reproduction, which is why several assisted reproduction techniques have been perfected and developed, such as embryo transfer. Through this biotechnology it is possible to increase the economic performance of farms, since it allows obtaining a large number of calves from genetically superior animals. The purpose of embryo transfer programs is to obtain the greatest number of embryos in a single estrous cycle, for which ovarian stimulation of the donor cow is carried out with the objective of producing several oocytes, compared to the first ovulation characteristic of the species. For ET to be successful, it is important to select and manage the animals that will fulfill their function as donors, recipients and studs, which is why the manager must be trained in the correct selection. To carry out the ET process, there are several protocols that are used for the superovulation of donors, with which the aim is to obtain the greatest number of viable oocytes to be fertilized, then collect transferable embryos with a high chance of producing pregnancy. Embryo transfer through the surgical method has stopped being carried out, since the non-surgical method is the one chosen, this being where the embryo is deposited in the upper portion of the uterine horn and ipsilateral to the ovary in which it is located. The corpus luteum. The percentage of pregnancy rate in recipient cows with frozen embryos was deduced that 33.33% remained pregnant, while 66.66% did not respond to the embryo transfer.

Keywords: Embryo transfer, genetic improvement, cattle, donors, recipients.

CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
CONTENIDO	IV
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN	3
2. DESARROLLO.....	4
2.1. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1.1. Biotecnologías de la reproducción	4
2.1.2. Transferencia de embriones.....	4
2.1.3. Selección de los animales.....	5
2.1.4. Hormonas usadas en la superovulación	6
2.1.5. Protocolos de superovulación	7
2.1.6. Métodos de obtención o recolección de embriones.....	8
2.1.7. Evaluación de embriones.....	10
2.1.8. Transferencia de embriones a la hembra receptora	13
2.1.9. Criopreservación de embriones	13
2.1.10. Descongelamiento	14
2.2. METODOLOGÍA.....	14
2.3. RESULTADOS	14
2.4. DISCUSION DE RESULTADOS	17
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
3.1. CONCLUSIONES.....	19
3.2. RECOMENDACIONES.....	20
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	21
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	21
4.2. ANEXOS	26

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.- Ejemplo de un protocolo de sincronización, superovulación y transferencia de embriones.	8
Tabla 2.- Efecto de la condición corporal de la receptora sobre el porcentaje de preñez después de la transferencia no quirúrgica.	16
Tabla 3.- Efecto de la edad de la receptora sobre el índice de preñez de TE.	17
Tabla 4.- Obtención y transferencia de embriones.	17

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.- sistema de lavado o Flush: A, sonda Foley con el globo inflado; B, manguera en Y; C, recipiente con la solución de lavado; D, filtro para embriones (Lopez & Balcazar, 2018).....	9
Figura 2.- Sistema de lavado y colocación de la sonda de Foley para la recuperación de embriones en bovinos y equinos. a , vagina; b , cérvix; c , ovarios; d , útero; e , vejiga; f , bulbo de la sonda de Foley que no permite el paso de líquido hacia el cérvix; g , solución para el lavado; h , pinzas para control del paso del fluido; i , manguera de dos vías; j , válvula; k , pinzas para el control del paso del fluido; l , contenedor con filtro para la recolección de embriones; m , contenedor para el exceso de fluido de lavado (Lopez I. , 2018).	10
Figura 3.- Embriones con código de calidad 1. (a) En etapa de desarrollo 4: mórula; (b) En etapa de desarrollo 5: blastocisto temprano; (c) En etapa de desarrollo 6: blastocisto (Concepcion, 2019).....	11
Figura 4.- Embriones con código de calidad 2. (a) En etapa de desarrollo 4: mórula; (b) En etapa de desarrollo 5: blastocisto temprano; (c) En etapa de desarrollo 7: blastocisto expandido (Concepcion, 2019).	12
Figura 5.- Embriones con código de calidad 3. (a), (b) y (c) En etapa de desarrollo 4: mórula (Concepcion, 2019).....	12
Figura 6.- Embriones con código de calidad 4. (a) En etapa de desarrollo 1: sin fertilizar; (b) En etapa de desarrollo 1: sin fertilizar y degenerado (c) En etapa de desarrollo 2: embrión de 2 a 12 células degenerado (Concepcion, 2019).....	12

Figura 7.- Porcentaje de la tasa de preñez en vacas receptoras Brown Swiss cruzadas, transferidas con embriones frescos. 15

Figura 8.- Porcentaje de la tasa de preñez en vacas receptoras Brown Swiss cruzadas, transferidas con embriones congelados. 15

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1.- Pasos para el congelado lento de embriones. 26

Anexo 2.- Recuperación de embriones por lavado uterino..... 26

Anexo 4.- Terneros raza Simmental, producidos por transferencia embrionaria. 26

Anexo 3.- ovocito maduro. 26

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción ganadera ha avanzado de forma significativa gracias a la utilización de la biotecnología, dando lugar a grandes cambios genéticos que han permitido aumentar el rendimiento reproductivo de animales con alto valor genético. La llegada de la inseminación artificial como biotecnología permitió mejorar los rasgos genéticos de los animales, pero este proceso requiere de un continuo y largo aprendizaje, lo que ha conllevado a efectuar nuevas tecnologías que han permitido obtener mejores resultados en un corto tiempo (Chuga, et al., 2020).

Vásquez, (2016) menciona que el uso de biotecnologías reproductivas tales como la inseminación artificial (IA), transferencia de embriones, selección asistida por marcadores genéticos, ovulación múltiple, fertilización in vitro y demás, permiten el mejoramiento genético de los animales a los cuales se les realice, teniendo en cuenta los parámetros que cada una conlleva para su éxito.

La transferencia de embriones es uno de los métodos con mayor difusión en todo el mundo para la rápida reproducción de genética de elite y, aunque en poco tiempo se ha desarrollado una situación favorable de esta biotecnología dentro de la industria, las necesidades reproductivas y la obtención de genes de alta calidad son cada vez mayores, por ende ocasionando un crecimiento continuo de la distribución de las biotecnologías reproductivas (Vera J. , 2017).

El objetivo de un programa de transferencia de embriones es obtener el mayor número de embriones en un solo ciclo estral, por lo que se efectúa estimulación ovárica en la hembra donante la cual tiene como función de producir la ovulación de diferentes ovocitos, en comparación de la ovulación simple típica del ganado bovino (Vega, 2021).

La biotecnología reproductiva se utiliza ampliamente en todo el mundo, no obstante falta mucho por aprender de esta área, pues existe demasiada desequilibrio en las necesidades del ganado y la tecnología utilizada en la producción ganadera. Las pruebas y el intercambio de información son cruciales ya que permiten la normalización de resultados positivos, lo que haría avanzar en el uso de esta

biotecnología en el campo, teniendo en cuenta elementos significativos como la elección de donadoras y receptoras (Chuga, et al., 2020).

La presente investigación se realizará con la finalidad de investigar sobre el uso de transferencia de embriones para el mejoramiento genético en bovinos, además de proporcionar información bibliográfica acerca de información similar y ensayos realizados, lo cual nos permitirá ampliar el interés para la realización de futuras investigaciones aplicando esta rama de la biotecnología reproductiva.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obtención de animales de alta calidad genética para incrementar la producción de leche y carne en el país se logra importando a estos animales de otros países a costos muy elevados. Desde hace muchos años el ganado vacuno ha sido mejorado genéticamente por el lado paterno mediante la aplicación de la inseminación artificial (IA), sin tener en consideración el lado materno, sin embargo, a través de la transferencia de embriones se puede acelerar la mejora por el lado materno, acortando así el intervalo entre generaciones y acelerar el proceso de selección, obteniendo un gran número de progenie de hembras donantes valiosas, lo que permitiría aumentar la producción animal (UGRJ, 2023).

La transferencia de embriones (TE) es conceptualmente sencilla desde una perspectiva metodológica, pero operativamente es complicada debido a la amplia gama de variables que afectan la técnica y el requisito de una serie de pasos secuenciales que determinarán el éxito del proceso de la transferencia de embriones (García, Quintela, Becerra, & Peña, 2018).

El aborto en el ganado bovino produce desafíos económicos y de gestión al productor. Se producen fallas importantes del desarrollo durante los primeros 7 días de gestación. Alrededor del 28,4% de los embriones después del día 7 de gestación no se desarrollarán, mientras que la mayoría de pérdidas embrionarias se efectuarán antes del día 4. Al finalizar el primer mes de preñez, el 47,9% de las hembras bovinas inseminadas no estarán preñadas en el día 0 (Reese, Franco, Poole, & Capucha, 2020).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La transferencia de embriones es una de las biotecnologías utilizadas para el mejoramiento genético mediante individuos superiores (Pacheco, Velez, & Pezo, 2016). La finalidad de la TE es ampliar la intensidad selección en los programas que se usan para la mejora genética, ya que permiten obtener un gran número de sucesores por unidad de tiempo por medio de hembras que tengan un elevado potencial genético. Además, en combinación con semen sexado, facilita a la adquisición de animales con el sexo deseado para la posterior selección con una eficiencia del 90%. En otro aspecto, también ha sido usada en el ámbito sanitario en la prevención de transmisión de enfermedades (García, Quintela, Becerra, & Peña, 2018).

El uso de la transferencia de embriones en los establecimientos ganaderos necesita de la implementación de programas reproductivos responsables, que tengan en consideración la programación de tratamientos en diferentes receptoras para conseguir la preñez de estas, teniendo en cuenta los problemas y los parámetros resultantes de tasa de natalidad efectiva, lo cual no siempre está en planificación (Flores, Beltrán, Mamani, & Canaza, 2022).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Recopilar información bibliográfica sobre la transferencia de embriones para el mejoramiento genético en el ganado bovino.

1.4.2. Objetivos específicos

- Detallar los diferentes parámetros para realizar la transferencia de embriones en el ganado bovino.
- Puntualizar sobre la importancia y resultados obtenidos sobre la transferencia de embriones en el ganado haciendo uso de investigaciones realizadas.

1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación está enfocada en el:

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Producción y reproducción animal.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Biotecnologías de la reproducción

En la actualidad existen varias biotecnologías reproductivas las cuales han ido desarrollándose y ampliándose a medida que pasa el tiempo. Una de las primeras fue la inseminación artificial (IA), la cual ha sido la más utilizada y que mayor beneficios le ha proporcionado a la ganadería bovina a nivel mundial (Pilla, 2021). Sin embargo aunque ha sido la de mayor difusión de material genético de los sementales bovinos, no permite obtener más de una cría al año de hembras bovinas con alto valor genético (Palma, 2001).

La biotecnología ha adquirido cada vez más importancia en las últimas décadas, facilitando rápidos avances en programas de mejora genética como lo es la transferencia de embriones. La cual consiste en la colecta de embriones a través de una hembra donante y transferidos a otra hembra receptora la cual servirá como madre sustituta durante todo el proceso de gestación (Brenes, 2014).

2.1.2. Transferencia de embriones

La transferencia de embriones es una técnica en la que los embriones se extraen del útero de una hembra bovina, la cual se la denomina donante, para posteriormente colocarlo en el útero de otra hembra llamada receptora. Zárate, et al., (2018) detalla que en la transferencia de embriones, los porcentajes de acuerdo a la fertilidad oscilan alrededor de 50 a 60% con embriones fresco, mientras que el 40 y 50% usando embriones congelados.

El éxito es medido por el número de gestaciones y/o crías nacidos, dependiendo de la perfección con que cada una de ellas se realice. Algunos de estos métodos incluyen; selección de donantes, receptoras, semental, super ovulación, sincronización del estro entre donante y receptora, recolección, evaluación y clasificación de embriones y, finalmente transferencia de embriones (Avila, 2016).

Los principales parámetros para el proceso de transferencia de embriones debemos tomar en cuenta un plan de vacunación contra enfermedades productivas que pueden ser bacteriano o viral y están relacionada con abortos: diarrea viral bovina, rinotraqueitis, brucelosis e influenza, la parte nutricional es totalmente indispensable donde los animales que vamos a utilizar como futuras receptoras embriones y se encuentran en mejores condiciones; para aumentar la efectividad en un procedimiento de transferencias de embriones es recomendable usar una novilla que esta haya obtenido dos ciclos y en caso de una hembra parida que esta no tenga más de 3 partos.

2.1.3. Selección de los animales

a) Selección de las donadoras

La selección de la hembra donante suele basarse en datos genealógicos y productivos. También se presta especial atención al hecho de que provenga de líneas fértiles, que tengan ciclos estrales normales, que no evidencien patologías uterinas, ni antecedentes de distocia y retención de placenta. En cuanto al aspecto sanitario debe contar con su plan de vacunación, desparasitación y que no presenten enfermedades reproductivas.

De acuerdo con la condición corporal se verá reflejada en la alimentación que se le administre. Las hembras donantes deben encontrarse en un rango de CC de 3.0 a 4.0 no cebada. En cuanto a las vacas posparto, se necesita de dos a cuatro meses después del nacimiento del ternero para ser seleccionadas. Para seleccionar a novillas estas deben tener un peso vivo de al menos 350kg (Boeta & Balcázar, 2018).

b) Selección del semental

Para este tipo de programas reproductivos es preferente de que se seleccionen toros probados, pues con esto se garantiza la calidad de las futuras crías. Ya que si se usa un toro no probado, los becerros resultantes no tengan buena genética y valgan menos de lo invertido para producirlos (Serrano, 2015).

El semental seleccionado que servirá como donador, debe contar con un alto merito genético, además de buena salud, condición corporal de tres o más, no poseer

enfermedades reproductivas y contar con los estándares propios de su raza. Se debe tomar en cuenta en el aspecto reproductivo las características del eyaculado, puesto a que este tiene mucho impacto en la fertilidad y éxito del proceso. Y es así como la calidad del eyaculado del toro donador es un estimador objetivo sobre los resultados del programa de superovulación, transferencia y la tasa de recuperación de los embriones (Boeta & Balcázar, 2018).

c) Selección de las receptoras

Para selección a la hembra receptora se debe tener en cuenta las características sanitarias, reproductivas y nutricionales, sin importar su genética. Las vacas receptoras no deben contar con antecedentes de distocia ni retención placentaria, pero si debe poseer habilidad materna, buena condición corporal, ciclos estrales que sean regulares, estar clínicamente sanas, no tener problemas anatómicos en el aparato reproductor y contar con el programa de desparasitación al corriente (Boeta & Balcázar, 2018).

Es recomendable que la hembra que cumple el papel de receptora haya tenido por lo menos dos o tres partos, y contar con más de 80 días posparto. A pesar de que la raza no es un factor significativo, por lo general se detalla que las vacas cruzadas poseen mayor fertilidad (Unión Ganadera Regional de Jalisco, 2023).

2.1.4. Hormonas usadas en la superovulación

El primer paso en la implementación de un programa de STE es aumentar la tasa de ovulación de las hembras donantes. Para aquello se utilizan gonadotropinas, especialmente folículo estimulante (FSH), u otras hormonas con efectos similares, como la gonadotropina coriónica equina (eCG).

a) Hormona folículo estimulante (FSH)

La FSH es una glicoproteína, la cual es producida por la hipófisis anterior. Promueve la maduración de las gónadas y la producción de esteroides, permitiendo que al organismo para que se pueda reproducir. En las hembras la FSH actúa sobre los folículos, los cuales contienen el ovulo en desarrollo, proporcionando en su crecimiento. Además estimula la secreción de estrógeno y, cuando alcanza un cierto

nivel, suprime la segregación hipofisiaria de la FSH. En lo que respecta a los machos esta hormona favorece en la espermatogénesis (Prieto & Velazquez, 2002).

Boeta & Balcázar, (2018) detallan que la aplicación de FSH exogena se administra en dosis repetidas con intervalos de alrededor de 12h en los tratamientos superovulatorios, por lo general se utiliza la FHS proveniente de ovino o porcino.

b) Gonadotropina coriónica equina (eCG)

La gonadotropina coriónica equina (eCG) conocida también como gonadotropina sérica de la yegua preñada (PMSG). Se define por su elevado contenido de ácido siálico, el cual es responsable de una extensa larga vida media en la circulación sistémica (40h), además de su capacidad única para imitar la acción de la hormona folículo estimulante (FSH) y de la luteinizante (LH) (Vera J. , 2017).

Al tratamiento básico de superovulación se le puede incorporar en la parte final, la administración de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) o de gonadotropina coriónica humana (Hcg), las cuales provocan la ovulación sincronizada de los folículos maduros (Boeta & Balcázar, 2018).

2.1.5. Protocolos de superovulación

La superovulación se la define como el aumento del número fisiológico de ovulaciones características de las especies, causadas por la administración de gonadotropinas. En el ganado bovino es considerada como una respuesta al tratamiento cuando se ocasionan más de dos ovulaciones (Mogollón & Burla, 2013).

A medida que continúan los avances en esta biotecnología, los protocolos que se detallan a continuación sirven como ejemplos. La STE se utiliza en una variedad de programas de mejoramiento genético, en donde se usa un núcleo pequeño de animales con alto valor genético y difundir sus rasgos en un corto periodo de tiempo.

Como lo mencionan Boeta & Balcázar, (2018) para las hembras bovinas en la sincronización se hace uso de prostaglandinas antes de empezar con el protocolo de superovulación, de tal manera que la aplicación de FSH a las hembras donadoras comienza entre nueve y diez días posteriores del celo sincronizado.

Tabla 1.- Ejemplo de un protocolo de sincronización, superovulación y transferencia de embriones.

Día	Hembras donadoras	Hembras receptoras
0 Inicio del tratamiento	Colocar CIDR y PGF2a	Colocar CIDR y PGF2a
8	FSH, am y pm	
9	FSH, am y pm	
10	FSH, am y pm Retirar CIDR	150 UI de eCG Retirar CIDR
11	FSH, am y pm Detección de estros Monta o IA	Detección de estros
0 Presentación del celo	Detección de estros Monta o IA	Detección de estros
6	Dietado de sólidos y líquidos	Dietado de sólidos y líquidos
7	Lavado para recuperación de embriones PGF2a	Transferencia de embriones

Fuente: Manejos por realizar en las donadoras y en hembras receptoras (Lopez & Balcazar, 2018).

2.1.6. Métodos de obtención o recolección de embriones

Actualmente, todas las recolecciones de embriones bovinos disponibles comercialmente son procedimientos no quirúrgicos los cuales requieren de la inserción de un catéter transcervical en los cuernos uterinos (Ponce, 2015). Por otro lado, la recolección de forma no quirúrgica ofrece importantes ventajas, ya que es un método de campo de bajo costo, simple y muy asequible. Sin embargo, su principal inconveniente es que se produce un 10% menos de embriones (Fernandez, 2014).

Vega, (2021) en su trabajo “Biotecnología embrionaria: Transferencia de embriones en ganado vacuno” describe el procedimiento a seguir para la recolección de embriones:

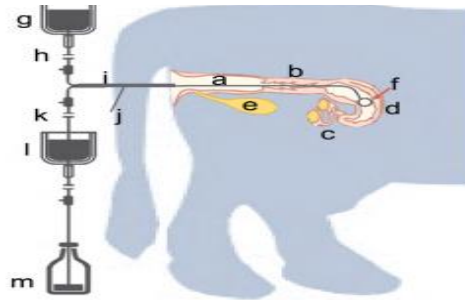
1. Antes de empezar se debe preparar el material. Se utiliza una sonda Foley de 2 o 3 vías con un balón inflable, además de un estilete de acero inoxidable estéril el cual estaría insertado a lo largo de toda la longitud de la sonda para proporcionar rigidez para la inserción en el útero por medio de la manipulación transrectal. Si es necesario se pueden utilizar dilatadores o pinzas cervicales para dilatar o tirar el canal cervical.

2. Generalmente se realiza tacto rectal y/o ecografía transrectal para tener una idea general de la respuesta de la hembra donante a la superovulación y estimar el número aproximado a extraer.
3. Se aplica anestesia epidural baja usando de 4-6 ml de lidocaína al 2% con la finalidad de prevenir los empujes rectales o la evacuación.
4. Se lleva a cabo la desinfección de la zona vulvar y perianal.
5. Colecta. El calibre del catéter o sonda de Foley depende del tamaño y la edad de la hembra donante. 14 French (Fr) para las novillas, 16 Fr para vacas y 18 o 20 Fr para bovinas de mayor tamaño (Concepcion, 2019). El acceso se realiza por vía transcervical con la sonda de Foley. El cual se fija inflando el balón en el cuerno del útero y, si se irriga por separado sería en cada uno de los cuernos. Una vez que el catéter esté colocado se retira el estilete.
6. La sonda se conecta a un tubo en Y con conexión Foley, por medio del cual se suministrará el medio para el lavado. La parte que sobra de la unión en Y se encuentra unida a una tubería, la cual conecta con un filtro. Los embriones los cuales son más grandes que los poros (160 μm) persisten en el filtro con una considerable cantidad de líquido para evitar su desecación.
7. La luz uterina se procede a lavar con un medio específico, buffer fosfato salino (PBS). La cual es una solución acuosa y salina tamponada a la que se le añade glucosa y piruvato como fuente de energía para el desarrollo embrionario y la estabilización de la membrana. En cuanto la solución es introducida, se procede a realizar un suave masaje de los cuernos uterinos para que los embriones que están en los pliegues sean arrastrados hacia el exterior (Universidad de Concepción, 2019).

Figura 1.- sistema de lavado o Flush: A, sonda Foley con el globo inflado; B, manguera en Y; C, recipiente con la solución de lavado; D, filtro para embriones (Lopez & Balcazar, 2018)



Figura 2.- Sistema de lavado y colocación de la sonda de Foley para la recuperación de embriones en bovinos y equinos. **a**, vagina; **b**, cérvix; **c**, ovarios; **d**, útero; **e**, vejiga; **f**, bulbo de la sonda de Foley que no permite el paso de líquido hacia el cérvix; **g**, solución para el lavado; **h**, pinzas para control del paso del fluido; **i**, manguera de dos vías; **j**, válvula; **k**, pinzas para el control del paso del fluido; **l**, contenedor con filtro para la recolección de embriones; **m**, contenedor para el exceso de fluido de lavado (Lopez I. , 2018).



2.1.7. Evaluación de embriones

Una vez adquiridos los embriones se deben evaluar y clasificar de acuerdo a las especificaciones del Manual de la IETS para su transferencia en fresco o criopreservación (Naranjo, 2019). La determinación de su calidad permite caracterizar cuantitativamente su potencial de desarrollo y natalidad (Fernandez, 2014). Para ello, se evalúan las cualidades morfológicas mediante un microscopio estereoscópico, donde se coloca al embrión en un recipiente pequeño (Bó et al., 1994).

Ponce, (2015) menciona que la clasificación de acuerdo al estado de desarrollo del embrión va desde el estadio “1” (ovocito sin fecundar) extendiéndose hasta el número 9 (blastocito expandido eclosionado); en tanto al estado cualitativo se clasifica del “1” (excelente/bueno) hasta el “4” (muerto/degenerado).

De acuerdo con Jahnke et al., (2015) la clasificación de los embriones según el estado de desarrollo es:

1. **Sin fecundar:** en esta fase se observa una sola célula, la cual ocupa el espacio embrionario, en donde se asume que es un ovocito sin fecundar.
2. **Células:** generalmente se encuentran en el oviducto, en las hembras donde la obtención se llevó a cabo alrededor del día 5 posterior al celo, por tanto si se encuentra en vacas donde la extracción fue en los días 6-8 suele indicar muerte o degeneración. Por lo que esas estructuras no se consideran útiles ni para la criopreservación ni la transferencia en fresco.

3. **Mórula temprana:** los blastómeros son complicados de diferenciar uno de otros; en esta fase el embrión tiene alrededor de cinco días.
4. **Mórula compacta:** los blastómeros se encuentran aglomerados, invadiendo aproximadamente el 60-70% del espacio perivitelino, lo cual hace difícil su diferenciación.
5. **Blastocito joven:** la principal peculiaridad del blastocito es la presencia de líquido dentro de la cavidad blastocele. Los trofoblastos ya diferenciados son claramente visibles entre el blastocele y la zona pelúcida.
6. **Blastocito:** se evidencia una cavidad (blastocele) completa en su interior de líquido. El embrión en esta fase ocupa alrededor del 70 a 80% del espacio vitelino (Boeta & Balcázar, 2018).
7. **Blastocito expandido:** en esta etapa es la primera en aumentar significativamente su tamaño respecto a etapas anteriores, el blastocele ocupa la mayor parte del espacio interno y el espacio perivitelino desaparece.
8. **Blastocito eclosionado:** el blastocito suele encontrarse liberado de la zona pelúcida. Los embriones son esféricos con un marcado blastocele.
9. **Blastocito expandido eclosionado:** es igual que el anterior, excepto por e tamaño. Estas estructuras generalmente no se encuentran si el lavado uterino se realiza antes del octavo día después del celo. Además dadas sus características, no se recomienda su comercialización (Ponce, 2015).

Clasificación según la calidad celular

Código 1: excelente o bueno: se denota una masa embrionaria de forma simétrica y esférica. Los blastómeros en tamaño son uniformes, así mismo en color e intensidad. Prácticamente el embrión coincide con el estadio de desarrollo esperado. Las imperfecciones deben ser imperceptibles y por lo menos el 85% del material celular debe ser una masa embrionaria viable e intacta.

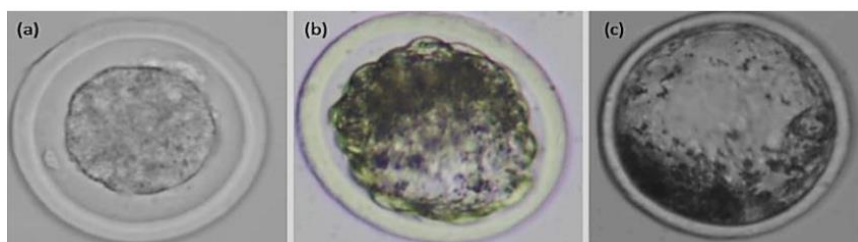


Figura 3.- Embriones con código de calidad 1. (a) En etapa de desarrollo 4: mórula; (b) En etapa de desarrollo 5: blastocisto temprano; (c) En etapa de desarrollo 6: blastocisto (*Concepcion, 2019*).

Código 2: aceptable: el embrión tiene diferentes defectos: color muy oscuro o claro, detritus celulares, zona pelúcida ligeramente agrietada (Guerra et al., 2012).

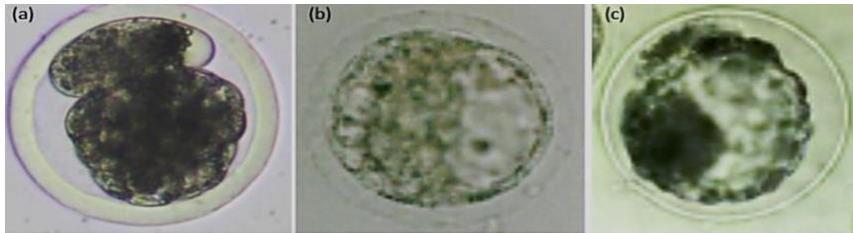


Figura 4.- Embriones con código de calidad 2. (a) En etapa de desarrollo 4: mórula; (b) En etapa de desarrollo 5: blastocisto temprano; (c) En etapa de desarrollo 7: blastocisto expandido (Concepcion, 2019).

Código 3: Malo: el embrión posee varias irregularidad considerables prácticamente en la forma total de la masa embrionaria, color, densidad e incluso en el tamaño. Al menos el 25% del materia celular del embrión deber ser una masa viable e intacta (Vega, 2021).

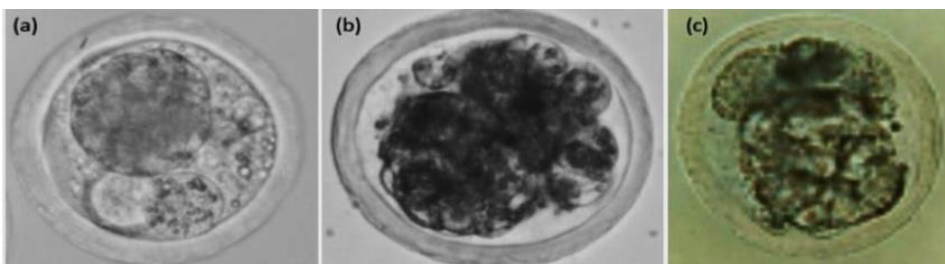


Figura 5.- Embriones con código de calidad 3. (a), (b) y (c) En etapa de desarrollo 4: mórula (Concepcion, 2019).

Código 4: Muerto deteriorado: los embriones presentan muchos defectos, los cuales corresponde al grado 3, así como retrasos en el desarrollo, rotura severa de la zona pelúcida e incluso el embrión puede estar parcialmente fuera de la misma. En cuanto a la forma muy asimétrica y granulación, fragmentación de los blastómeros (Guerra et al., 2012).

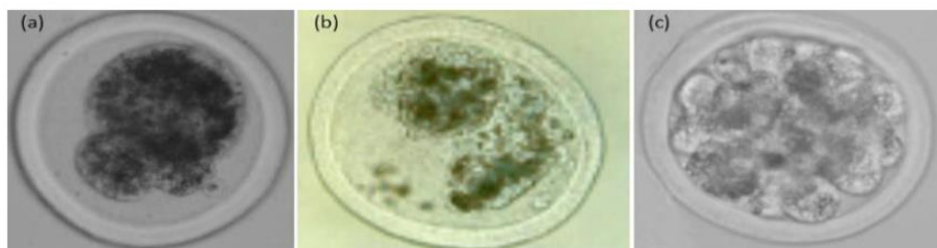


Figura 6.- Embriones con código de calidad 4. (a) En etapa de desarrollo 1: sin fertilizar; (b) En etapa de desarrollo 1: sin fertilizar y degenerado (c) En etapa de desarrollo 2: embrión de 2 a 12 células degenerado (Concepcion, 2019).

2.1.8. Transferencia de embriones a la hembra receptora

De acuerdo con Vega, (2021) la técnica de transferencia de los embriones se realiza de forma directa a través del cuello uterino de manera igual a la inseminación artificial (IA):

- a. En primeras instancias, se debe extraer las heces del recto, posteriormente se explora para establecer en que ovario se encuentra el cuerpo lúteo (CL).
- b. Es preferible que se utilice anestesia epidural para evitar que el animal empuje y por ende defequé.
- c. Luego se procede a lavar y desinfectar la zona perianal y vulvar. Es considerable disminuir la contaminación del útero, puesto a que en la fase luteínica es más susceptible a las infecciones.
- d. Se instala la pajuela en la pistola de transferencia cortando de un extremo para permitir la salida del embrión. Es muy importante la ubicación de una funda sanitaria en la pistola.
- e. El embrión se debe colocar en el tercio anterior del cuerno uterino ipsilateral al cuerpo lúteo (CL).

Se ha evidenciado que existe una correlación negativa entre la duración de la manipulación del cuello, cuernos uterinos y la tasa de gestación. Asimismo si el endometrio es afectado, se producirían hemorragias lo cual será toxico para el embrión. El fracaso inicial suele deberse a la deficiencia de habilidad, optimizando las tasas de preñez con la experiencia.

2.1.9. Criopreservación de embriones

La conservación de los embriones permite la propagación del material de alto valor genético. En caso de transporte que sea a corta distancia la refrigeración debe ser a 4°C permitiendo su conservación por alrededor de 24 horas, en medio de cultivo. El calentamiento de los embriones se realiza a 0.6°C por un minuto, o se ubica de forma directa a 37°C. Los embriones se pueden conservar in vitro para su transferencia por medio de: cultivo a temperatura ambiente, refrigeración entre 0° Ca + 4°C y la congelación a -196°C (Colomo, 2015).

2.1.10. Descongelamiento

Los embriones que son congelados implementando métodos tradicionales con etilenglicol o glicerina deben descongelarse de forma inmediata para prevenir daños estructurales que disminuyan la probabilidad de supervivencia. Un protocolo común implica mantener las pajillas alrededor de 5 a 10 segundos al aire luego de ser extraídas del NL, con esto se evita que la zona pelúcida se rompa, posteriormente se sumergen en agua a 25-37°C hasta que el hielo se haya derretido por completo, esto en aproximadamente 30 segundos (Boeta & Balcázar, 2018).

2.2. METODOLOGÍA

La presente investigación presentada como componente práctico, es netamente bibliográfica la cual se realizó por medio de la recopilación de información extraída de fuentes confiables, tales como artículos científicos, revistas indexadas, tesis, informes, ensayos, libros y demás que contengan información sobre el tema tratado. Toda la información recopilada fue deducida usando la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de establecer instaurar información que conlleva al tema “La transferencia de embriones para el mejoramiento genético en ganado bovino”.

2.3. RESULTADOS

Florez, (2014) en su trabajo “Factores que afectan la eficiencia reproductiva y los bajos índices de preñez de la hembra receptora en un programa de transferencia de embriones bovinos en Colombia” menciona que la transferencia de embriones es un método utilizado para el mejoramiento genético del ganado bovino, el cual consiste en implementar una hembra bovina o novilla como donadora, por medio de un tratamiento hormonal e inseminación con un toro probado cuyo valor genético sea alto. Esto para producir varios embriones que luego de siete días serán extraídos y transferidos a una hembra receptora, la cual previamente fue sincronizada. Cabe recalcar que la receptora no transmite particularidades genéticas a las nuevas crías, puesto a que su papel es solo de mantenerlas hasta el parto y durante el proceso de lactancia.

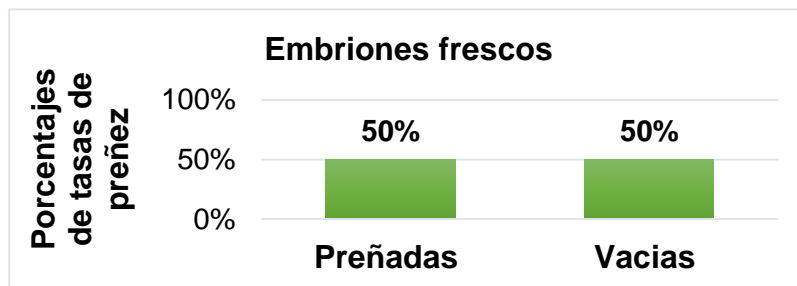
En condiciones normales una vaca produce una cría por año, lo que significa que a lo largo de su vida producirá de 6 a 8 terneros. Por medio de la inseminación artificial se puede obtener múltiples crías de un semental. Mientras que con la

transferencia de embriones, se ha logrado obtener hasta más de cien crías de una sola vaca durante toda su vida productiva, lo que ha facilitado el mejoramiento genético con el consecuente ascenso de la producción de leche y carne (Perulactea , 2010).

La transferencia de embriones se encuentra dentro de un marco de mejoramiento genético, cuyo proceso se puede realizar en fresco o en forma congelada. El proceso radica en superovular a vacas elite de producción alta, con la finalidad de multiplicar su genética.

En un estudio realizado por Inga et al., (2021) con 80 vacas reproductivas activas de las razas Brown Swiss y simmental, de los cuales se seleccionaron a 12 vacas receptoras de embriones de la raza Brown swiss cruzadas, seleccionadas al azar. Obtuvo los siguientes resultados midiendo la tasa de preñez utilizando embriones frescos y congelados:

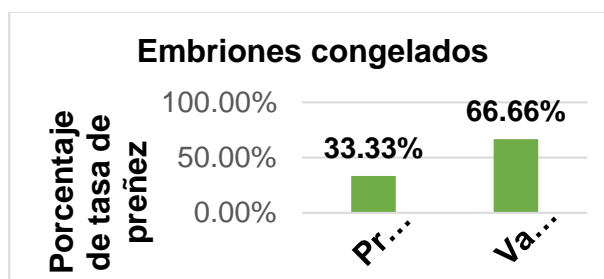
Figura 7.- Porcentaje de la tasa de preñez en vacas receptoras Brown Swiss cruzadas, transferidas con embriones frescos.



Fuente: (Inga, Murga, & Cayo, 2021)

El porcentaje de la tasa de preñez en hembras receptoras Brown Swiss cruzadas a las que se les transfirió embriones en fresco en estadio de blastocito inicial de calidad excelente. Se determinó que el 50% de las receptoras quedaron preñadas, mientras que el otro 50% de vacas vacías no respondieron al proceso de transferencia de embriones.

Figura 8.- Porcentaje de la tasa de preñez en vacas receptoras Brown Swiss cruzadas, transferidas con embriones congelados.



Fuente: (Inga, Murga, & Cayo, 2021)

El porcentaje de preñez en hembras receptoras Brown Swiss cruzadas transferidas con embriones congelados en estadio blastocito inicial de excelente calidad, se dedujo que el 33,33% quedaron en gestación, mientras que un 66,66% no respondieron a la transferencia de embriones.

La transferencia de embriones es una biotecnología utilizada en todo el mundo, ya que los resultados permiten aumentar la producción, generando mayor número de crías con mejores características genéticas, asimismo se han desarrollado nuevas técnicas que han sido relacionadas con la transferencia de embriones, actualmente se combina con el semen sexado, lo que ayuda a obtener animales con el sexo que se desea con un 90% de eficiencia, también esta la fertilización in vitro y la micromanipulación (Hacienda El Cucharó, 2022).

En otro aspecto algunos autores detallan que las hembras multíparas probadas y con excelente capacidad reproductiva son las más adecuadas para la recepción embrionaria para el proceso de transferencia de embriones a tiempo fijo (Lang, Brinley, & Wagner, 2008).

La alimentación es un factor importante de una hembra que ha sido seleccionada como receptora, la cual debe empezar con la vaquillona en crecimiento. Según Mapletof, (2006), en su investigación obtuvo un mayor porcentaje de gestación en hembras receptoras cuya condición corporal era entre 2 y 3.

Tabla 2.- Efecto de la condición corporal de la receptora sobre el porcentaje de preñez después de la transferencia no quirúrgica.

Condición corporal	Receptoras transferidas	
	Nº	% de preñez
>1	230	44
2	4860	53
3	633	55
<4	175	47

Fuente: (Ninabanda, 2022)

En la tabla 3 se detalla el efecto que tiene la edad en las receptoras sobre el índice de preñez. En la investigación detalla que las vaquillonas poseen ventajas porque ingieren menos alimento, teniendo mejor respuesta a la sincronización

aplicando PG, obteniendo un índice de preñez de 5% mayor que las vacas (Munar, 2013).

Tabla 3.- Efecto de la edad de la receptora sobre el índice de preñez de TE.

Edad	Transferencias	Preñadas	%
Vaquillonas	2689	1887	70,2%
Vacas	2380	1566	65,8%

Fuente: (Ninabanda, 2022)

Chuga, et al., (2020) en su investigación indica que la elección, manejo y la preparación de las hembras receptoras es un elemento importante para el éxito o fracaso de la transferencia de embriones. Los embriones que fueron obtenidos fueron transferidos a dos vaconas receptoras, las cuales evidenciaron la mejor morfología de cuerpo lúteo después de ser sometidas al protocolo de sincronización. Siguiendo con el estudio se obtuvo en el Carchi por primera vez resultados de la transferencia de embriones con una vaca gestante con 2 hembras, las cuales nacieron en septiembre del 2019.

Tabla 4.- Obtención y transferencia de embriones.

Numero de cuerpos lúteos	Numero de embriones obtenidos	Numero de embriones viables	Numero de vaconas receptoras de embriones
8	3	2	2

Fuente: (Chuga, et al., 2020)

2.4. DISCUSION DE RESULTADOS

Vera J. , (2017) en su trabajo “Innovación de biotecnologías reproductivas en bovinos bajo condiciones tropicales en el rancho "Bethania" detalla que la transferencia de embriones aumenta la tasa de preñez en comparación con la inseminación artificial.

De acuerdo con Díaz et al. (2012) el uso de Folltropin-V® le permitió conseguir un promedio de 10.5 embriones recolectados por animal. Esto va a depender de diversos factores como el estado fisiológico, edad, alimentación y la raza, entre otros. Es de importancia recalcar un factor significativo al momento de evaluar los resultados y es la pérdida de embriones al momento del lavado. No obstante el número de

embriones puede variar de la hembra donante, durante el chequeo ginecológico se ratificó la presencia de ocho embriones, así lo menciona Bó et al., (2006).

Según Chuga, et al., (2020) la selección de las vacas receptoras desde la perspectiva genética no posee mucha mayor consecuencia en la transferencia de embriones. Sin embargo no se debe excluir que la habilidad materna, las condiciones climáticas, el correcto manejo y una buena nutrición sobre la implantación y el desarrollo de los embriones transferidos.

Murga, (2015) en su investigación detalla que los porcentajes de gestación que se logra obtener mediante la transferencia no quirúrgica de los embriones ha aumentado de forma significativa, quien realizó 121 transferencias de embriones los cuales se clasificaron en blastocitos (n=35) y mórulas (n=86). Alcanzando al transferir 68% de blastocitos y 48% de mórulas de preñez.

Farfan & Porras, (2014) midió la eficiencia reproductiva en porcentaje de novillas gestantes de tres razas bovinas como receptoras de embriones, realizó la transferencia de embriones por el método no quirúrgico obteniendo en la raza Normando 63% de porcentaje de preñez, 55.5% en la Holstein y en la raza Brangus un 44.4%. utilizando el protocolo Ovisynch, los embriones transferidos fueron congelados y luego descongelados para su transferencia.

Colomo, (2015) detalla que la transferencia de embriones es una excelente biotecnología reproductiva para el mejoramiento genético del ganado vacuno, cuya finalidad es aumentar la tasa reproductiva de las vacas con alto merito genético.

Ganadero, (2023) manifiesta que la transferencia de embriones es utilizada para obtener crías con excelente calidad genética sin la presencia del semental en la finca, al momento que se produce un gran avance en el mejoramiento del hato sin perder mucho tiempo.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

La transferencia de embriones es una biotecnología compleja la cual requiere de mucha práctica y conocimientos para obtener resultados favorables. Mediante este proceso se consigue preservar la genética de animales con alto valor genético y así mejorar las características genéticas de todo un hato de manera rápida.

Para la selección de las hembras donadoras se debe tener en cuenta algunos parámetros de forma estricta, para posteriormente ser sometida a un proceso de superovulación y sincronización, con la finalidad de obtener embriones en gran cantidad y de excelente calidad.

Cabe recalcar que la elección, manejo y la preparación de las hembras receptoras es un componente importante para el éxito o fracaso de la transferencia de embriones. La técnica debe efectuarse bajo protocolos estrictos de bioseguridad tanto para los espermatozoides, óvulos y embriones, esto para disminuir la mortalidad de los mismos.

Por medio de la inseminación artificial se ha llegado a obtener miles de crías de un solo toro, mientras que con la transferencia de embriones se ha logrado tener más de cien crías de una sola hembra bovina, lo que facilita el mejoramiento genético. Una de las ventajas que esta biotecnología proporciona es el aprovechamiento óptimo del genotipo y potencial reproductivo de las hembras con características que deseamos preservar en el rebaño.

El éxito comercial que tiene la transferencia de embriones se debe a la capacidad de superar los limitados avances genéticos de las especies bovinas y obtener un alto número de descendientes a partir de hembras con alto potencial genético.

3.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar investigando sobre la transferencia de embriones para el mejoramiento genético bovino.
- Poner en práctica la investigación con el objetivo de obtener resultados, implementando la transferencia de embriones en los bovinos que se encuentran en la ganadería situada en la Escuela de Medicina Veterinaria.
- Realizar prácticas de esta biotecnología para profundizar conocimientos sobre los protocolos, selección de los animales, métodos de obtención, transferencia, congelación, criopreservación y descongelamiento de embriones.
- Utilizar esta investigación como guía y motivación para la realización de nuevas investigaciones que permitan a los ganaderos locales y provinciales conocer sobre los beneficios que proporciona utilizar esta biotecnología reproductiva.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Avila, C. (2016). Implementacion de un programa de transferencia de embriones en el criadero de Las Islas. *Tesis de grado*. Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia, Tunja-Boyaca. Obtenido de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/2305/TGT-942.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barros, J., & Delgadillo, A. (2017). Resultados de los ciclos con transferencia de embriones desvitrificados: experiencia institucional de seis años. *GinecolObstetMex.*, 85(7), 421-432. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2017/gom177c.pdf>
- Bó, G., Hockley, D., Nasser, L., & Mapletoft, R. (1994). "Superovulatory response to a single subcutaneous injection of Folltropin-V in beef cattle". *Theriogenology*, 42, 193-204.
- Boeta, M., & Balcázar, A. (2018). *Fisiología Reproductiva de los animales domesticos*. (1ra ed.). Ciudad de Mexico: El Comité Editorial de la FMVZ.
- Brenes, C. (2014). Biotecnologías reproductivas en bovinos, sincronización y transferencia de embriones in vivo realizada en el Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Argentina. *Tesis de grado*. Universidad Nacional, Campus Pbro. Benjamín Núñez. Obtenido de <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12990/Cinthy-Pamela-Brenes-Jiménez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Britos, A., Acosta, T., Román, R., Giménez, F., & Domínguez, R. (2020). *Manual de transferencia de embriones*. Retrieved from Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología : https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual_de_transferencia_de_embryones.pdf
- Chuga, W., Martinez, R., Ceron, S., Jativa, D., Chamorro, B., Chiran, G., . . . Proaño, M. (2020). Transferencia de embriones en bovinos en la Provincia de Carchi. *Sathiri sembrador*, 16(2), 98-106.
- Colazo, M., & Mapletoft, R. (2007). Estado actual y aplicaciones de la transferencia de embriones en bovinos. *Ciencia Veterinaria*, 9(1), 20-37. Obtenido de <https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/4326/n09a03colazo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colomo, S. (2015). Transferencia de embriones en bovinos. *Tesis de grado*. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Torreon-Coahuila. Obtenido de

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7923/SEBASTIAN%20COLOMO%20LARES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Concepcion, U. d. (2019). *Manual Práctico de Transferencia de Embriones*. Departamento de Ciencias Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, Chile.
- Cutini, A., Teruel, M., & Cabodevila, J. (2000). Factores que determinan el resultado de la transferencia no quirúrgica de embriones bovinos. *Revistas Taurus*, 7, 28-39.
- Farfan, O., & Porras, J. (2014). Evaluación de la tasa de concepción de tres razas bovinas receptoras de embriones en el Trópico Alto. *Ciencia Y Agricultura*, 11(1), 77. doi: <https://doi.org/10.19053/01228420.3490>
- Fernandez, E. (2014). Producción de embriones in vivo en tres razas de ganado lechero. *Tesis para optar al título ingeniero zootecnista*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Flores, F., Beltrán, P., Mamani, J., & Canaza, A. (2022). Transferencia de embriones en vacas Browns Swiss y evaluación de los terneros nacidos hasta el destete. *Revista de Ciencias Agrarias*. Obtenido de <http://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/RCAGRA/article/view/525/450>
- Florez, O. (2014). Factores que afectan la eficiencia reproductiva y los bajos índices de preñez de la hembra receptora en un programa de transferencia de embriones bovinos en Colombia. *Trabajo de grado*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Duitama. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3430/80225375.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ganadero. (14 de Abril de 2023). *Transferencia de embriones, un salto rapido al mejoramiento genetico*. Obtenido de Contexto Ganadero : <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/transferencia-de-embriones-un-salto-rapido-al-mejoramiento-genetico>
- Garcia, P., Quintela, L., Becerra, J., & Peña, A. (20 de Febrero de 2018). *La transferencia de embriones en bovinos*. Obtenido de Portal Veterinaria : <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/14123/la-transferencia-de-embriones-en-bovinos.html>
- Guerra, R., Solis, A., Sandoya, G., & de Armas, R. (2012). Evaluación de tres protocolos de criopreservación de embriones bovinos obtenidos in vivo e in vitro. *Revista electrónica de Veterinaria*, 13(10). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624631005.pdf>
- Hacienda El Cucharó. (9 de Febrero de 2022). *Transferencia de embriones: la gran aliada del mejoramiento genético*. Obtenido de Hacienda El Cucharó: <https://www.haciendaelcucharo.com/post/transferencia-de-embriones-la-gran-aliada-del-mejoramiento-gen%C3%A9tico>

- Humeco . (11 de Septiembre de 2018). *Material para la recolección de embriones en ganado bovino*. Obtenido de Humeco : <http://www.humeco.net/noticias/material-recoleccion-embriones-bovino>
- Inga, R., Murga, N., & Cayo, I. (28 de Diciembre de 2021). Tasa de preñez en vacas receptoras brown swiss cruzadas, transferidas con embriones frescos y congelados. *Revista de Investigación Científica UNTRM*, 4(3), 36-43. doi: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v4i3.806>
- Jahnke, M., West, J., & Youngs, C. (2015). *Evaluation of in vivo-derived bovine embryos*. En: *Bovine reproduction*. (Primera ed., Vol. Sección II). 733-748.
- Lang, J., Brinley, W., & Wagner, W. (2008). Fertilidad e infertilidad en la práctica veterinaria. *Edigrafos*, 84, 761-749.
- Lopez, I. (2018). *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. (Primera ed.). Ciudad de Mexico: Comité Editorial de la FMVZ r.
- Lopez, I., & Balcazar, A. (2018). *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. Ciudad de Mexico : Comité Editorial de la FMVZ .
- Mapletof, R. (2006). Transferencia de embriones bovinos, *Reviews in Veterinary Medicine, I.V.I.S. (Ed). International Veterinary Information Service, Ithaca NY*.
- Mogollón, E., & Burla, A. (2013). Superovulación de hembras bovinas: Alternativas para reducir el número de inyecciones de FSH. *Spei Domus*, 9(18), 37-47.
- Munar, C. (2013). Factores que afectan la eficiencia de las receptoras en ganado lechero y de carne. . *Asociación Peruana de Reproducción Animal*, 15-22.
- Murga, N. (2015). Efecto del estado de desarrollo en la tasa de preñez después de transferir embriones bovinos producidos in vivo. *Spermova*, 5(1), 55-58. doi:<https://doi.org/10.18548/aspe/0002.12>
- Naranjo, F. (2019). Tasa de gestación de embriones bovinos criopreservados producidos mediante ovulación múltiple usando diferentes dosis de FSH y eCG. *Tesis doctoral*. Universidad de Veracruzana., Veracruz.
- Ninabanda, J. (Marzo de 2022). Evaluación de la tasa de preñez al transferir embriones bovinos utilizando dos métodos de sincronización. *Revista Veterinaria (UNNE)*, 33(2), 152-159. doi:<http://dx.doi.org/10.30972/vet.3326175>
- Pacheco, J., Velez, V., & Pezo, D. (2016). Evaluación de la eficiencia de la transferencia de embriones interespecie entre alpacas y llamas obtenidos por ovulación simple. *Rev. investig. vet. Perú*. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11464>
- Palma, G. (2001). Biotecnología de la reproducción. (E. I. Agropecuaria., Ed.) *Biotecnología de la Reproducción.*, 1-19.

- Perulactea . (13 de Diciembre de 2010). *Mejoramiento Genético en Bovinos Mediante Transferencia de Embriones*. Obtenido de Perulactea : <https://perulactea.com/mejoramiento-genetico-en-bovinos-mediante-transferencia-de-embriones/#:~:text=%C2%BFQU%C3%89%20ES%3F,para%20poder%20multiplicar%20esa%20gen%C3%A9tica>.
- Pilla, N. (2021). Preñez de vacas mestizas con la implantación de embriones in vivo e in vitro, para mejorar la genética bovina en Macas. *Tesis de grado*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7913/1/PC-002058.pdf>
- Ponce, N. (2015). Transferencia de embriones en ganado bovino. *Trabajo de Fin de Grado*. Universidad CEU Cardenal Herrera, Alfara del Patriarca, Valencia.
- Prieto, B., & Velazquez, M. (2002). Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotropinas. *Revista de la Facultad de Medicina*, 45(6), 252-257.
- Reese, S., Franco, G., Poole, R., & Capucha, R. (2020). Pérdida de gestación en ganado de carne: un metaanálisis. *Anim Reprod Ciencia*, 212(10). Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31864492/>
- Serrano, J. (2015). Dudas sobre transferencia de embriones. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-5. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embrionario/47-Dudas.pdf
- UGRJ. (2023). Transferencia de embriones en ganado bovino. *Unión Ganadera Regional de Jalisco* , 19-24.
- Unión Ganadera Regional de Jalisco. (2023). Transferencia de embriones en ganado bovino. *Unión Ganadera Regional de Jalisco*, 1-2. Obtenido de [https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=573#:~:text=La%20transferencia%20de%20embriones%20es,completar%20su%20gestación%20\(%20receptoras\)](https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=573#:~:text=La%20transferencia%20de%20embriones%20es,completar%20su%20gestación%20(%20receptoras)).
- Vasquez, H. (2016). Influencia de factores socio-economicos en la adopción de tecnologías para el mejoramiento genético del ganado vacuno, Distrito Florida, Amazonas, Peru. *Tesis de grado*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Peru. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2710/L10-V387-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vega, F. (2021). Biotecnología embrionaria: Transferencia de embriones en ganado vacuno. *Trabajo de grado*. Universidad de Santiago de Compostela. Obtenido de https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/30414/2021_TFG_Veterinaria_Garcia_Biotecnologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vera, J. (2017). Efecto del celo y el tratamiento con GnRH sobre la tasa de concepción en programas de inseminación artificial y transferencia de

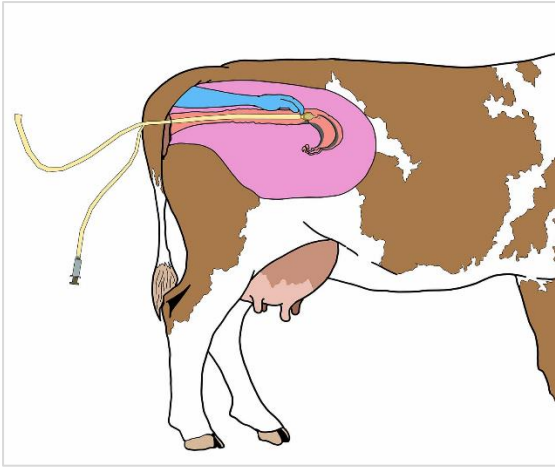
embriones bovinos. *Tesis de grado*. Instituto de Reproduccion Animal Cordoba, Cordoba. Obtenido de <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/EFECTO-DEL-CELO-Y-EL-TRATAMIENTO-CON-GnRH-SOBRE-LA-TASA-DE-CONCEPCION-EN-PROGRAMAS-DE-INSEMINACION-ARTIFICIAL-Y-TRANSFERENC.pdf>

Vera, J. (2017). Innovacion de biotecnologias reproductivas en bovinos bajo condiciones tropicales en el rancho "Bethania". *Tesis de grado*. Universidad Juarez Autonoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco. Obtenido de <https://ri.ujat.mx/jspui/bitstream/20.500.12107/3606/1/Josue4.pdf>

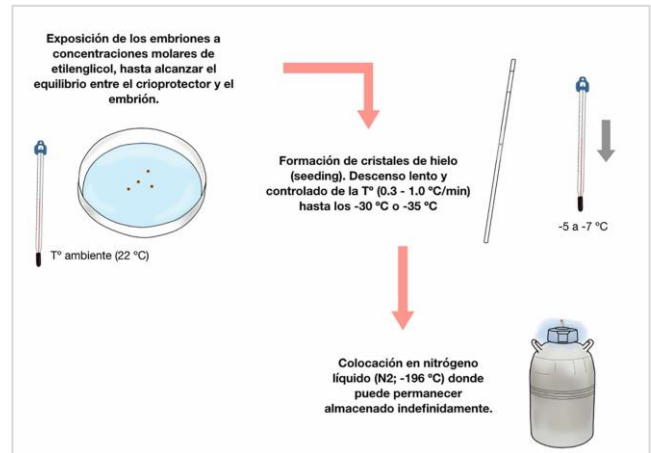
Zárate, O., Jadiel, L., Cisneros, R., Canseco, F., Montiel, A., & Carrasco, G. (2018). Transferencia de embriones bovinos criopreservados. *Agrociencia*, 52, 21–32. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6745306>

Zita, A. (15 de Agosto de 2023). *Genotipo y fenotipo*. Obtenido de Diferenciador : <https://www.diferenciador.com/genotipo-y-fenotipo/>

4.2. ANEXOS



Anexo 2.- Recuperación de embriones por lavado uterino.



Anexo 1.- Pasos para el congelado lento de embriones.



Anexo 4.- ovocito maduro.



Anexo 3.- Terneros raza Simmental, producidos por transferencia embrionaria.