

**Evaluación de eficacia de transferencia embriones con descongelación de pajilla intra  
cervix, para los POEZ de RAB en hacienda California, Meta**

Gustavo Forero Guarín

Asesor

Farín Samir Gómez García

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Zootecnia

2025

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer primeramente a Dios por (falta). Mi más sincero reconocimiento al Médico Veterinario Zootecnista Farín Samir Gómez García, director y asesor de este proyecto aplicado, por su valioso apoyo y orientación. También agradezco al Semillero de Investigación AUROCHS por el respaldo brindado durante la realización de este trabajo. Finalmente, extendo mi gratitud a mi familia por su apoyo incondicional.

Gustavo Forero Guarín.

## Resumen

La transferencia de embriones con descongelación de pajillas intra cérvix en bovinos de cría, es una nuevo concepto para descongelación de material biológico crio preservado y crio conservado con el fin de ser parte de programas de mejoramiento genético y Reproducción Avanzada Bovina (RAB), presentado una alternativa más eficiente para la crio recuperación y el restablecimiento y activación de este material biológico vivo (embrión viable o espermatozoides) que es mantenido en un estado de crio suspensión temporal, para detener sus funciones fisiológicas de mitosis, que fueron detenidas por la crio preservado y crio conservado en un tiempo indeterminado.

Es Tarea del profesional de las ciencias animales aplicar los principios de la LEY 576 DE 2000, para propender la mejora de las ciencias animales; de este modo se ha establecido como principios zootécnicos, dentro del marco científicos; con esto se busca clarificar procedimientos que mediante ensayos empíricos se van convirtiendo en procesos rutinarios del quehacer de la producción animal.

Al establecer un proceso de reingeniería en producción animal, tomado lo cotidiano del que hacer zootécnico y aplicando los principios científicos para explicar las experiencias éxitos, en el que hacer de la producción animal en Colombia

Hacer cambio en protocolo de descongelación para la transferencia de embriones e integrando este cambio a la propedéutica estándar de RAB. utilizada en la hacienda California del municipio de San Martín, Meta, Colombia para la descongelación de pajillas intra cérvix, en bovinos de cría, evaluando la eficacia del cambio en el protocolo, para determinar la viabilidad de este nuevo cambio en integrado al procedimiento estándar.

**Palabras clave:** Transferencia de embriones bovinos, descongelación de embriones.

### **Abstract**

The transfer of embryos with thawing of intra-cervix straws in breeding cattle is a new concept for thawing cryopreserved and cryopreserved biological material in order to be part of genetic improvement and Advanced Bovine Reproduction (ARB) programs, presented in a most efficient alternative for cryo recovery and the reestablishment and activation of this living biological material (viable embryo or sperm) that is maintained in a state of temporary cryo suspension, to stop its physiological functions of mitosis, which were stopped by cryopreserved and cryo preserved for an indeterminate time.

It is the task of the animal sciences professional to apply the principles of LAW 576 OF 2000, to promote the improvement of animal sciences; In this way it has been established as zootechnical principles, within the scientific framework; This seeks to clarify procedures that, through empirical tests, are becoming routine processes in animal production.

By establishing a reengineering process in animal production, taking the daily work of zootechnics and applying scientific principles to explain successful experiences, in what to do with animal production in Colombia

Make a change in the thawing protocol for embryo transfer and integrate this change into the standard RAB protocol. used on the California farm in the municipality of San Martin, Meta, Colombia for the defrosting of intracervix straws in breeding cattle, evaluating the effectiveness of the change in the protocol, to determine the viability of this new change integrated into the standard procedure.

**Keywords:** Bovine embryo transfer, embryo thawing

## Tabla de contenido

Introducción .....	11
Enfoque Conceptual .....	12
Definición del problema.....	13
Formulación Del Problema .....	14
Justificación.....	15
Objetivos .....	18
Objetivo General .....	18
Objetivos Específicos.....	18
Estado del Arte .....	19
Planteamiento del Problema.....	22
Marco Conceptual General.....	24
Diseño Concepto de Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ) .....	25
Diseño Metodológico .....	26
El Protocolo Descongelación de Pajillas Intra Cérvix.....	26
El Protocolo a Omitir de Descongelación de Pajillas de Modo Estándar.....	26
Protocolo, Registro y Criterios de Elegibilidad de Ejemplares Bovinos .....	27
El Protocolo de Selección Ejemplares para Inseminación Artificial con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix.....	28
Evaluar la Condición Corporal.....	28
Detección de Celo de Ejemplares.....	28
Proporción de Calentadores por Vaca .....	29
La Evaluación de Eficacia de Inseminaciones con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix.....	29

Búsqueda y Selección de Datos .....	29
Marco Referencial .....	30
Tipos de Embriones Usados en la Transferencia de Embriones.....	31
Embrión Refrigerado.....	31
Embrión Congelado .....	31
Estándar Buenas Prácticas de Bioseguridad en Transferencia de Embriones.....	31
Estándar de Descongelación.....	32
Estándares de Transferencia de Embriones en RAB .....	33
Metodología .....	34
Estándar Buenas Prácticas de Bioseguridad en Transferencia de Embriones con	
Descongelación de Pajillas Intra Cérvix.....	37
Estándar de Descongelación de Embrión Intra Cérvix.....	37
Estándares de Transferencia de Embriones con Descongelación Pajillas Intra Cérvix .....	38
Estándares de Transferencia de Embriones e Inseminación Artificial .....	38
Procedimiento de Trasferencia de Embrión con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix.....	39
Limpieza y Lavado Exterior del Ejemplar para RAB.....	39
Extracción de la Pajilla con Embrión del Termo de Nitrógeno .....	40
Manejo de Catéter para Descongelación de Pajillas Intra Cérvix.....	40
Montaje de la Pajilla a Pistola de Inseminación .....	41
Paso de Sonda por Cérvix.....	42
Descongelación de Pajillas Intra Cérvix.....	42
Entrega de Materia Biológico en Punto Blanco Uterino .....	43
Extracción de Catéter por Descongelación de Pajillas Intra Cérvix .....	43

Medición .....	43
Tipo de Investigación a Realizar .....	44
Cuantitativos Transferencia de Embrión con DIC.....	44
Cualitativos Inseminación Descongelación de Pajillas Intra Cérvix .....	44
Medición de los Tiempos en Protocolo de Inseminación Artificial con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix .....	45
Línea de Tiempo de Inseminación Artificial con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix .....	45
Ventajas y Desventajas de la Descongelación de Pajillas con Embrión Intra-Cérvix .....	46
Las Ventajas Establecidas para el Proceso de Transferencia de Embriones.....	46
Las Desventajas Establecidas para el Proceso de Transferencia de Embriones .....	46
Resultados y Discusión .....	48
Medición de Línea de Tiempo para la Realización de la TEDIC.....	48
Toma de Tiempo de 20 repeticiones de la TEDIC .....	48
Eficacia de la Concepción con la TEDIC.....	49
Línea de Tiempo del TEDIC Promedio.....	52
Promedio de Tiempo de TEDIC.....	52
Aclaración para este Protocolo de Eficacia de TEDIC .....	55
Conclusiones .....	56
Recomendaciones .....	63
Trabajos Futuros.....	64
Referencias Bibliográficas.....	65
Apéndices .....	68

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Grafica de las 20 repeticiones del TEDIC</i> .....	51
<b>Figura 2</b> <i>Línea de tiempo de TEDIC</i> .....	52
<b>Figura 3</b> <i>Línea de tiempo ajustada protocolo TEDIC para RAB</i> .....	54

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Equivalencia contenidos de Ítem</i> .....	48
<b>Tabla 2</b> <i>Ensayos realizados para establecer línea de tiempo</i> .....	49
<b>Tabla 3</b> <i>Línea de tiempo en minutos para protocolo de TEDIC</i> .....	53
<b>Tabla 4</b> <i>Parámetros para actividades de TEDIC</i> .....	53

**Lista de Apéndices**

<b>Apéndice A</b> <i>Glosario de terminología técnica</i> .....	69
<b>Apéndice B</b> <i>Hembras Receptoras Hacienda California</i> .....	72
<b>Apéndice C</b> <i>Hembras donadoras de óvulos</i> .....	74
<b>Apéndice D</b> <i>Embriones</i> .....	75
<b>Apéndice E</b> <i>Autor en procedimiento TEDIC</i> .....	76
<b>Apéndice F</b> <i>Residuos de procedimiento TEDIC</i> .....	77

## **Introducción**

El objetivo de este Proyecto aplicado es hacer la evaluación de omitir procedimientos de descongelación dentro del protocolo estándar de RAB, propuesto por los primeros estudios académicos de reproducción avanzada en la producción de animales, por medio de la inseminación artificial y transferencia de embriones, evaluar como contribuye este cambio a la eficiencia de la inseminación artificial, transferencia de embriones, y la calidad de la variación hecha al protocolo estándar realizado.

La Transferencia de Embriones con Descongelación intra Cérvix (TEDIC) en bovinos de cría, es una nueva propuestas que revoluciona el concepto de descongelación de material biológico criopreservado y crioconservado con fines de ser parte de programas de mejoramiento genético, dando una alternativa más segura para la criorecuperación y el restablecimiento y activación de este material biológico vivo que fue mantenido en un estado de suspensión temporal, al cual se le detienen sus funciones fisiológicas por la criopreservado y crioconservado. Siendo importante dar condiciones in vitro o in situ, para sacarlo de este estado de criosuspensión.

De este modo la descongelación intra cérvix proporciona una ambiente in situ para la salida de este material biológico de criosuspensión, a activación biológica dando unas condiciones in situ, que supera en mucho la condiciones in vitro, para estos procedentitos, el objeto de este Proyecto aplicado es la evaluación de eficacia de este procedimiento por medio de protocolos científicos para presentarla a la comunidad de ciencias animales, como un aporte a la REB.

### **Enfoque Conceptual**

Con este proyecto aplicado se establece que en diferentes lugares de mundo se esta tomado la RAB, como una alternativa de mejoramiento genético, facilitado el transporte ejemplares puros como embriones, que facilita el traslado de pequeños paquetes de envío sin llevar los animales a lugares remotos. También se establece que las técnicas, protocolos y propedéuticas están siendo compartidos por medio de literatura indexada y no indexada, con la velocidad de la internet, estableciendo nuevos saberes, y variaciones de los manuales técnicos de forma local. Como también que en cada lugar están haciendo la adaptación de los protocolos con variantes empíricas, como es nuestro caso y que se debía realizar el método científico para convalidar, estas variaciones de lo técnico en RAB.

Estableciendo que un protocolo como este, no es anormal ya que sus variaciones son establecidas por las condiciones locales, el medio ambiente, el clima y hasta los animales a usar para esta clase de ensayos; como también en otros lugares se ha hecho estudios de caso similares, trayendo conceptos nuevos, con solo cambiar o adaptando protocolos como los hechos:

En programas de TETF y IATF que presentaron resultados aceptables” (Flores et al., 2023). De esto nos da constancia otros tipos de estudio realizados en otros lugares donde “Actualmente se han desarrollado metodologías que permitan conocer su relación con la fertilidad, preñez, aborto, infecciones y enfermedades; se evaluó su relación con la tasa de implantación en receptoras de embrión.

Iniciado el protocolo de sincronización de celo se transfirió los embriones solo a los bovinos con cuerpo lúteo” (Murga, 2022). Así mismo otros autores expresan que la “producción de embriones bovinos se ha incrementado exponencialmente en los últimos años. El número de gestaciones depende de múltiples factores

Siendo el manejo reproductivo de las receptoras uno de los más importantes” (Lammoglia et al., 2023).

Establecido dentro de la RAB y por consiguiente donde se establece estos planes de mejoramiento avanzado bovino traen estas variaciones y nuevos ajustes de los protocolos usados en cada uno de los núcleos bovinos que son objeto de ensayo y error en los ajustes de los protocolos de transferencia de embriones, inseminación artificial.

### **Definición del Problema**

La baja probabilidad de anidación de los embriones en la RAB, intentado acortar el tiempo de los procesos de transferencia de embriones se adaptan por facilidad de las temperaturas de la zona ecuatorial para la región de los llanos orientales y amazonia colombiana; estableciendo que *“diversas alternativas han sido implementadas con el fin de mejorar los resultados de los procedimientos de crío preservación de semen y embriones (,) considerando aspectos como el método de congelación”* (Restrepo et al. 2011) como alternativa para mejorar la anidación de los embriones bovinos en las receptoras (Figura 4), la descongelación intra cérvix mejora condiciones de la propeuética aplicada, disminuyendo el tiempo del protocolo de transferencia del embrión para el RAB. Por esta razón disminuir tiempos en la transferencia de embriones mejora las condiciones del protocolo para una mayor eficiencia de la propeuética usada por los técnicos.

### **Formulación del Problema**

Se estableció la eficacia de implante de material biológico de naturaleza genética por medio de procesos artificial (manipulación Humana), con descongelación de pajillas intra cérvix, para determinar el efecto deseado como también los efectos adversos, dentro de procedimiento de programas de Transferencia de Embriones con Descongelación Intra Cérvix, este estudio de caso se realizó en la hacienda California; a modo de información adicional se ha venido realizando desde hace 5 años atrás este protocolo.

¿Cuál es la importancia de la identificación de los Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ) en producción bovina, para descongelación de pajillas intra-cérvix, en protocolo de transferencia de embriones?

## Justificación

Debido a la gran importancia que tiene la transferencia de embriones en los hatos ganaderos de alto valor genético, se propuso una innovación tecnológica de acortamiento del protocolo y propedéutica; por este motivo este trabajo documenta el procedimiento que se viene realizando hace 5 años, en el estudio de caso de la hacienda California, la cual facilita llevar un buen control a los procesos operativos estandarizados zootécnicos (POEZ), realizada de forma procedimental en las producciones donde se aplica la RAB, de modo rutinario.

La evolución de los procesos de inseminación artificial y transferencia de embriones en la reingeniería de la RAB es determinante para identificar y establecer las ventajas de cada protocolo y procedimiento para establecer la seguridad y eficacia en la propedéutica de la inseminación artificial y transferencia de embriones, desde el punto de vista zootécnico.

La propedéutica de inseminación artificial y transferencia de embriones son la mismas, a la vez del tiempo y la práctica, ha evolucionado creando variantes recombinándose un protocolo con otro presentando adaptaciones en cada lugar, y estas adaptaciones muestran ventajas técnicas en la práctica de aplicación de protocolos propios, saliéndose de los protocolos específicos estándares propuestos por la académica.

Desde el punto de vista de la eficacia de protocolos estándares donde es muy complicado establecer diferencias, y su aplicación por razones de tiempo, se buscan desde un punto más pragmático la eficacia, siendo esto un determinante que rompe los esquemas para omitir pasos del protocolo estándar, haciendo que la práctica, rompa los paradigmas teóricos, mostrando resultados eficaces, sin alterar el resultado esperado.

Muchos de los estudios en inseminación artificial y transferencia de embriones muestran técnicas estandarizadas, que se anquilosaron en un único protocolo de paso de sonda, teniendo

presente que es el único en la practicas de la RAB, y no siempre los parámetros de evaluación de estos protocolos y propedéuticas han sido comparables de un modo específico, ya que no se ha salido de las técnicas estándar. No muestra diferencias la mayoría de los estudios, por ser establecidos que esta es: el único protocolo a seguir o aplicar en cuanto a RAB, en la literatura científica se presentan diversas investigaciones sobre el tema que tratan de responder conceptos generales sobre la temática teóricas, sin entrar a entender la simpleza del proceso; como también saber si:

¿la descongelación en el cérvix es mejor que las realizada con temo climatizado?

¿si la descongelación intra-cérvix provoca alguna lesión al ejemplar que se le aplica este protocolo y propedéutica?

¿si es total mente inocua y no afecta a los ejemplares bovinos de forma permanente, creando alteraciones reproductivas en el tiempo?

Los embriones crio preservado presenta unos niveles teóricos de baja eficiencias al ser manejados con la técnica de descongelación estandarizada, mediante descongelación de termo climatizado, siendo la congelación causante de niveles de eficiencias inferiores a la anidación uterina, dando argumentos que la luz, el aire y demás factores que pueden influencias la baja eficiencia de anidación de los embriones almacenado en las pajillas, indicando una sensibilidad a ser dañados los embriones por los diferentes condiciones ambientales, variaciones de temperatura, y sobre todo el tiempo de descongelación aumentado en la realización de aplicación de protocolos estandarizados de trasferencia de embriones para la RAB.

El analizar un único protocolo de transferencia de embriones nos ha conducido a erróneo de la eficiencia de la transferencia de embriones como también de la inseminación artificial. Como podemos ver, los resultados de un único protocolo se consideran ciertos, siendo este

variado en su práctica y arrojando resultados que son importantes tenerlos en cuenta, para darle un valor pragmático a la variación realizada de descongelación inter-cérvix, para los protocolos y propedéuticas de la RAB.

El potencial de impacto que la descongelación intra-cérvix podría ejercer sobre la calidad del protocolo y propedéutica en la RAB, Por ello, el objetivo de esta evaluación es analizar si afecta de forma significativa la calidad de la transferencia de embriones y de qué manera influye en los porcentajes de eficiencia de la RAB, omitiendo la descongelación en termo climatizado, y realizando la descongelación intra-cérvix en ejemplares hembras receptoras (Figura 4).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinación del porcentaje de eficacia de la transferencia de embriones con descongelación de pajillas intra cérvix, en bovinos receptoras.

### **Objetivos Específicos**

Identificar los factores que contribuyen al desarrollo de [tema o fenómeno] en [lugar o grupo específico], mediante la recopilación y análisis de información teórica y empírica.

Identificar los factores que contribuyen al desarrollo de [tema o fenómeno] en [lugar o grupo específico], mediante la recopilación y análisis de información teórica y empírica.

Identificar los factores que contribuyen al desarrollo de [tema o fenómeno] en [lugar o grupo específico], mediante la recopilación y análisis de información teórica y empírica.

### Estado del Arte

Se ha realizado reciente mente investigaciones en RAB, sobre la aplicación de hormonas que mejoren la efectividad de la RAB, buscando la mejora del porcentaje de concepción en vacas que deben repetir protocolo de inseminación, entrado en el pensamiento que los problemas de la concepción de vacas puestas en programas de RAB, la causa es principalmente fisiológica de los ejemplares, intentando mejorar esta condición con la administración de “somatotropina bovina (bST) se administró en el momento de la inseminación a la repetición de la cría de vacas Holstein para probar su efecto sobre la tasa de concepción” (Mendoza et all. 2013)

Por otro lado la biotecnología es un factor que fundamente los conceptos de RAB y en especial cuando se establecer programas de mejoramiento genético en un núcleo ganadero, como nos lo indica las investigadoras Sandra Patricia Montenegro Gómez & Yeni Katerine Hernández Ossa, en su publicación Biotecnología aplicada al desarrollo agropecuario colombiano, hecha en la revista de la escuela ECAPMA de la UNAD; donde nos muestra la importancia de:

“desarrollo de actividades (,) oportunidades de negocios alrededor (,) en reproducción in vitro (,) mejoradas con biotecnologías de punta; direccionadas a mejorar la calidad, el rendimiento y reducir al mínimo el uso de prácticas (,) en investigación biotecnológica es muy grande y se requiere del fortalecimiento en investigación básica y aplicada, apoyada en implementación de políticas institucionales de regulación y agilización de procesos biotecnológicos que desarrollen productos innovadores para que diferentes biotecnologías tengan éxito comercial, de acuerdo a los objetivos propuestos por el gobierno nacional” (Montenegro et all. 2015)

Sin embargo los estudios en ciencias animales se han estancado, y se están dando avances en los estudios en reproducción en los últimos tiempos en reproducción humana, aunque no

corresponde estos estudios a nuestra disciplina, vistos desde un punto biológico tiene relevancia estos avances que se aplican también en bovinos y en general en ciencias animales; así como no lo indica la Dra Alicia Mantilla donde recomienda que se deben:

“Realiza actualización de las especificaciones para los indicadores para el Estudio de la Biología de la Reproducción, una herramienta clave para asegurar que el servicio prestado por el laboratorio de reproducción, Y sean es establecido especificaciones para los indicadores de calidad del este laboratorio de reproducción mediante método de consenso de expertos”

(Mantilla et all. 2015)

En otro estudio realizado por la Dra Maria Sanches presentado en la revista de laboratorio clínico en 2017, expone que el aparato reproductor de la hembra:

“Identificando y seleccionando el mejor espermatozoide para la fecundación (,) trata de asegurar que la descendencia reciba el material genético de mejor calidad (,) la selección artificial de espermatozoides implica eliminar las barreras naturales con las que se encuentra el gameto masculino en su largo recorrido (,) espermatozoides funcionalmente capaces de fecundar”

(Sánchez et all. 2017)

Además, como podemos ver en una visión del panorama global, la biotecnología de RAB, en los países donde parte de su economía está basada la producción de animales de abasto para el consumo Humano, con fines de exportación; el inseminado debe tener un perfil tecnológico y profesional, en el cual se solicita tener un perfil con conocimientos básicos de uso de la RAB; el cual debe cumplir con actividades a realizar - Tareas específicas:

Realizar las tareas atendiendo las normas de seguridad y bioseguridad establecidas por la Unidad.

Mantener el orden en el espacio físico donde se desempeña y el stock de insumos para los trabajos de campo

Con esta información se muestra que a nivel de producción animal de forma globalizada se está dando una mejora en las biotecnologías en reproducción animal avanzada, grandes mejoras, y que se está investigando al respecto en muchos lugares de forma aplicada en los corrales donde se hace uso de tecnologías de RAB.

### **Planteamiento del Problema**

Se establecido la eficacia de implante de material biológico de naturaleza genética por medio de procesos artificial (manipulación Humana), con descongelación de pajillas intra cérvix, para determinar la anidación uterina del embrión, siendo descongelado en cerviz; como también los efectos adversos, dentro de procedimiento de programas de Transferencia de Embriones con Descongelación Intra Cérvix, el estudio de caso se ha venido realizando desde hace tiempo atrás en la Hacienda californiana, Meta.

Establecer la eficacia de inseminación artificial con descongelación de pajillas intra cérvix, para determinación de efectos deseados como también los efectos adversos, dentro de procedimiento de programas de RAB.

En la hacienda California se ha realizado desde hace tiempo este protocolo de Transferencia de embriones, demostrando buenos resultados, sin embargo, no se cuantificado de un modo científico estos buenos resultados.

Al hacer de este protocolo se ha generados discusiones por profesionales de la medicina veterinaria y la zootecnia, que afirma de modo teórico que el realizar este procedimiento produciría efectos adversos en el cérvix de los ejemplares, sin embargo se ha aplicado conceptos de reproducción replanteando desde la zootecnia la reingeniería del proceso de inseminación artificial, dado como resultado este protocolo de inseminación artificial y transferencia de embriones con descongelación de pajillas intra cérvix, en bovinos de cría como un concepto de RAB.

Siendo este replanteamiento de re-ingeniería en reproducción animal dentro del concepto de la zootecnia, una alternativa que pudiendo dar repuestas, y plantear nuevas soluciones a consideraciones propedéuticas técnica de la inseminación artificial y transferencia de embriones

estándar, por el cual se ha aplicado sus conceptos, que en este trabajo no se debaten y si no se reconsideran y se realizan con nuevos planteamientos técnicos en marcados en la RAB, apoyados estas técnicas en la validación científica empírica que nos proporcionan la ciencias animales como es la zootecnia.

### **Marco Conceptual General**

La ganadería siempre se ha caracterizado por los avances en biotecnología aplicada, acorde a lo propuesto por otras investigaciones realizadas en España por el Dr Luis Plaza Gómez y colaboradores: “El desarrollo de la industria biotecnológica ha sido muy importante en los últimos años y ha tenido un gran impacto en distintos sectores económicos. El flujo de conocimiento desde el sistema investigación hacia el sector industrial es muy complejo, siendo un indicador importante el número y el contenido de las patentes” (Plaza. 2008).

La biotecnología es una construcción que construye sobre lo que se ha avanzado en biotecnología, por medio de las experiencias empíricas la ciencia va mutando y avanzado hacia acciones biotecnológicas más simples y efectivas, haciendo de la ciencia una herramienta con una usabilidad que facilita los proceso, optimizando los recursos disponibles en el momento.

Es menester del Zootecnista aplicar los principios de la LEY 576 DE 2000, para buscar la mejora de las ciencias animales; establecido como principios zootécnicos, dentro del marco científicos y clarificar procedimientos que mediante de los ensayos empíricos se van convirtiendo en procesos rutinarios del quehacer de la producción animal.

Al establecer un proceso de reingeniería en producción animal, tomado lo cotidiano del que hacer zootécnico y aplicando los principios científicos para explicar las experiencias éxitos, en el que hacer de la producción animal en Colombia.

### **Diseño Concepto de Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ)**

Acorde a lo realizado en trabajo de investigación formativa por Jessica Hernández Olarte en la UNAD:

Lo define el director de este trabajo, el Médico Veterinario Zootecnista F. Samir Gómez como un proceso de operación técnica estandarizado en actividades de manejo animal (zootecnia), que se realizará de la misma manera y seguirá una secuencia de pasos que se repetirán de forma secuencial sin cambio de orden.

Los Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ); Es la manera más eficaz e inequívoca a la hora de llevar a cabo las prácticas realizadas en una producción de manera secuencial y correctamente, en este estudio de caso (,) en el cual se caracterizara por medio de instrucciones para la realización de determinadas tareas operativas de rutina; de actividades considerado competencias laborales, los Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ) describen distintas prácticas de una forma segura para los operantes y para los animales en la producción, con el fin de no llegar a causar algún impacto negativo. Estas rutinas son escritas dependiendo de la función a realizar por el auxiliar; ya sean de forma individual o que se vayan a realizar de forma grupal, especificado si se llevaran a cabo las funciones de manera; diaria, semanal, mensual (,) y consignadas en un registro. Con una correcta interpretación de la competencia laboral y correcta instrucción para poder evitar cualquier tipo de error en los pasos a la hora de realizar la tarea determinada, estableciendo la actividad por los profesionales que se encuentren a cargo (,) Con el POEZ, se permite aprovechar el tiempo a la hora de realizar una competencia laboral y prestar atención al desempeño del trabajo (,) a realizar por los técnicos y tecnólogos a cargo del procedimiento. (Hernández. 2022)

## **Diseño Metodológico**

Se trató de una evaluación de variación de protocolo estándar de transferencia de embriones en bovinos de cría con alto valor genético, a modo de seguimiento que se llevó a cabo durante (5) años evaluando múltiples transferencias de embriones y la eficiencia de la propeuéutica propuesta de descongelación de pajillas intra cérvix para esta evaluación de este protocolo. La realización de nuestro protocolo fue realizada de forma permanente desde el año 2019 hasta la fecha de nuestra evaluación.

Se realizó la aplicación de protocolos y propeuéuticas estándar solo cambiando el proceso de descongelación de pajillas, por medio de termo climatizado (el cual se omitió), a realizar la descongelación de la pajilla intra cérvix.

### **El Protocolo Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Procedimiento para descongelación de pajillas, es el proceso que se va a cambiar en este protocolo, por lo cual no se va a describir, para luego mostrar el diseño metodológico del nuevo protocolo de descongelación de pajillas intra cérvix.

### **El Protocolo a Omitir de Descongelación de Pajillas de Modo Estándar**

El procedimiento estándar de descongelación de pajillas utilizados a nivel global es la utilización de la preparación de un baño maría a treinta y siete grados centígrados, para ellos se requiere un termo climatizado con termómetro, además tener listo y próximo a los utensilios para la transferencia de embriones, para preparar el montaje de para paso de sonda por cérvix, con carga biológica viable, de acuerdo a los estándares de calidad propuestos para este tipo de procedimiento de reproducción avanzada.

Todas estas maniobras que se utilizaron, están enfocadas para proteger la integridad de la calidad del protocolo de transferencia de embriones restantes que quedan en el termo de conservación crioscópica de material biológico.

La pajilla que se va utilizar con el embrión se coloca en el agua a 37 grados centígrados, y mantenerla allí por un tiempo de 60 segundos, después de sacarla y limpiarla con una toalla limpia, teniendo en cuenta que le agua tiene un efecto espermicida, se debe tomar el tiempo y las precauciones necesarias para este paso del protocolo estándar, se cortó la pajilla por el lado opuesto al tampón embolo, para proceder a instalar en la pistola de inseminación.

Algunas referencias recomiendan a este protocolo también subir la temperatura de la pistola a 37 grados centígrados, lo cual no se realizó.

### **Protocolo, Registro y Criterios de Elegibilidad de Ejemplares Bovinos**

El protocolo utilizado para este proyecto aplicado de investigación es el estándar recomendado y utilizado donde se aplican conceptos de mejoramiento genético, y reproducción avanzada; consta de:

limpieza del animal en sus áreas exteriores.

Preparación de pistola de inseminación o catéter intra cérvix.

Paso de la pistola de inseminación artificial por la cerviz.

Depositar la carga biológica (semen o embrión).

Extracción de la pistola de inseminación artificial del ejemplar.

Como lo mostramos utilizamos un protocolo estándar universal, solo se realiza el cambio del proceso de descongelación de pajilla, con carga biológica a trasplantar intrauterina.

## **El Protocolo de Selección Ejemplares para Inseminación Artificial con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

En la Hacienda California del municipio de San Martín, No se aplica proceso de selección de ejemplares, Ya que todos los ejemplares bovinos, son brahmán puro comercial, y además estos animales en su totalidad poseen registro, por lo cual todos los ejemplares bovinos de la Hacienda California, son elegibles para este trabajo de investigación, las hembras receptoras son ejemplares aptos para realizar trasplante de embrión (Figura 4).

### **Evaluar la Condición Corporal**

Se realizó por el método de observación de los ejemplares en inspección visual, en sus aspecto y condición corporal, aptos para estar en el programa de mejoramiento genético Hacienda California del municipio de San Martín de los Llanos de Colombia, considerando que los animales tengan condiciones fenotípicas, sanitarias, y condiciones saludables, y además que se haya confirmado por palpación su condición de ejemplar no preñada.

### **Detección de Celo de Ejemplares**

La detección de celo se realiza mediante toros calentados, preparados por medio de desviación de pene, la preparación de estos toros con técnicas quirúrgicas estándar, realizada por Médico Veterinario.

Los toros calentadores utilizados son un total de 6 ejemplares, los cuales están con las vacas no preñadas y confirmadas diagnóstico por ginecológica rectal de no preñada, no se utiliza programación a término fijo, ni medicamentos para inducción de celo, los que presentan los ejemplares bovinos objeto de esta investigación, es celo natural, detectado por toros receladores.

El total de vacas brahmán puras para este trabajo es todo de ejemplar hembras aptas para realizar el proceso de transferencia de embriones con descongelación de pajillas intra cérvix a la

fecha de cierre de toma de información; se excluyen las hebras donadoras puras con registro genético (Apéndice C).

### **Proporción de Calentadores por Vaca**

La proporción usada en un área 10 hectáreas, es de 15 vacas por 2 recaladores.

### **La Evaluación de Eficacia de Inseminaciones con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Se realizó el análisis de información recolectada desde el año 2019, de todas las inseminaciones realizadas con el protocolo descongelación de pajillas intra cérvix que se realizaron hasta octubre del 2023.

### **Búsqueda y Selección de Datos**

Para la recolección de datos, se llevan registros que ha permitido una recolección de datos claros, que ha permitido un seguimiento continuo de procedimientos de transferencia de embriones para su correspondiente evaluación, así mismos se tiene un registro, para llevar el control de vacas inseminadas, semen utilizado, y observaciones del procedimiento.

Y además de acuerdo a los estándares aplicados se realiza la evaluación del protocolo de transferencia de embriones, mediante examen ginecológico rectal, a los 45 días, de acuerdo a las anotaciones en registro de procedimientos de inseminación realizados, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones de la evaluación del protocolo realizado, como son:

Preñez a la primera transferencia de embrión.

Numero de transferencia de embriones por Concepción.

## Marco Referencial

La Transferencia de embriones es una técnica de RAB empleada para lograr el mejoramiento genético de núcleos bovinos de interés zootécnico. Lo que busca es realizar un mejoramiento genético del hato ganadero, con un bajo costos para obtener ejemplares de genética de alta calidad o de interés, permitiendo el traslado de la misma con una versatilidad, así mismo la prolongación y preservación de esa genética a través del tiempo, por medio de la conservación de gametos, que pueden ser recombinados con genética viva como son los ejemplares de valor, o la recombinación in vitro para su correspondiente trasplante como un embrión viable.

En esencia la transferencia de embriones es el trasladar de un embrión viable, genéticamente seleccionado por progenia de los padres que permanece en crio conservación hasta que sea utilizado en un protocolo de transferencia de embriones, sobre animales objeto de este procedimiento zootécnico de RAB.

El protocolo de transferencia de embriones es algo ya muy estandarizado, y de usos corriente en diferentes coproducciones, se describirá en de modo resumido el protocolo estándar a utilizar en cualquier producción a nivel global.

Limpia genitales externos al ejemplar objeto de la propedéutica RAB los.

Localizar cuello uterino mediante palpación ginecológica vía rectal.

Paso de pistola u objeto por cérvix para trasplante al útero del material biológico seleccionado, para realización de protocolo de RAB.

Se expulsar en el útero el material bilógico seleccionado (semen, Embrión) para completar la entrega de material genético por procedimiento de paso de sonda por cérvix.

Se define como transferencia de embriones: “La transferencia de embriones es una técnica mediante la cual, los embriones -óvulos fertilizados- son colectados del cuerno uterino de la hembra antes de la nidación -donadora (Apéndice C)-, y transferidos al cuerno uterino de otras hembras para completar su gestación -receptoras (Apéndice B)-” (Unión ganadera regional de Jalisco. 2024)

### **Tipos de Embriones Usados en la Transferencia de Embriones**

Los embriones usados en un programa de RAB pueden ser de 2 clase, fresco y congelado (Apéndice D).

#### **Embrión Refrigerado**

Los embriones recolectados y almacenados para utilizarlo de forma rápida, muy común para esta práctica en los procesos de transferencia de embriones son refrigerados, entendiéndose que no son congelados sino conservados a temperatura de 4 grados centígrados, para ser utilizados de forma rápida (Apéndice D)

#### **Embrión Congelado**

Los embriones crioconservado es manejado y empaquetado en laboratorios de reproducción animal con técnicas avanzadas, siguiendo protocolos y estándares estrictos para su preservación durante un tiempo indefinido, a muy bajas temperaturas de nitrógeno líquido (Apéndice D)

### **Estándar Buenas Prácticas de Bioseguridad en Transferencia de Embriones**

Es importante tener presente los estándares de transferencia de embriones en bovinos, ya que en nuestro protocolo estaremos haciendo una variante, de los estándares ya establecidos, para esta actividad técnica (Apéndice D)

### **Estándar de Descongelación**

Condiciones de manos con un lavado y desinfección estricto.

Poseer espacios de trabajo con condiciones sanitarias que aseguren la inocuidad del protocolo a seguir, así mismo para equipos que formen parte del programa de RAB.

Tener equipos y materiales próximos a la unidad donde se aplican los protocolos de RAB.

Certificar que el agua de la unidad de descongelación haya hervido -asegurar muerte de agentes patógenos-. Que se enfríe hasta la temperatura entre 36 y 38°C.

Utilice pinzas, el contacto de las manos puede alterar la calidad de la descongelado.

Mantenga la canastilla por debajo de la línea de descongelación del nitrógeno líquido.

Remueva rápidamente la pajilla que va a utilizar de la canastilla crioprotectora.

Secar la pajilla descongelada; toalla de papel con condiciones sanitarias, porque el agua dañar el material biológico criopreservado.

Cargue prepare equipo de Transferencia de embriones con la pajilla utilizando el método estándar.

La recomendación estándar de manejo de embriones criopreservados (Apéndice D) no debe tardar más de 6 a 7 minutos posterior a la descongelación del embrión, los tiempos disminuyen con embriones sexado, o que ha tenido manipulación en el proceso de dilución para el envasado de pajillas.

### **Estándares de Transferencia de Embriones en RAB**

Transferir en ejemplares que estén confirmados por palpación ginecológica retal o ecografía y registro que están en condición de no preñado.

Transferir embriones en un ambiente controlado de restricción.

Transferir embriones en condiciones que se garantice el bienestar animal.

Transferir embriones en condiciones que garantice seguridad para el protocolo a realizar.

Transferir embriones en aproximadamente de 8 a 12 horas después de haber detectado el celo, para garantizar un medio biológico viable para la anidación del embrión.

Aplique los pasos de los protocolos estándar, ya establecidos para el trasplante del embrión.

## **Metodología**

La metodología que se uso en este trabajo de grado: la metodología de procesos BPM (Business Process Management); donde los objetivos propuestos están basados en los siguientes principios; para esta innovación en suprimir un paso técnico de transferencia de embriones estándar.

Beneficios de BPM para La Transferencia de Embriones con Descongelación intra-Cérvix (TEDIC) en bovinos de cría.

Mejorar la eficiencia la TEDIC en bovinos de cría.

Optimizar los procesos para La TEDIC en bovinos de cría.

Mejorar la calidad de los productos y servicios del TEDIC en bovinos de cría.

Mejorar las buenas prácticas de manufactura del La TEDIC en bovinos de cría.

Ser más competitivas del TEDIC en bovinos de cría.

Reducir costos

Adaptarse a cambios en la supresión del paso de BPM de la TEDIC en bovinos de cría.

Para implementar Buenas prácticas de manufactura en La TEDIC para pueden seguir estos pasos:

Definir los procesos TEDIC.

Seleccionar las herramientas BPM TEDIC

Ejecutar BPM TEDIC

Optimizar el proceso de TEDIC

“Los académicos y profesionales de tecnologías BPM definen sus propios ciclos de vida de los procesos de negocio y las guías (,) basadas en BPM (,) unifica las posturas en

Relación con la adopción de BPM aplicando los métodos de mapeo (,) en este sentido, se toma como partida tanto fuentes académicas como empresariales para caracterizar esta adopción tecnológica desde varias aristas como: los sistemas BPM, ciclo BPM, los elementos comunes de una solución BPM, el lenguaje de modelado de procesos, Arquitecturas Orientadas a Servicios y procedimientos, guías o metodologías para desarrollar soluciones BPM”. (Espinosa et all. 2020).

Con esto se quiere decir, porque está enfocado el procedimiento en convalidar la eficacia o habilidad para realizar la manufactura de la transferencia de embriones que se está realizado en TEDIC y que está marcando la diferencia en la reducción de tiempo en paso y procedimiento estándar, con respecto de BPM de la transferencia de embriones estándar a la propuesta que es la TEDIC.

Es necesario recalcar que contribuyendo a explicar que lo que se está midiendo es la eficiencia de manufactura del zootecnista en la realización de la transferencia de embriones en metodología TEDIC, y no la eficiencia en la gestación; siendo esto dos enfoques totalmente distintos, el primero en la realización de proceso del TEDIC y el segundo en las eficiencias biológicas que pueden determinar el porcentaje de eficiencias de la gestación bovina. Aclarando que eficiencia (conseguir efecto determinado) y eficacias (capacidad de lograr una acción); son dos situaciones distintas en la metodología de procesos BPM (Business Process Management).

Se utilizó una metodología en tres fases, Fase I: Descripción del proceso de descongelación de pajillas con embrión intra cérvix, Fase II: Identificación de generalidades de POEZ de la transferencia de embriones, con descongelación de pajilla intra cérvix; en hembras bovinas receptoras usadas en transferencia de embriones, indicación en tiempo del POEZ de

descongelación de pajillas con embrión intra cérvix Y Fase III: Establecimiento de ventajas y desventajas de la descongelación de pajillas con embrión intra cérvix.

### **Fase I**

Descripción del proceso de descongelación de pajillas con embrión intra cérvix.

Se desarrolló el procedimiento para descongelación de pajillas in vitro, es el proceso que se va a cambiar en este protocolo; para luego mostrar el diseño metodológico del nuevo protocolo de descongelación de pajillas intra cérvix usado en la transferencia de embriones en la hacienda California, que es el análisis del estudio de caso presentado en este producto de investigación formativa.

Se trató de una evaluación de variaciones de protocolo estándar de transferencia de embriones en hembras bovinas receptoras de cría (Apéndice B), a modo de seguimiento que se ha venido llevando desde hace cinco (5) años; se evaluaron 20 transferencias de embriones y la eficiencia del protocolo propuesto de descongelación de pajillas intra cérvix, para este estudio de caso, en este Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ) de transferencia de embriones.

### **Estándar Buenas Prácticas de Bioseguridad en Transferencia de Embriones con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Es importante tener presente los estándares de calidad en este procedimiento de transferencia de embriones en la descongelación de pajillas intra cérvix, ya que son los mismos pasos de protocolo, exceptuando la variante de la descongelación, que se realiza en un ambiente in vivo; dentro del cerviz de ejemplar bovino.

#### **Estándar de Descongelación de Embrión Intra Cérvix**

Condiciones de manos con el lavado y desinfección estricta: no cambia.

Certificar que el agua que se utiliza es solamente para lavar el exterior del animal, las pajillas no deben tocar por ningún motivo agua.

Poseer espacios de trabajo con condiciones higiénicas y sanitarias que aseguren la inocuidad del protocolo a seguir, así mismo para los equipos que formen parte del programa de reproducción avanzada; no cambia.

Tener equipos y materiales próximos a la unidad donde se aplican los protocolos de reproducción avanzada; No cambia.

Cargue prepare equipo de transferencia de embriones con la pajilla utilizando el método estándar.

Remueva rápidamente la pajilla porta embrión que va a utilizar de la canastilla crioprotectora, evitando tocarla con las manos.

Utilice pinzas, -para tocar la pajilla- realizar el montaje en la pistola de inseminación.

Mantenga la canastilla por debajo de la línea de descongelación del nitrógeno líquido; no cambia.

El papel con condiciones sanitarias, solo es utilizado como cubierta para que no de la luz, a la boquilla de la pistola inseminadora.

La recomendación estándar de manejo del embrión para trasplante y descongelación intra cérvix no debe tardar más de 3 a 5 minutos, para estar el catéter localizado intra cérvix.

### **Estándares de Transferencia de Embriones con Descongelación Pajillas Intra Cérvix**

La transferencia de embriones en ejemplares que estén confirmados por palpación ginecológica retal o ecográfico como también por registro que están en condición de no preñado; no cambia.

La transferencia de embriones se debe realizar en un ambiente controlado de restricción; no cambia.

La transferencia de embriones en condiciones que se garantice el bienestar animal; no cambia.

La transferencia de embriones en condiciones que garantice seguridad del inseminado; no cambia.

La transferencia de embriones debe realizarse en un tiempo aproximadamente de 8 a 12 horas después de haber detectado el celo; no cambia.

Aplicar los pasos de los protocolos estándar de transferencia de material biológico para RAB, incluyendo ya establecidos para los estándares de RAB incluyendo la descongelación pajillas intra cérvix.

### **Estándares de Transferencia de Embriones e Inseminación Artificial**

Infraestructura, Materiales y equipos.

Corral y brete de manejo y restricto animal.

Caja porta elementos.

Fundas.

Mangas de palpación bovina.

Termo de almacenamiento de material biológico criopreservado.

Nitrógeno líquido.

Pinzas coge pajillas.

Guillotina corta pajillas.

Pistola de inseminación.

Funda de catéter.

Toallas o servilletas de papel.

Balde o recipiente para agua.

Desinfectante para exterior de vulva.

### **Procedimiento de Tránsito de Embrión con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Se describirá el paso a paso del protocolo y propedéutica para transferencia de embriones con descongelación de pajillas intra cérvix.

#### **Limpieza y Lavado Exterior del Ejemplar para RAB**

Procedimiento por el cual se realiza un lavado externo del ejemplar bovino, en los alrededores de la vulva, con jabón o detergente, y después se hace el enjuague con agua potable, retirando el jabón o detergente, la limpieza es un procedimiento de:

“remoción de todos los materiales extraños (,) que se adhieren a los objetos. Se realiza con agua, detergente, siempre se debe realizar antes de la desinfección, para remover microorganismos (,) en Europa se conoce con el nombre de descontaminación”. (Correa et al. 2002)

El lavado y el enjuague de las zonas anatómicas bilaterales se debe realizar de arriba hacia abajo, para continuar con el paso siguiente del procedimiento de transferencia de

embriones con descongelación de pajillas intra cérvix debe estar seca la zona anatómica a desinfección de y seca del animal.

### **Extracción de la Pajilla con Embrión del Termo de Nitrógeno**

La extracción de la pajilla que contiene el embrión para transferir; se debe llevar a cabo siguiendo los procedimientos estándar, propuestos por la Inseminación artificial estándar propuestos por innumerables literaturas propuestas para este tipo de protocolo, no sacando la canastilla completamente del termo, evitando descongelación de pajillas, y utilizando el menor tiempo posible para este procedimiento.

La pajilla con embriones (Apéndice D) que se utilizara no debe ser tocada con los dedos para evitar contaminación cruzada, y además los dedos tramiten calor, que pueden tener una temperatura entre 30 y 37 grados centígrados; recordando que esta temperatura es elevada para la pajilla que sale del termo a menos ciento setenta y tres grados centígrados (-173 °C), acelerando en milisegundos el paso de congelación a refrigeración.

### **Manejo de Catéter para Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Todos los equipos que fueron usados y que entraran en contacto con los epitelios del ejemplar que va a ser trasplantado un embrión, deben ser guardados, conservados previo a la inseminación en temperatura de refrigeración entre cuatro y cero grados centígrados (4 °C a 0 °C).

Este procedimiento protocolo y propedéutica también puede ser usado para Inseminación artificial usada en RAB.

### **Montaje de la Pajilla a Pistola de Inseminación**

La pistola y las fundas plásticas de inseminación o transferencia de embriones para descongelación de pajillas intra cérvix (Apéndice D) deben ser conservadas en refrigeración, esto con el objeto de tener una temperatura de catéter de inseminación controlada entre cuatro y cero grados; con el objeto de evitar el crecimiento bacteriano.

Con esto se garantiza que la pistola de inseminación no estará a temperaturas elevadas por encima de Cuatro grados centígrados ( $4^{\circ}\text{C}$ ), esto comparado con la temperatura del nitrógeno líquido que está a menos ciento setenta y seis grados centígrados ( $-176^{\circ}\text{C}$ ).

Es importante mantener en refrigeración la pistola, en un termo con hielo, para que el catéter se mantenga en temperatura estable de refrigeración; en el momento del montaje, no tocar la punta del catéter o de las fundas plásticas, para no cambiar la temperatura de refrigeración de la sonda. El manejo de la temperatura de refrigeración en el catéter tiene un efecto analgésico, y un efecto de manejo controlado de las fluctuaciones de temperatura interna de catéter de inseminación que está en un proceso de descongelación, que puede ser provocado por el medio ambiente en el que se realiza la inseminación, o la temperatura de las manos del personal técnico pecuario.

El manejo de catéter de inseminación a temperatura de refrigeración, nos permite saber que el contenido de la pajilla de inseminación está, dentro de un punto de rango deseado que es de cero grados a la una temperatura por encima del punto de ebullición del nitrógeno líquido, donde el objetivo expuesto a estas condiciones es permanece congelados.

*Nota:* Para este trabajo, la sonda de paso de cerviz, sea para inseminación artificial o transferencia de embriones, en Colombia se le denomina pistola de inseminación (Apéndice D).

### **Paso de Sonda por Cérvix**

Es el proceso por el cual, se aplican los protocolos y propedéuticas con las competencias estándar de inseminación artificial propuestos como procedimiento cotidiano en el que hacer práctico de la inseminación artificial y transferencia de embriones, para colocar el catéter de la pistola inseminación a través del cérvix, y llegar al punto blanco, para depositar la carga biológica en el útero.

Es muy importante que el catéter de inseminación llegue al punto blanco, no se intente, depositar el material biológico inmediatamente se debe esperar, ya que llegamos al punto donde debemos hacer correctamente la descongelación de pajillas intra cérvix.

Se debe esperar a que la pajilla con el embrión se descongele, teóricamente se supone para que si hace la transferencia con el embrión aun congelado, el hielo formado dentro de la células puede romper o dañar las células madre del embrión.

**Fase II.** identificación de generalidades de poez de la transferencia de embriones, con descongelación de pajilla intra cérvix; en hembras bovinas receptoras usadas en transferencia de embriones, indicación en tiempo del poez de descongelación de pajillas con embrión intra cérvix

Se realizaron la aplicación de POEZ de transferencia de embriones y propedéuticas estándar solo cambiando el proceso de descongelación de pajilla a realizar, la descongelación de la pajilla a realizar fue la intra cérvix, en el momento de la transferencia de embriones al semoviente receptor.

### **Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Este es el procedimiento en el que se espera que la temperatura corporal del ejemplar sea transmitida a través del catéter de inseminación, que ingresa al cérvix con temperatura de refrigeración, pero aun con su carga biológica congelada, esto se sabe porque al intentar oprimir

el botón que empuja el embolo de la pajilla portadora de material bilógico para RAB se percibe anquilosada, por este motivo no se debe forzar el depositar el material bilógico a trasplantar.

Para realizar una correcta descarga del material biológico de la pajilla del material biológico en crioconservación, se debe esperar un tiempo mínimo de 30 segundos, a tiempo máximo de 60 segundos, dependiendo de la aceptación de botón que empuja el embolo de la pajilla, al que se le aplica una fuerza de empuje, para que el mismo proceso de descongelación nos indique se presenta movimiento fluido

### **Entrega de Materia Bilógico en Punto Blanco Uterino**

Pasados el tiempo de descongelación se procede a depositar el material biológico pulsando el botón que empuja el embolo de la pajilla. La colocación de material en el punto blanco depende de la competencia que tenga el personal técnico inseminador.

### **Extracción de Catéter por Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

La extracción de catéter de inseminación se realiza siguiendo los protocolos y procedimientos estándar, realizados en procedimientos de rutina de RAB.

### **Medición**

Definición de la metodología cuantitativa y cualitativa a aplicar en esta investigación  
Evaluación de eficacia de la transferencia de embriones con descongelación de pajillas intra cérvix (Apéndice D).

### **Cualitativos**

El instrumento de recolección de información utilizado es por medio de un formato y la observación directa en cada paso de Evaluación de eficacia del trasplante del embrión con descongelación del material biológico intra cérvix; midiendo la línea de tiempo; con cada tiempo en el que se hace cada actividad del procedimiento de transferencia de embriones (Apéndice D)

con Descongelación Intra Cérvix (DIC), de en actividad que compone el protocolo de inseminación artificial bovina o transferencia de embriones usado en hacienda California del municipio de San Martín, después de realizada la medición se hace una evolución de la misma por medio de un formato en el cual encontramos ítems a evaluar e identificar, y a estos puntos se le aplicara estadística descriptiva simple, para poder dar valores numéricos a estos ítems a analizar el protocolo de DIC, en hembras bovinas receptoras (Apéndice B).

También se harán observaciones directas para establecer una metodología descriptiva de los procedimientos que componte el protocolo de transferencia de embrión con DIC.

### **Tipo de Investigación a Realizar**

Para esta investigación se realizará la metodología mista, en la cual se tomaron datos cuantitativos y cualitativos, para poder establecer los parámetros de cada procedimiento que conforma el protocolo de Transferencia de Embrión con descongelación Intra Cérvix (TEDIC).

### **Cuantitativos Transferencia de Embrión con DIC**

Son todos los conceptos medibles del proyecto aplicado que se deben tomar, estableciendo una medición en tiempos, para esto se efectuarán un total de 20 ensayos para poder, establecer una base una medición de tiempo de este protocolo TEDIC.

### **Cualitativos Inseminación Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Es el proceso por el cual se hace una explicación de los conceptos cuantitativos, aplicando un ajuste biológico a estos datos numéricos, por lo cual, lo medido para establecer explicaciones más objetivas y que sean más entendibles estos datos numéricos, en lo estadístico en los protocolos seguidos para este protocolo RAB.

## **Medición de los Tiempos en Protocolo de Inseminación Artificial con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

La medición de los tiempos de cada procedimiento que se realizaron por medio de anotación de la cronología y cambio de tarea dentro del protocolo TEDIC.

Estableciendo tiempos de cada procedimiento de forma individual, integrado este tiempo a una línea temporal de sucesión de procedimientos dentro del protocolo TEDIC como mejora técnica dentro de este proyecto aplicado.

### **Línea de Tiempo de Inseminación Artificial con Descongelación de Pajillas Intra Cérvix**

Se estableció una línea de tiempo secuencial del protocolo TEDIC, que nos permitirá construir una grafica con los tiempos promediados para los veinte (20) ensayos con experiencia exitosa realizados.

En este proyecto aplicado se Evaluó la eficacia de la transferencia de embriones con descongelación de pajillas intra cérvix, realizada en bovinos de cría para carne en la hacienda California del municipio de San Martín, en este lugar se realizó la variación del protocolo de descongelación de pajillas con embriones criopreservado, en la cual se omite los procedentitos estándares de descongelación con termos de agua climatizada de 37 grados centígrados y sus pasos de procedimiento (Apéndice D).

El procedimiento que se realzo es el un montaje directo de la pajilla a la pistola de inseminación, llevando directamente en el menor tiempo la pistola con la pajilla con el material biológico congelados, cubierto por el catete plástico de recubrimiento de la pistola de inseminación, para este procedimiento.

### **Fase III**

Establecimiento de ventajas y desventajas de la descongelación de pajillas con embrión intra cérvix

### **Ventajas y Desventajas de la Descongelación de Pajillas con Embrión Intra-Cérvix**

Toda innovación tecnológica tiene cosas a favor y en contra; el uso de la supresión de paso de en la transferencia de embriones o inseminación artificial, se resume al paso de cérvix, siendo este procedimiento común en los tres procedimientos; estableciendo la descongelación en climas ecuatoriales un proceso innecesario, muy por el contrario, en climas templados o fríos donde es muy necesario.

#### **Las Ventajas Establecidas para el Proceso de Transferencia de Embriones**

Con la innovación de la TEDIC son:

Disminución en el tiempo del procedimiento de transferencia de embriones.

Disminución en riesgo microbiológicos de contaminación cruzada.

Frio positivo intra-cérvix, relajación y disminución del dolor en procedimiento.

Disminución de pasos en el paso en descongelación de pajilla.

El procedimiento esta realizado para geografía ecuatorial y no para regiones templadas de 4 estaciones.

#### **Las Desventajas Establecidas para el Proceso de Transferencia de Embriones**

Con la innovación de la TEDIC son:

No se conocen como darán resultados en zonas templadas ya que le procedimiento fue realizado en la franja geográfica meridional y el clima es cálido, ayudando a la rápida descongelación u activación de las células madre del embrión.

La eficiencia (conseguir efecto determinado) y eficacias (capacidad de lograr una acción) son dos factores distintos en la transferencia de embriones; hay que mencionar la estándar recomendada en documento académico científico, y la empírica realizada por la experiencia de

los operarios, estos son distintas y son factores eternos que afecta o ayudan a cualquier transferencia de embriones.

## Resultados y Discusión

Presentaremos los resultados, las cuales se discutirán explicando cada uno los protocolos y repeticiones de TEDIC en gráficas. Para los ensayos que aquí se muestran fueron hechos realizados sin cambiar de persona, para tener una calibración de tiempo estándar, para TEDIC.

### Medición de Línea de Tiempo para la Realización de la TEDIC

Para este proyecto aplicado se realizaron 20 repeticiones TEDIC, a las cuales se le tomo la línea de tiempo, analizando los ítems propuestos: Procedimiento de TEDIC. Para mejor comprensión se realizó una tabla de equivalencia conteniendo los 8 Ítem de esta investigación. Se establece que los pasos propuestos en la tabla 1, corresponden a los POEZ para TEDIC.

**Tabla 1**

*Equivalencia contenidos de Ítem*

Ítem	Tabla
N.A.	Inicio
1	Lavado
2	Termo
3	Catéter
4	cérvix
5	Descongelación.
6	Punto Blanco
7	Extracción
8	Termina.

*Nota.* Equivalencia entre los ítems del protocolo y su representación.

### Toma de Tiempo de 20 repeticiones de la TEDIC

Es necesario establecer la línea de tiempo que se requiere para realizar TEDIC, en este proyecto aplicado se realizaron 20 repeticiones para establecer una línea de tiempo en cada uno de los procesos de TEDIC como lo mostramos en la tabla. Las repeticiones fueron realizadas por la misma persona. En cada ítem representa una actividad del proceso; esta medición del tiempo se realizó en minutos y segundos por cada repetición.

## Eficacia de la Concepción con la TEDIC

El Número de inseminaciones por Concepción, es similar a la inseminación artificial estándar, porque la inseminación artificial es un proceso de concepción controlada, por lo cual tiene muchas posibilidades de falla Humana, por lo cual se aplica los mismos conceptos a la TEDIC, haciendo máximo 2 inseminaciones artificiales por ejemplar, y después si no queda preñado, se pasa a toro.

**Tabla 1**

*Ensayos realizados para establecer línea de tiempo.*

Ensayos realizados para establecer línea de tiempo.										
R epeticion es	nicio	avado	ermo	atéter	érvix	Des congelació n	unto Blanc o	xtracció n	E	T erminació n
1		,3	8 ,5	,05	0,02	45	10, 0,55	1,02	1	11 ,04
2		,45	5 ,3	,59	,55	8	7,2 ,33	,59	7	8, 01
3		,02	9 ,5	0,22	0,55	26	10, 0,29	0,33	1	10 ,36
4		,31	8 ,3	0,02	0,59	41	10, 0,47	0,55	1	10 ,58
5		,47	8 ,3	0,05	1,01	47	11, 1,53	1,59	1	11 ,02
6		,55	8 ,4	0,15	1,09	5	11, 2,01	2,06	1	12 ,08
7		,21	8 0	1,35	2,23	43	12, 3,02	3,09	1	13 ,11
8		,33	8 ,1	,58	0,06	38	10, 0,47	1,03	1	11 ,06
9		,42	8 ,3	0,02	1,04	37	11, 1,47	2	1	12 ,02
10		,07	9 0	1	1,58	24	11, 1,33	1,4	1	11 ,43
11		,38	8 ,5	0,17	0,54	29	10, 0,37	0,4	1	10 ,43
12		,17	8 ,3	,55	0,47	22	10, 0,28	0,33	1	10 ,36

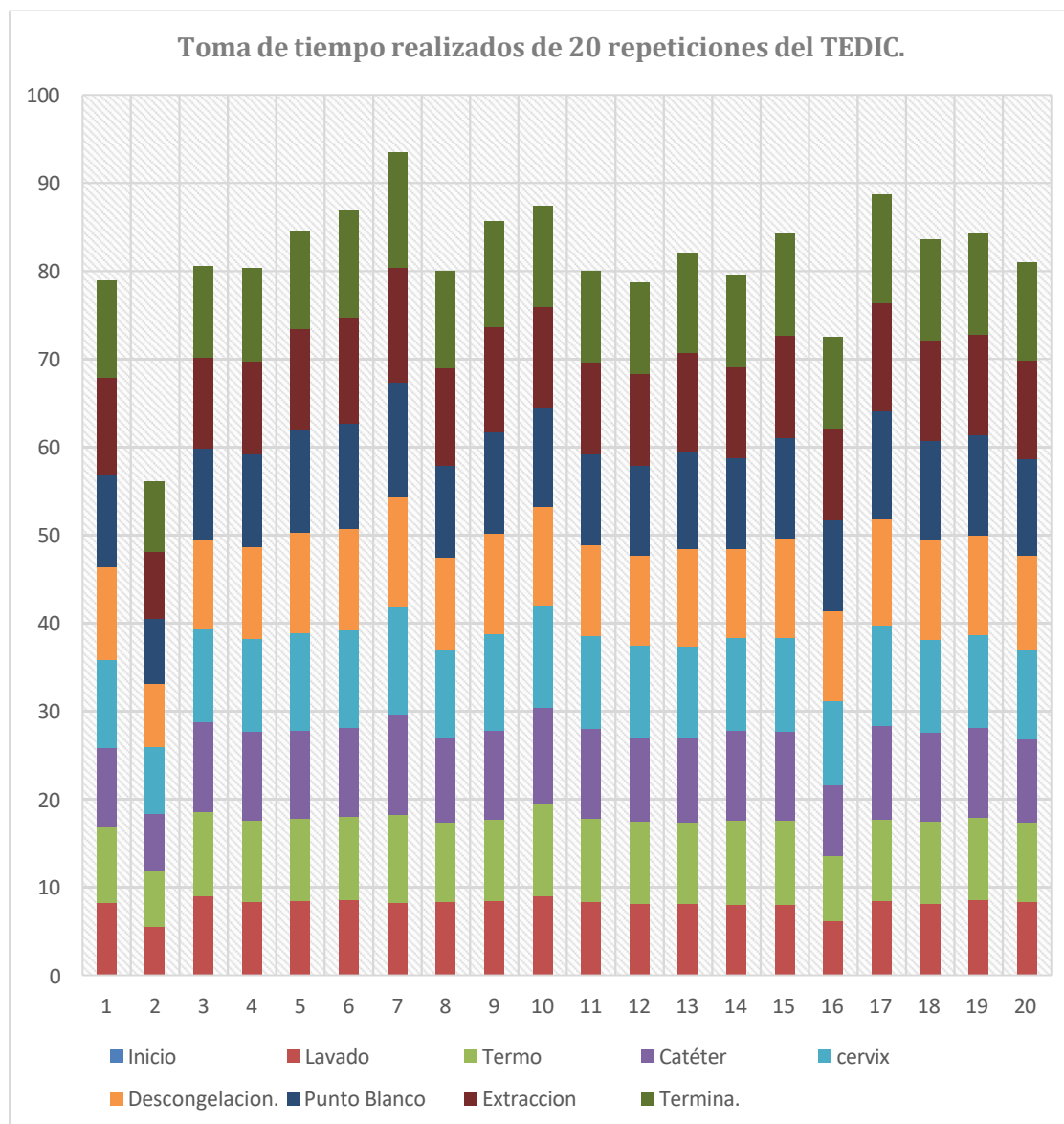
13	,13	8	,3	,59	0,37	07	11,	1,12	1,18	1	11
14	,03	8	,5	0,22	0,49	22	10,	0,29	0,34	1	10
15	,07	8	,5	0,12	0,58	38	11,	1,46	1,33	1	11
16	,2	6	,7	,05	,53	24	10,	0,33	0,41	1	10
17	,44	8	,3	0,58	1,4	14	12,	3,23	2,29	1	12
18	,09	8	,4	0,08	0,56	26	11,	1,34	1,4	1	11
19	,53	8	,4	0,18	0,57	29	11,	1,37	1,43	1	11
20	,34	8		,37	0,29	58	10,	1,06	1,11	1	11

*Fuente.* Ensayos realizados para establecer la línea de tiempo del protocolo.

Presenta los datos de la tabla en una gráfica donde podemos ver y establecer cada uno de los ítems y su comportamiento, de forma individual, parámetros de color, del comportamiento de tiempo en la misma secuencia ítem en cada repetición realizada para cada uno de los 20 ensayos realizado TEDIC.

**Figura 1**

*Grafica de las 20 repeticiones del TEDIC.*



*Fuente. Autoría Propia*

La Figura 1 nos muestra que mirando un protocolo de TEDIC, es un compendio de actividades, que se deben realizar de un modo secuencial organizado, estrictamente en el mismo orden de secuencia y cada actividad tiene un tiempo establecido para su realización. Mostrando que para cada tarea propuesta en la tabla 1 dentro de procedimiento del TEDIC, los parámetros

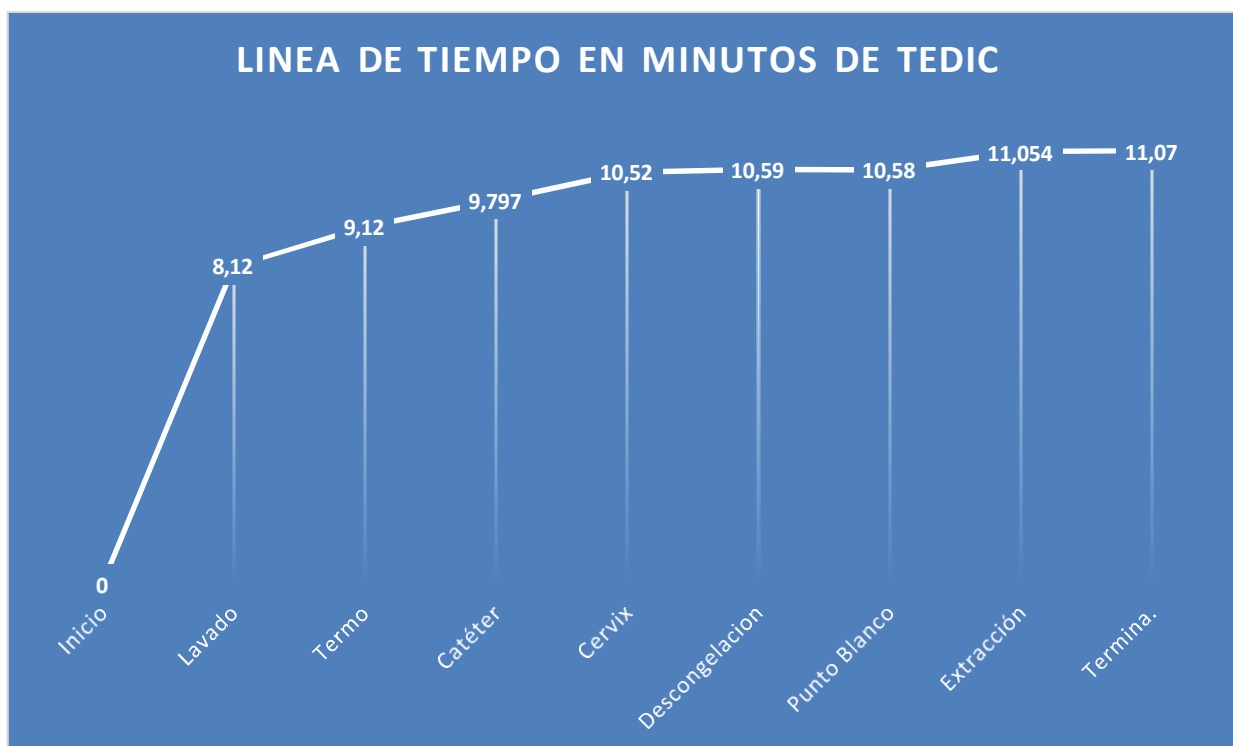
temporales utilizados son similares en tiempo, y los mismo en realización de actividad secuencial.

### Línea de Tiempo del TEDIC Promedio

Se establece línea ajustando a un protocolo estándar, producto de las 20 repeticiones hechas del TEDIC, estos datos no son exactos ya que sé que se realizaron aproximaciones matemáticas a los promedios

### Figura 2

*Línea de tiempo de TEDIC.*



*Fuente.* Autoría Propia

### Promedio de Tiempo de TEDIC

Se establece desde un punto vista los datos cuantitativos como indicadores, sin embargo se requiere tomar estos datos, y hacer un análisis de los mismos desde un punto cualitativo, para establecer, unos estándares en cifras sin decimales que sea más entendibles, recordando que en

la conceptualización de la investigación biológica, no es apropiado mostrar datos cuantitativos exactos, ya que esto desvirtuarían los datos observados dentro de los realizado de forma empírica, mostrando los procedimientos como algo absoluto, y en procesos biológicos esto no se aplica. A continuación, se muestra la tabla 5 de línea de tiempo establecida para esta investigación; aproximado los datos de lo cuantitativo a lo cualitativo.

**Tabla 2**

*Línea de tiempo en minutos para protocolo de TEDIC.*

Línea de tiempo en minutos para protocolo de TEDIC para la Hacienda California								
Inicio	Lavado	Termo	Catéter	Cérvix	Descongelación	Punto Blanco	Termina	
0	10	1	1	1	13	13,11	13	
		0,45	1,3	2,15			,3	

*Nota.* Línea de tiempo del protocolo TEDIC en Hacienda California.

Para este protocolo se establece de acuerdo al ejercicio realizado en condiciones iguales para cada una de las 20 repetición de TEDIC, se establece los siguientes parámetros especificado en la siguiente tabla 6.

**Tabla 3**

*Parámetros para actividades de TEDIC.*

Tabla	Tiempo de Actividad.
Inicio	0 segundos
Lavado	10 minutos.
Termo	45 segundos.
Catéter	45 segundos.
Cérvix	45 segundos.
Descongelación	45 segundos.
Punto Blanco	45 segundos.
Extracción	3 segundos.
Termina en:	13 minutos con 33 segundos.

*Fuente.* Parámetros temporales estimados para cada actividad del protocolo TEDIC.

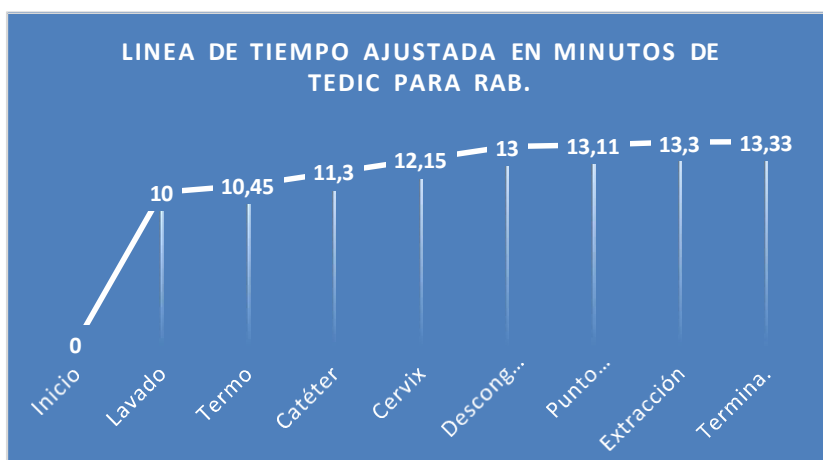
### Línea de Tiempo Ajustada en Minutos de TEDIC

Para entender cada uno de los eventos que ocurren en el protocolo de TEDIC para RAB, es necesario presentar un esquema grafico en el cual se muestra cada uno de las actividades que conforma el protocolo, así mismo identificar los tiempos en minutos y segundos, como también el momento del iniciales y finalización de procedimiento indicando los eventos en orden temporal para su correcta comprensión en lineade tiempo, como lo muestra la tabla.

La grafica nos muestra el promedio en los 20 ensayos realizados en este proyecto aplicado, donde nos concluye la Figura 3, los promedios en cada actividad, y que cada actividad debe ser realizados secuencialmente, para obtener una eficiencia en el protocolo de un tiempo de 13 minutos con 33 segundos; estableciendo que el tiempo ideal es este. A demás hacer las propedéuticas más rápido se incurriría en errores en cada fase del POEZ, y hacerlo mas despacio o gastar mucho más tiempo atentaría sobre la integridad de la células madre del embrión.

### Figura 3

*Línea de tiempo ajustada protocolo TEDIC para RAB.*



*Fuente. Autoría Propia*

### **Aclaración para este Protocolo de Eficacia de TEDIC**

La eficacia para los protocolos TEDIC fueron realizados mediante palpación rectal a las hembras receptoras de embriones (Figura 4); solo se tuvieron en cuenta los casos exitosos, ya que lo que se está evaluado la eficiencia es la descongelación intra cérvix, y no la preñez. Los embriones utilizados fueron embriones congelados y crio preservados, los embriones utilizados fueron embriones producidos dentro de la misma Hacienda californica, de ejemplares puros de la misma hacienda California (Figura 6)

El protocolo TEDIC se realizó San Martin; Meta, Colombia; se utilizaron ejemplares bovinos Cebu comercial, sin registro; las hembras bovinas se alimentaron en praderas típicas de la región con Pasturas de braquiaria, estos ejemplares están vacunadas con Aftosa, y poseen la vacuna de brucella. Para la aplicación de protocolo TEDIC se realizó por medio de celo natural sin aplicación de transferencia de embriones a término fijo TETF. (Flores et all. 2023), que es una técnica actual mete usada dentro de los avances de la REB.

La eficacia de la descongelación intra cérvix, solo se analizó en la repetición con confirmación de preñez por transferencia de embriones, ya que lo que se iba a medir era la descongelación de pajillas con material bilógico in vivo, intra cérvix, no la transferencia de embriones ni la eficacia de otros protocolos como es TETF que no es el caso para este proyecto aplicado de investigación (Figura 6)

## Conclusiones

La Evaluación de eficacia de TEDIC, es una variación del protocolo estándar que reduce en tiempo de realización de un protocolo RAB, para ser más eficiente.

Sin embargo, esta variación del protocolo estándar ha demostrado tener una eficacia para el número de Preñez a la primera inseminación artificial nos da, un indicador de eficiencia de la TEDIC, mostrando una buena eficacia del protocolo comparado con el protocolo estando realizada como primera generación de tecnología pecuaria en RAB en ciencias animales.

Las tasas de éxito o eficiencia dependen del factor humano y el conocimiento técnico y su habilidad de detectar el celo de las hembras o problema de fertilidad que se tenga en el núcleo de animales confinados para un programa de RAB.

Los parámetros temporales para la realización de la TEDIC similares en tiempo, y el protocolo es realizado de un modo secuencial, organizando cada actividad, controlado los tiempos para cada tarea que compone todo el protocolo.

El tiempo establecido para este proyecto aplicado para el lavado de la zona den tren posterío y vulva es de un máximo de 10 minutos, puede tardar más o menos dependiendo de la decisión que tome el técnico inseminado que haga la TEDIC, el tiempo para manejo preparación de termo y pistola de un minuto treinta a dos minutos, para descongelado de pajilla de cuarenta y cinco segundo a un poco más de un minuto. Después de haber completado la entrega del material bilógico en el punto blanco -útero- y terminación de Proceso no más de treinta segundos.

Se establece que todo el protocolo debe ser aplicado en un promedio de trece minutos con treinta y tres segundos, dando tiempos de holgura, siendo un tiempo apropiado para la realización de este procedimiento.

La pajilla fría tiene un efecto analgésico al malestar de paso traumático de la pistola por el cérvix, el frío tiene un efecto local terapéutico, el cual es la sedación de la zona intra cérvix, también posee efectos antiinflamatorio, que son positivos para el hembra bovina, ayudándola a tolerar mejor dolor; en el paso del objeto extraño a través de los pliegues de del cérvix, es importante resaltar que la funda del catéter impide, la aplicación de forma directa del frío, teniendo este catéter cualidades asilaste del frío extremo del contacto directo con el foco de frío, tenido esta funda temperatura de refrigeración de 4 a 6 grados centígrados en su exterior, mientras en el interior de la pajilla está congelada entre una temperatura de cero a menos ciento setenta y seis grados centígrados (-176 °C).

El frío del catéter puede producir analgesia por disminución de la excitabilidad nerviosa, sabiendo que la zona genital y en especial el cérvix y vaginal son estructuras muy inervadas, y la disminución del dolor o molestia, permite que el cérvix se relaje, y tenga un efecto de:

Dilatación por el alivio, la disminución de la sensibilidad dolorosa provoca la relajación.

Expansión del conducto y no la contracción de la musculatura del cérvix.

El dolor provoca el cierre del canal cérvix y generando dificultades en el paso de la sonda.

De este modo la temperatura del catéter disminuye el dolor, en el trascurso de los años que se ha realizado este procedimiento, de la TEDIC, no se ha vistos efectos adversos sobre los ejemplares o disminución de la efectividad en la anidación de embriones en útero, descartándose quemaduras intra cérvix, no teniendo contraindicaciones para la aplicación de la TEDIC.

El nitrógeno líquido (N<sub>2</sub>) es un líquido con una temperatura de ebullición de -196°C. Por esta razón a estar a temperaturas, que son muy bajas tiene la tendencia a evaporarse, casi instantáneamente, tomado en milisegundos temperatura ambiente, por este motivo, en el

transcurso de montar el material biológico en la pistola de inseminación, se debe realizar con la mayor eficiencia, tardando el menor tiempo posible.

La descongelación in vivo en intra cérvix, es más estable que la descongelación in situ por medio de termos de descongelación climatizada con agua a 37°C, la descongelación de pajillas de inseminación in vitro tiene la desventaja de la manipulación de la temperatura de forma manual, pudiendo presentar fallas humanas, haciendo que la temperatura sea alta e incorrecta dañados los embriones por el calor, o más bajas y no tenga la capacidad de activar las células madres del embrión, por esta razón la descongelación intra cérvix posee más ventajas, por ser un sistema autónomo, controlado por un sistema fisiológico, adecuado, que es la fisiología del mismo animal.

Variación de la temperatura del agua climatizada de 35°C a 38°C presenta fallas humanas, cosas que sistemas autónomos como es la fisiología interna del animal, tendrá controladas y estabilidad de un modo correcto para la vida, y en especial para el proceso fisiológico de la anidación del embrión en el endometrio.

Fisiológicamente los embriones salen del estado de crío preservación, bastante disminuidos, por esta razón es importante en la activación de embriones, realizarse en las mejores condiciones, el procedimiento de la TEDIC, proporciona las condiciones para una mejor activación del embrión in situ, sobre el epitelio uterino, los espermatozoides que llega al oviducto, son estimulados por todas las condiciones de la capacitación que sufre el ovulo a nivel de iones que están presentes dentro de los exudados del oviducto y endometrio uterino, y que estimulan a la cubierta del embrión, como en el caso de la fecundación por un espermatozoide pueda realizar reacción acrosomal, y de este modo realizarse la fecundación en el oviducto. Generando el embrión activado.

Las pajillas porta embrión no entran en contacto con agua en ningún momento, y se disminuye la probabilidad de que los embriones sean dañados por micro gotas de agua adheridas a la pajilla, dentro de la pista de inseminación es mínima, por esta razón es importante reducir el riesgo, mediante la supresión de riesgo que implica el manejo de agua dentro de la transferencia de embriones y también para inseminación artificial estándar.

La pajilla, no es tocada en ningún momento por las manos de técnica inseminador, por lo tanto, se reduce la probabilidad de contaminación cruzada, reduciendo la presentación de un evento adverso en la transferencia de embriones. Y muy aplicable el mismo concepto a la inseminación artificial.

Se presentan variaciones mínimas en los procedimientos del protocolo de transferencia de embriones e inseminación artificial, como es daños en células madres del embrión del mismo modo que sucede en espermatozoides en presencia de luz, más específicamente en presencia de radiaciones con efectos ionizantes son las radiaciones ultravioletas (UV), que se le atribuyen efectos adversos para células madre como también para los espermatozoides, que son dañados en cierto grado, provocando disminución de la fertilidad de la carga de material biológico viables usada en RAB; la TEDIC, permite un mínimo de exposición de la pajilla efectos ionizantes de la radiaciones ultravioletas de la luz solar, y dándole mayor seguridad a la activación de las células que hacen la anidación en útero.

La utilización de la TEDIC, es un protocolo que se puede implantar en cualquier clima, sea trópico alto o bajo, ya que la temperatura corporal del ejemplar será la misma, y está en un medio fisiológicamente controlado por el animal, transmitiendo la temperatura exacta, a los embriones para sus anidación en el útero.

Es un medio de activación de células madres in situ, “*el útero Trasmite la temperatura estral, la ovulación causa un aumento de la temperatura que oscila 0,2°C y 0,5°C*” (Ginefiv. 2021) por encima de los parámetros fisiológicos normales, causado por la secreción de progesterona en el ovario tras la ovulación. El calor exacto necesario para la activación del embrión e iniciar el proceso de anidación en el endometrio; después de estar crio preservados la probabilidad de preñez es mucho más baja, que en condiciones de inseminación por monta natural.

La manipulación con aguas climatizadas, y la no exactitud del manejo de la misma llegar a someter a los embriones (Apéndice D) a estrés por variación de temperatura, que permiten la activación de la células madre para comenzar la mitosis, por esto es inadecuada, por baja temperatura o porque está muy alta y se dañe las células madres que deben reactivar su proceso de mitosis celular, en este proceso in vitro, no controlada por la biología y fisiología del animal.

El manejo de equipos para RAB a temperatura de refrigeración, permite estandarizar la temperatura del procedimiento, de modo igual en trópico alto como bajo, haciendo que la temperatura sea similar, y las fluctuaciones mínimas, dependiendo la descongelación de la pajilla porta embrión de la temperatura corporal del ejemplar, al cual se le realizar el procedimiento de TEDIC.

Se concluye que el tiempo promedio de descongelación de pajillas porta material biológico intra cérvix es de un promedio de 45 segundos, que el tiempo mínimo de espera de descongelación es de 30 segundos, y el tiempo máximo es de 60 segundos, para una correcta descongelación de pajillas intra cérvix. Se concluye teóricamente que el material biológico depositado en el punto blanco -uterino-, a los 30 segundos se encuentra aún en estado de congelación, y que por encima de los 45 segundos, el material biológico depositado en el punto

blanco está en estado de refrigeración, dándose una mejor activación de las células madre que conforma el embrión.

Se piensa de modo teórico que las condiciones del útero de temperatura un poco más elevada como efecto de la hormona LH, más las condiciones de humedad del epitelio uterino, mejoran las condiciones para la capacitación y reacción de activación de células madre del embrión trasplantado en el útero, se producen de modo más óptimo sobre el epitelio intrauterino, permitiendo la activación de canales iónicos que entran en comunicación con las células madre del embrión trasplantado, para ser proporcionados estos iones por la exudaciones del epitelio uterino -endometrio-, cosa que no ocurre en la descongelación in vitro mediante, termo de agua climatizada.

Todas estas condiciones óptimas dentro de soma de aparato reproductor de la hembra; que no son proporcionadas por la pajilla porta material biológico, en condiciones cambiantes externas medioambientales, y expuesta a elementos citotóxicas de las condiciones in vitro. La descongelación intra cérvix mejora la eficacia de suministro de nutrientes para el desarrollo de las células madre.

Se piensa en esta investigación que la salida de crioconservación de los embriones (Apéndice D) y realizar su proceso de activación de células madre sobre el epitelio de uterino, mejora las condiciones del fisiológicas del embrión que fue trasplantado con TEDIC.

Es importante la calidad de los embriones en los programas de RAB para la preservación del material biológico en Criosuspensión; el estrés de los ejemplares -hembras receptoras (Apéndice B)- por cualquier motivo puede inducir a una supresión de ciclo estral, esto de modo indirecto afecta en gran medida cualquier programa de RAB que se pueda programar.

Se establecieron las conclusiones del proyecto aplicado donde se investigó y evaluó la TEDIC, en bovinos de cría para carne en la hacienda California del municipio de San Martín, establecido que tiene una buena eficacia este protocolo de inseminación, y en los casos 20 estudios de caso que se realizaron para este proyecto aplicado, se determinó preñez de ejemplares, con partos normales, mejorando los tiempos de propeútica de la realización de transferencia de embriones.

### **Recomendaciones**

El lavado de las estructuras externas anatómicas de la bulbar del ejemplar bovino, de modo bilateral, preferiblemente con jabón que tenga propiedades desinfectantes, por preferencia jabón antibacteriano. No dejar jabón que entre a la vagina, ya que el agua y el jabón tiene cualidades citotóxicas provocando daños en la doble membrana celular, por este motivo se piensa que provocara daños en las células madres que conforma el embrión.

Realizar la extracción de pajillas con material biológico criopreservado del termo buscando utilizar el menor tiempo para conservar la integridad de congelación del material biológico almacenadas, solo sacar únicamente embriones que se va a utilizar.

El tocar la pajilla porta embriones (Apéndice D) con las manos altera en extremo el proceso de descongelación; acelerándolo y haciendo fluctuar de un modo descontrolado la descongelación dentro del embrión y acelera el paso de congelación a refrigeración de la pajilla. Recomendable mantener catéter de pistola y fundas plásticas temperatura de refrigeración, porque tiene un efecto analgésico para el paso de la sonda a través del cérvix.

En el paso de descongelación de pajillas intra cérvix, no se debe forzar el embolo ya que la pajilla está congelada y el embolo puede ser dañado, o la parte plástica de la pajilla puede romperse, esperar el tiempo recomendado.

### **Trabajos Futuros**

A continuación se recomiendan a hacer estudios e investigación sobre los protocolos ya existentes, porque estos protocolos, por ser procedimientos técnicos que conllevan un propedéutica, son sucesibles a cambios en la práctica, pudiendo proporcionar mejoras en manuales técnicos para la RAB; protocolos que pueden ser analizados de este mismo modo.

Inseminación artificial.

Colecta de semen y ovas.

Colecta de embriones.

### Referencias Bibliográficas

- Correa, A., Escobar, M., Gómez, C., & Jarmillo, S. (20002). *Limpieza y desinfección*. Bogota D.C; Colombia: Editora Medica Colombiana S.A. Hospital Pablo Tobón Uribe.
- Espinosa, J., Lopez, C., castro, C., & Arencibia, R. (2020). Adopción de tecnologías de gestión de procesos de negocio: una revisión sistemática. *INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería*, Mar2020.
- Flores, J., Trejo, F., Reyes, H., Hilario, J., Pérez, L., Barrios, H., & González, A. (2023). *Protocolos para inseminación artificial y transferencia de embrión a tiempo fijo en bovinos de carne bajo condiciones de trópico seco*. Fuente Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2023 31( 1):51-56:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/catart?codigo=9029408>
- Ginefiv. (21 de 09 de 2021). *La temperatura basal: Qué es y cómo calcularla*. ginefiv.com-blog 7 febrero 2024: <https://www.ginefiv.com/blog/calcula-tus-dias-fertiles-la-temperatura-basal/>
- Hernández, J. A. (27 de 06 de 2022). *Caracterización de procesos operativos estandarizados zootécnicos (POEZ) en Roedores del Bioterio, en el Bioparque los Ocarros*. [Proyecto aplicado]. Repositorio Institucional UNAD.:  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/57956>
- Lammoglia, M., Martínez, C., Sánchez, D., Avalos, I., & Chagoya, J. (2023). *Desempeño reproductivo de hembras bovinas utilizadas unicamente como receptoras en un programa de transferencia de embriones en el trópico cálido-subhúmedo*. *Revista Biologico Agropecuario Texpan* vol 11, Nun 2:  
<https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i2.489>

- Mantilla, A., Orozco, I., Zamora, S., Ortiz, N., Prados, F., Moreno, J., . . . Castilla, J. (2015). Grupo de interés de calidad de ASEBIR: Actualización de las especificaciones para los indicadores de calidad de la Asociación para el Estudio de la Biología de la Reproducción (ASEBIR). *Medicina Reproductiva y Embriología Clínica; Volume 2, Issue 2*, Pages 46-54.
- Mendoza, G., Hernández, J., Zarco, L., & Gutiérrez, C. (2013). Porcentaje de concepción en vacas Holstein repetidoras tratadas con somatotropina bovina al momento de la inseminación. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2013 4( 2)*, pag 177-183.
- Mineducacion. (15 de 02 de 2000). *LEY 576 DE 2000*. <https://www.mineducacion.gov.co>:  
[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105017\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105017_archivo_pdf.pdf)
- Montenegro, S., & Hernández, Y. (2015). Biotecnología aplicada al desarrollo agropecuario colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental Volumen 6 Número 2*, 97-108.
- Murga, N., & López, R. (2022). *Caracterización del microbioma uterino y tasa de implantación embrionaria en bovinos*. repositorio, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3025>
- Plaza, L. (2008). Investigación en biotecnología y generación de patentes de interés sanitario. *Medicina Clínica, Volumen 131, Supplement 5*, pag 55-59.
- Restrepo, G., Gómez, J., & Vásquez, N. (2011). Criopreservación de semen canino por congelación rápida con glicerol y Dimetilformamida. *Revista Lasallista de investigación. 2011 8( 2)*, Pag 9-17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/catart?codigo=4314618>
- Sánchez, M., Sánchez, I., & Bueno, G. (2017). Técnicas avanzadas para selección de espermatozoides. *Revista del Laboratorio Clínico Volume 10, Issue 3*, Pages 129-138.

Soluciones Logísticas y Aduaneras . (29 de Enero de 2024). *EVALUACIÓN DE PROCESOS OPERATIVOS*. Soluciones Logísticas y Aduaneras :

<https://www.youtube.com/watch?v=f8MQ1yD-lj4>

Union ganadera regional de Jalisco. (febrero de 2024). *Transferencia de embriones en ganado bovino*. [https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=573](https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=573)

## Apéndices

### Apéndice A

#### *Glosario de terminología técnica.*

Para este glosario se realizar se dar inicio de las palabras en su contexto relacionado con la reproducción avanzada, enfocado en la significación que dan contexto para este trabajo de investigación de forma específica.

#### **Activación de material biológico**

Acción de activarse las funciones biológicas de la vida hípermotilidad y funciones fisiológicas del gameto como célula reproductora del macho en espermatozoides, en caso de embriones restablecimiento de las funciones de la vida de las células madres en el embrión.

#### **Agua potable**

Es el agua que se ha desinfectado por medio de la eliminación de microorganismos patógenos, y se lleva a cabo con agua tratada con cloro a 100 ppm, la cual tiene la capacidad de destruir virus y formas vegetativas de bacterias. (Correa et All. 20002)

#### **Catéter de inseminación**

Integración de la pistola, funda plástica y material biológico para como objeto para la realización de la inseminación artificial.

#### **Crioconservación**

Acción de conservar un material biológico guardado por un largo tiempo en condiciones de congelación, para preservar sus condiciones de viables para su utilización posterío.

#### **Criosuspensión**

Estado de material biológico vivo, que por medio de congelación se detiene sus funciones fisiológicas, y conservándose las cualidades bioquímicas de la vida suspendidas por un tiempo indeterminado.

**Criopreservación**

Acción de proteger las cualidades biológicas de un material biológico mediante la congelación del mismo para evitar que se corrompa o cambian sus cualidades por acción del tiempo.

**Criorecuperación**

Salida del estado de criosuspensión, recuperando las funciones biológicas de la vida, y continuando las reacciones bioquímicas en el interior de la célula.

**Desinfección**

“Es un proceso que elimina los microorganismos patógenos, Con excepción de las endosporas bacterianas, de los objetos inanimados”. (Correa et All. 20002)

**DIC**

Descongelación Intra Cérvix, (sigla para este trabajo).

**Embrión Trasplantado**

Es el embrión que ha sido llevado al útero de hembra receptora (Apéndice B), y que está depositado en el epitelio endometrial del útero, para iniciar su proceso de anidación y formación de placenta.

**Lavado**

Para este trabajo se establece los conceptos de limpieza del ejemplar; que corresponde a “la remoción de material extraño sobre el animal o alrededores del área del procedimiento de la RAB (detritos, sangre, mucosidad, proteína, etc), que se adhieren a los objetos para realización del procedimiento técnico RAB”. (Correa et all. 20002)

Se realiza con agua, detergente (,) siempre debe preceder a los procesos de desinfección y esterilización. Es altamente efectiva para remover microorganismos, alcanzando una disminución de hasta de 4 logaritmos (Log), en Europa se conoce como descontaminación.

(Correa et all. 20002)

### **Inseminador**

Para fines de este trabajo se denomina así, al personal técnico que tiene conocimiento de protocolos y propedéuticas en RAB, como es inseminación artificial, transferencia de embriones, Colecta de óvulos; estableciendo que es una persona experta en palpación rectal bovina o equina, con capacidad de pasar una sonda a través del cérvix.

**Punto Blanco**

Es cuando está localizado la punta del catéter de la pistola de inseminación en el útero y que se puede palpar con el dedo, después de haber pasado el cérvix.

**Procedimientos Operacionales Estandarizados de Sanitización (POES)**

Tomado del del video en página web de Soluciones Logísticas y Aduaneras; sien do el concepto establecido primero en la salud publica, y luego llevado este concepto a la zootecnia (Hernández. 2022):

Son aquellos procedimientos que describen las actividades de limpieza y desinfección destinadas a mantener las condiciones de higiene de equipos y del establecimiento alimentario para así prevenir un brote de enfermedades transmitidas por alimentos. Estos procedimientos forman parte del diario vivir de una industria o establecimiento que brinde servicio alimentario para poder garantizar al mercado un producto apto para el consumo humano. Del mismo modo son consideradas como herramienta imprescindible para la inocuidad de los alimentos.

(Soluciones Logísticas y Aduaneras, 2024)

**RAB**

Reproducción Avanzada Bovina, (sigla para este trabajo).

**Residuo peligroso**

Se denomina aquel por sus características infecciosas, o tóxicas puedan causar daños a la salud humana o animal, o al medio ambiente; se consideran los envases, fundas, catéter, que hayan sido usados para procedimientos, que hayan estado en contacto con entornos biológicos, o material biológico. (Correa et all. 20002).

## **Residuos Infecciosos**

Se consideran Infecciosos Aquel que contiene microorganismos (,) con la suficiente capacidad (,) que pueda producir una enfermedad. (Correa et all. 20002). Como se muestra en el Apendice F

## **TEDIC**

Transferencia de Embrión con descongelación Intra Cérvix, (sigla para este trabajo).

## **TETF**

Transferencia de Embriones a Término Fijo

## **Temperatura de la vida**

Es la temperatura que requiere los diferentes objetos biológicos para su correcta utilización dentro de los procedimientos RAB, establecido entre un rango de 36.5°C y 38°C grados centígrados.

## **Tiempos de Holgura**

Tiempo usado por la técnica para tomar precauciones para la TEDIC, y que no afecta la efectividad del protocolo.

## **Transferencia de Embriones**

Es el protocolo y propedéutica de llevar un embrión, fresco o en criosuspensión desde una fertilización in vitro a una hembra receptora (Apéndice B), y termina con la acción de embrión trasplantado.

## **Procedimiento**

Actuación que debe seguir, en un paso a paso el inseminador o técnico en RAB para la realización en el orden adecuado para ejecutar el protocolo de la TEDIC o IA. **Protocolo.** conjunto de acciones que se siguen en un orden de actuación para realizar correctamente un procedimiento técnico.

## Propedéutica

Enseñanza y presaberes requeridos para la ejecución de un procedimiento de terminado.

## Apéndice B

*Hembras Receptoras Hacienda California.*



*Nota.* Hembras receptoras de embriones objeto de aplicación de TEDIC, para realización de proyecto aplicado.

## Apéndice C

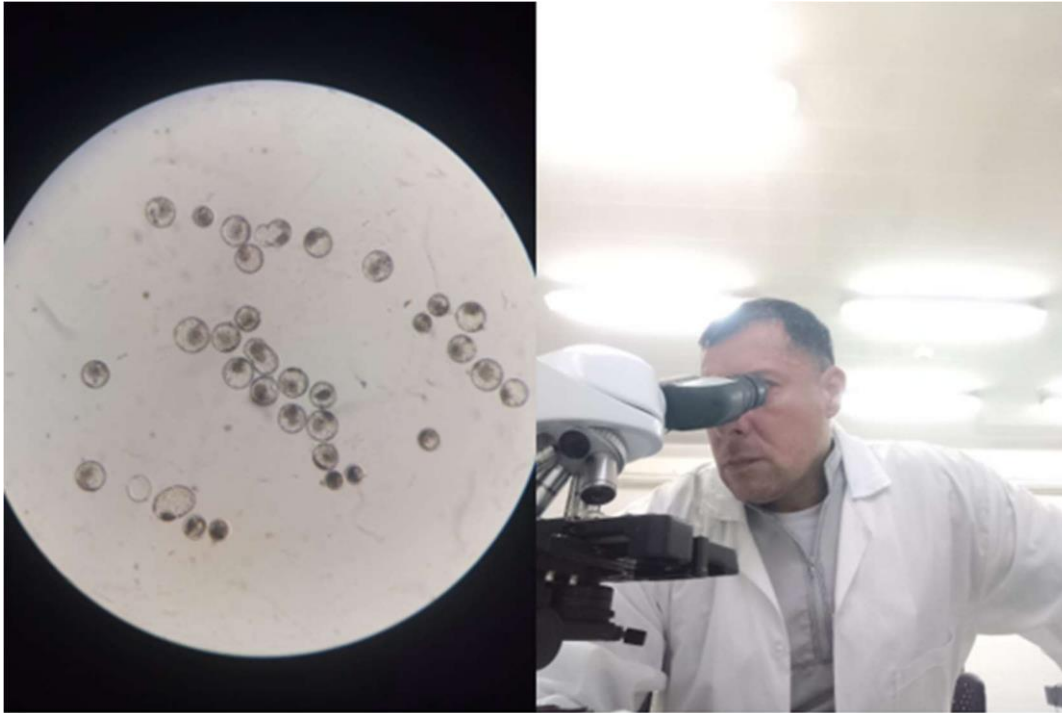
### *Hembras donadoras de óvulos*



*Nota.* Hembras bovinas de alta genética, donadoras Óvulos para congelación de Embriones.

## Apéndice D

### *Embriones*



*Nota.* Embriones en fresco antes de congelación para crio preservación, director de proyecto aplicado: Evaluación de eficacia de transferencia embriones con descongelación de pajilla intra cérvix, para los POEZ de RAB en Hacienda californina, Meta.

## Apéndice E

*Autor en procedimiento TEDIC.*



*Nota.* Gustavo Forero Guarín Autor de este trabajo realizado la TEDIC en compañía semillero de investigación aurochs-UNAD.

## Apéndice F

### *Residuos de procedimiento TEDIC.*



*Nota.* Residuos de procesos de TEDIC, los cuales son considerados residuos peligrosos e infecciosos, y son destruidos, “la disposición de residuos peligrosos de forma final, por medio de la incineración (,) detal forma que no representen riesgos ni causen daños a la salud o al medio ambiente”. (Correa et all. 20002)