

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**PRODUCCIÓN *IN VITRO* DE EMBRIONES EN GANADO BOVINO DE LA EMPRESA
EMBRIOCEN, DANLÍ, EL PARAISO**

POR:

KENIA LILY RODRIGUEZ VALENTIN

**TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE**

INGENIERO ZOOTECNISTA



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

**PRODUCCIÓN *IN VITRO* DE EMBRIONES EN GANADO BOVINO EN LA EMPRESA
EMBRIOCEN, DANLÍ, EL PARAISO**

POR:

KENIA LILY RODRIGUEZ VALENTIN

MARVIN NOÉ FLORES SANCHEZ, M. Sc.

Asesor Principal

**TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE**

INGENIERO ZOOTECNISTA

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A MI PADRE CELESTIAL, por brindarme la oportunidad, la sabiduría, y el entendimiento de cursar esta carrera de ingeniería en zootecnia, por darme la fuerza y el sostén para seguir adelante en los momentos más difíciles de la carrera.

A MIS PADRES ROBERTO RODRIGUEZ HERNANDEZ Y ALEJANDRINA VALENTIN PASCUAL, por su extraordinario apoyo en mi vida diaria, por ser mis mentores, consejeros y por ser padres de ejemplo de constancia y perseverancia.

A MIS HERMANOS (AS), Oved, Wendy Yamileth, Karla Patricia, Roberto Carlos Rodriguez Valentín, por brindarme su apoyo incondicional y brindarme palabras de aliento en cada proceso de mi vida cotidiana y académica.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO: por haberme brindado salud, sabiduría, entendimiento, fortaleza y consuelo en todo momento.

A mis asesores en la empresa, **Dra.** Sandra Nicol Fortín y **Dra.** Mariela Rodriguez, **Ing.** David Hernández, **Ing.** Norlan Padilla, **Dr.** Víctor Reyes.

A mis asesores en la Universidad, **M.Sc. Marvin Noe Flores, PhD. Carlos Manuel Ulloa, M.Sc. Josué Omar Mendoza**, por el apoyo brindado en todo momento y ayudarme a terminar con éxito mi trabajo profesional.

A mis compañeros y amigos, **Brayan Ronaldo Pineda, Abigail Santos, Jonathan Palma, Wendy Méndez, Myriam Funes**, por todo su valioso apoyo, por compartir momentos únicos y especiales de mi vida profesional, que siempre recordare y estaré agradecida con ellos.

A mi amada alma mater, **LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, por haberme brindado el espacio para estudiar y culminar mis estudios académicos con éxito.

INDICE

ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESÚMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Biotecnología de la reproducción bovina	3
3.2. Tipos de biotecnologías reproductivas	3
3.2.1. Transferencia de embriones	3
3.2.1.1.Ventajas y desventajas de transferencia de embriones	4
3.2.2. Inseminación artificial (IA).....	4
3.3. Producción <i>in vitro</i> de embriones en ganado bovino.....	5
3.3.1. Protocolo de producción <i>in vitro</i> de embriones (laboratorio).....	6
3.3.2. Colección y selección de ovocitos de vacas donadoras	6
3.3.3. Maduración de ovocitos.....	7
3.3.4. Fecundación de ovocitos maduros	7

3.3.5. Cultivos de embriones	8
3.4. Calidad de embriones producidos en el laboratorio.....	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1. Localización.....	10
4.2. Materiales y equipo.....	10
4.3. Método	12
4.4. Desarrollo de la práctica	12
4.4.1. Razas de las vacas donadoras	12
4.4.2. Descripción de actividades del laboratorio	13
4.5. Variables evaluadas	14
4.5.1. Manejo y preparación de donadoras	14
4.5.2. Cantidad de ovocitos.....	14
4.5.3. Calidad de ovocitos.....	15
4.5.4. Cantidad de embriones.....	16
4.5.5. Calidad de embriones.....	16
4.5.6. Protocolos y procedimientos del laboratorio	17
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
5.1. Prácticas de manejo y preparación de las vacas donadoras.	18
5.2. Cantidad y calidad de ovocitos.....	20
5.3. Cantidad y calidad de embriones.....	22
5.4. Protocolos y procedimientos de laboratorio.	24
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMEDACIONES	30
VIII. BIBLIOGRAFÍA	31
IX. ANEXOS	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Materiales y equipo utilizados en la investigación.....	11
Cuadro 2. Protocolo de tonificación en vacas donadoras	19
Cuadro 3. Calidad de los ovocitos aspirados por raza.....	20
Cuadro 4. Calidad de los embriones obtenidos por raza	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lugar donde se realizó la practica.....	10
Figura 2. Promedio de ovocitos viables de la raza Brahmán y Gyr	21
Figura 3. Promedio de embriones obtenidos de la raza Brahman y Gyr	23
Figura 4. Fertilización <i>in vitro</i>	26
Figura 5. Empaque de embriones	29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Aspiración en hembras donadoras	35
Anexo 2. Búsqueda de ovocitos en campo	35
Anexo 3. Laboratorio	37
Anexo 4. Actividades en el laboratorio	38

Rodríguez Valentín, K. L. 2025. Producción *in vitro* de embriones en ganado bovino en la empresa EMBRIOCEN, Danlí, El Paraíso. Trabajo Profesional Supervisado. Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras C.A. 49 Pág.

RESÚMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa EMBRIOCEN, ubicada en Danlí, El Paraíso, Honduras. El objetivo principal fue realizar un acompañamiento técnico en la producción *in vitro* de embriones en bovinos. Sé participó activamente en cada una de las etapas del proceso: desde el manejo de vacas donadoras hasta la obtención y clasificación de embriones. Se trabajó con un total de 9 vacas donadoras, 4 vacas de las razas Brahman y 5 de la raza Gyr. Las actividades incluyeron la aspiración folicular, búsqueda de ovocitos en campo, maduración, fertilización, y cultivo *in vitro*, alimentación, predicción y empaque de embriones bovinos para su posterior transferencia. El proceso de producción de embriones fue realizado por personal experto en el área, de esta forma se logró obtener los mejores resultados. Las variables evaluadas fueron: Manejo y preparación de vacas donadoras, cantidad y calidad de ovocitos, cantidad y calidad de embriones, protocolos y procedimientos del laboratorio. Los resultados mostraron diferencias genéticas entre razas: Las vacas Brahman presentaron un promedio de 33 ovocitos viables y 16 embriones viables, mientras que las vacas Gyr presentaron un promedio de 12 ovocitos y 9 embriones viables. La correcta implementación y cumplimiento de protocolos de laboratorio es esencial para el éxito en la producción *in vitro* de embriones. La biotecnología reproductiva es importante para el mejoramiento genético bovino y el éxito depende del seguimiento de los protocolos y del entrenamiento del personal.

Palabras claves: Producción, *in vitro*, embriones, bovinos, ovocitos, Brahmán, Gyr.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de embriones *in vitro* (PIV) es una importante biotecnología para mejorar el potencial genético bovino, siendo utilizada en escala comercial a nivel mundial. Comprende las etapas de recolección, maduración, fecundación, cultivo y transferencia de los embriones. La PIV es un proceso multifactorial en donde existen diversas técnicas disponibles para ser utilizadas en cada paso. La elección de las mismas debe ser cautelosa ya que de esa decisión y de su correcta aplicación dependerá el éxito de la producción de embriones (Pérez, 2023).

La producción de embriones *in vitro* actualmente ha ganado relevancia en el sector ganadero debido a que este método contribuye a la optimización genética y a la eficiencia en la producción. Esta técnica exige la recolección y maduración de ovocitos y su fertilización subsiguiente en condiciones de laboratorio, lo que demanda personal altamente capacitado para asegurar y conseguir una mayor cantidad y calidad de embriones (Ramírez, 2020).

La producción de embriones *in vitro* es muy importante para los ganaderos, ya que permite que sus hatos mejoren genéticamente de una manera más rápida, logrando obtener mejores rendimientos tanto productivos como reproductivos. Es por ello que el propósito de la presente investigación fue realizar un acompañamiento técnico en la producción *in vitro* de embriones en ganado bovino en la empresa EMBRIOCEN, Danlí, El Paraíso.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Acompañamiento técnico en la producción *in vitro* de embriones en ganado bovino en la empresa EMBRIOCEN, Danlí, El Paraíso.

2.2.Objetivos específicos

Participar y documentar cada una de las actividades de manejo y preparación de las hembras donadoras en el proceso de producción de embriones.

Determinar la cantidad y calidad de ovocitos en las diferentes razas utilizadas en la empresa.

Identificar la cantidad y calidad de embriones producidos en el laboratorio, de acuerdo a la raza.

Describir los protocolos y procedimientos desarrollados en el laboratorio sobre la producción *in vitro* de embriones.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Biotecnología de la reproducción bovina

La biotecnología de la reproducción es un conjunto de técnicas que van encaminadas a aumentarla eficiencia reproductiva de los animales (Ugalde, 2014). Las biotecnologías en la reproducción bovina han evolucionado, destacando la transferencia de embriones. Esta técnica incrementa la superovulación, lo que permite obtener más ovocitos por hembra. Así, se mejora la capacidad reproductiva y la genética del ganado en menos tiempo (Intagri, 2018).

3.2. Tipos de biotecnologías reproductivas

3.2.1. Transferencia de embriones

La Transferencia de embriones es una biotecnología que permite recolectar embriones de una hembra donante y transferirlos a las receptoras con el fin de completar el período de gestación. Tiene gran importancia en el mejoramiento genético porque acelera y confiere mayor precisión en el proceso de selección animal, aparte de lograr animales genéticamente superiores impiden que el descarte de los mismos sea realizado de manera precoz (Britos, 2020).

3.2.1.1. Ventajas y desventajas de transferencia de embriones

La transferencia de embriones permite aumentar el potencial reproductivo de animales genéticamente superiores. Mediante ella se puede obtener más crías de hembras seleccionadas con base a su potencial genético, a sus características fenotípicas, y registros de producción. Con esta técnica, se pueden obtener entre 8 y 10 terneros anualmente por vaca, a partir de 4 o 5 padres diferentes, optimizando así combinaciones genéticas y características fenotípicas (Copyright, 2020).

La transferencia de embriones presenta ciertas desventajas que restringen su uso, tales como: es bastante costosa y tiene una eficiencia baja, necesita tiempo, las donadoras y receptoras deben ser animales sanos reproduciblemente, las donadoras deben ser de alta calidad, ya que la transferencia de embriones no mejora la calidad genética por sí sola, además, puede provocar una saturación del mercado, lo que podría llevar a una disminución en los precios del ganado de calidad genética superior (Gonzales, 2024).

3.2.2. Inseminación artificial (IA)

En relación a la reproducción animal, la genética y el mejoramiento, la inseminación artificial (IA) ha sido quizás la biotecnología ganadera utilizada en mayor medida, particularmente en combinación con la criopreservación, y ha permitido un mejoramiento genético significativo centrado en la productividad, así como la difusión mundial de germoplasma masculino escogido (FAO, 2010).

La IA se realiza mediante una técnica recto-vaginal. El operario debe estar previamente entrenado en esta técnica para garantizar buenos resultados. El manejo adecuado del tracto reproductivo y la capacidad de depositar el semen en la ubicación correcta dentro del útero son muy importantes (Cortés. *et al.* 2024).

3.3.Producción *in vitro* de embriones en ganado bovino

La producción de embriones *in vitro* (PIV) es una importante biotecnología para mejorar el potencial genético bovino, siendo utilizada en escala comercial a nivel mundial. Comprende las etapas de recolección, maduración, fecundación, cultivo y transferencia de los embriones, comprende técnicas que permiten mejorar la eficiencia reproductiva de los animales (Pérez, 2023).

La producción de embriones *in vitro* incluye un conjunto de técnicas utilizadas para la multiplicación en condiciones de laboratorio de líneas de animales genéticamente superiores. Para la obtención de embriones en el laboratorio se requieren diferentes protocolos y equipos que simulen las condiciones naturales de desarrollo de los embriones en la madre, buscando lograr resultados eficientes (Salgado y Lopera, 2020). Los embriones se transfieren a una receptora o se criopreservan en nitrógeno líquido, permitiendo evaluar el potencial fertilizante y controlar enfermedades reproductivas (Ramírez, 2020).

3.3.1. Protocolo de producción *in vitro* de embriones (laboratorio)

En el proceso *in vitro* se obtienen los ovocitos que son fecundados en el laboratorio y luego se vuelven a introducir en la receptora. En este proceso se hace una aspiración folicular por medio de una sonda ecográfica de los óvulos, estos se llevan a un laboratorio donde son evaluados y allí mismo se fecundan. En la producción *in vitro* se puede trabajar con semen sexado con mayor facilidad que en fresco (Contexto ganadero, 2017).

El proceso de producción *in vitro* de embriones bovinos abarca tres etapas clave: maduración de ovocitos, fecundación de ovocitos maduros y cultivo de embriones.

Después de la maduración *in vitro*, alrededor del 90% de los ovocitos inmaduros logran alcanzar la metafase II en un plazo de 16 a 24 horas. De estos, aproximadamente el 80% se fecunda y comienza la división celular hasta el estadio de 2 a 4 células. Sin embargo, solo un 25-40% de los embriones logra llegar al estadio de blastocisto tras un cultivo de 6 a 7 días, lo que resalta que esta fase es crítica debido a la alta tasa de pérdidas. Además, la calidad de los embriones se define en gran medida durante esta etapa (Mucci *et al* 2006).

3.3.2. Colección y selección de ovocitos de vacas donadoras

Existen dos formas de obtener ovocitos: La primera técnica se usa para conservar animales de alto valor genético después de su muerte, centrada en la maduración *in vitro* de ovocitos y producción de embriones. Se extraen ovarios tras la faena, se enjuagan y seleccionan en el laboratorio para obtener complejos cúmulos-ovocitos. La otra técnica se hace con hembras vivas usando un transductor en la vagina de la donadora con guía de aspiración folicular. Se realiza anestesia epidural para facilitar la manipulación ovárica y se higieniza el área perineal antes de usar el transductor (UNAM,2021).

3.3.3. Maduración de ovocitos

La maduración *in vitro* (MIV) de ovocitos es un proceso clave en la reproducción asistida y la biotecnología de la reproducción bovina. Se realiza en un laboratorio controlado, lo que permite mejorar significativamente los índices de éxito en la reproducción. Esta técnica biotecnológica ha revolucionado varios campos al posibilitar la maduración de ovocitos fuera del cuerpo del animal, resultando en una mayor producción de embriones de alta calidad y mejorando las tasas de éxito en los procedimientos de reproducción asistida (Mancheno *at el* 2024).

3.3.4. Fecundación de ovocitos maduros

En esta etapa se llevan a cabo tres actividades clave: la elección de ovocitos basándose en su calidad, los cuales deben tener un citoplasma uniforme y un corpúsculo polar reducido; la segunda actividad consiste en la selección de espermatozoides según su viabilidad y, por último, se procederá a la fertilización (Crespo y Guamán, 2015).

Los espermatozoides necesarios para la fecundación deben permanecer vivos y activos durante un periodo de entre 6 y 24 horas, tras un proceso de selección y entrenamiento espermático que permite eliminar componentes del plasma seminal, crioprotectores y espermatozoides muertos o con poca vitalidad. Después de la maduración de los ovocitos, estos son cultivados junto a los espermatozoides en medios especiales y en un entorno controlado por estufas de cultivo durante un tiempo que varía de 5 a 24 horas, según el protocolo (Sánchez, 2023).

3.3.5. Cultivos de embriones

Una vez transcurrido el periodo de fertilización in vitro, los presuntos cigotos se separan del medio mediante la remoción de células de cúmulos. Se clasifican los cigotos, descartando aquellos de menor calidad. Este proceso puede realizarse con pipeteo fino, hialuronidasa o vórtex. La clasificación se basa en la calidad del citoplasma, identificando estructuras degeneradas. El cultivo embrionario, que abarca desde el día 1 hasta el día 7, permite el desarrollo de cigotos hasta blastocistos y puede variar en características como soporte (diferentes tipos de placas y cobertura) y tipo de medio, que puede ser definido o indefinido, así como en células (Salgado y Lopera, 2020).

3.4. Calidad de embriones producidos en el laboratorio.

Se puede realizar una evaluación embrionaria que permite clasificar las estructuras en grados de calidad en términos cuantitativos, y así establecer posibilidades de desarrollo y posterior nacimiento de un ternero del embrión obtenido, existen distintas escalas de calidad embrionaria, hay que aclarar que tanto la observación puede ser como la diferenciación entre un grado y otro es subjetiva y depende en gran parte de la experiencia del operador (Díaz y Hurtado 2010). De esta manera se nos presentan los siguientes grados:

- G1: Excelente, el desarrollo corresponde al día de la recolección. no existen defectos visibles. Los blastómeros son claramente visibles, de color y de estructura uniforme, simétricos de forma esferoide y la zona pelúcida está intacta.

- G2: Bueno, el embrión tiene muy pocos blastómeros desprendidos de la masa celular y posee una pequeña cantidad de detritus celulares. Su forma puede ser ligeramente irregular.
- G3: Regular, el embrión posee varios defectos como son detritus celulares, forma irregular, de color muy oscuro o muy claro y ligero apretamiento en la zona pelúcida
- G4: Malo, el embrión posee muchos defectos como son la ruptura de la zona pelúcida, en ocasiones puede encontrarse parcialmente fuera de allá, forma asimétrica marcada, tendencia a la desintegración como granulación o vacuolización de los blastómeros. esta categoría es no transferible.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.Localización

La práctica se realizó en la empresa EMBRIOCEN, ubicada en el municipio de Danlí, departamento de El Paraíso, Honduras, con coordenadas de 14.013699 N, 86.565776 O. Con una precipitación anual de 1200 mm y una humedad relativa del 74%. El laboratorio se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 767 m y la temperatura generalmente varia de 14 C a 32 (Google, 2025).



Figura 1. Lugar donde se realizó la practica

Fuente: (Google, 2025)

4.2.Materiales y equipo

Los materiales y equipo utilizados durante el desarrollo de la práctica fueron los siguientes:

Cuadro 1. Materiales y equipo utilizados en la investigación

OPU (ASPIRACION FOLICULAR)	LABORATORIO EN CAMPO	LABORATORIO	TRANSFERENCIA	
Ecógrafo	Mesa	Gorro	Toallas	Pistola de transferencia
Guantes de palpación	Estereoscopio	Gabacha	Gradilla de plástico	Fundas
Talonario de palpación	Gradilla de acero	Zapatos de laboratorio	Refrigeradora	Toallas
Pistola intravaginal	Platina	Mascarilla	Congeladora	Des congeladora
Succionador de ovocitos(bomba)	Papel para cubrir mesa	Jabón desinfectante	Cajas	Tijeras y pinzas
Tubos de ensayo de 50 ml	Placas de Petri	Mesas	Colador	Hojas de transferencia
Catéter de Foley	CO2	Platina, estereoscopio	Nitrógeno	
Guía, y aguja de OPU	Talonario de OPU	Gradilla de acero	Autoclave	
Camisa	Filtros	Estereoscopio	Pajilla	
Batería	Alcohol	Micropipetas	Marcador	
Extensión	Micropipeta	Puntas de micropipetas	Medio Cryo A, B y C	
	Puntas de micropipeta	Cámara de flujo	Isopos	
	Medio de lavado	Centrifuga	Lacradores	
	Medio de transporte	Horno	Tubos 50ml, 5ml	
	Pipeta Pasteur	CO2	Viales	
	Bigro y heparina	Placas de Petri	Medios FIV	
	Transportadora	Hoja de FIV, CIV	Medio CIV	
		Alcohol al 70%	Medio de F1 y F2	
		Hoja de Clivaje y desarrollo de embriones.	Medio de PX	

4.3.Método

La investigación se llevó a cabo durante los meses de mayo, junio, julio y agosto del año 2025, con una duración de 600 horas laborales. El propósito fue realizar un acompañamiento en la producción *in vitro* de embriones en ganado bovino, para ello fue necesario participar en todas las actividades relacionadas con el manejo de las hembras donadoras, además de involucrarse en los diversos procedimientos que se llevaron a cabo en el laboratorio. Se emplearon métodos observacionales, cuantitativos, participativos y descriptivos, dado que se recolectó información a diario y luego se tabularon los datos.

4.4.Desarrollo de la práctica

4.4.1. Razas de las vacas donadoras

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizaron nueve hembras donadoras de las razas Gyr y Brahmán. Para la selección de las vacas donadoras se tomaron en cuenta criterios como: edad, peso (400-500 kg), historial productivo, reproductivo y sanitario, valor en el mercado, ciclos estrales regulares, libre de enfermedades y calidad genética. Las vacas donadoras no deben presentar enfermedades hereditarias, enfermedades que afecten la fertilidad y no ser demasiado viejas.

4.4.2. Descripción de actividades del laboratorio

Las actividades que se realizaron en el laboratorio fueron las siguientes:

- **Recepción de ovocitos:** Después de la aspiración folicular los ovocitos son trasladados al laboratorio, dónde se verifica la coloración, transparencia y temperatura del medio (MIV) dentro del tubo donde se encuentran los ovocitos esto se comprueba a través del estereoscopio.
- **MIV:** Maduración *in vitro*; Después de aspirar y seleccionar los ovocitos estos se ubican en tubos de 5 ml que contienen el medio de maduración (600 ml de IVM/ 300 ml de Oleo y un tubo lleno de Wash) donde permanecen por 22 a 24 horas hasta lograr que el núcleo del ovocito alcance la maduración y este apto para la fertilización.
- **FIV:** Fertilización *in vitro*; es la segunda etapa del proceso de producción *in vitro* de embriones, consiste en unir el espermatozoide con el ovulo madurado previamente en el laboratorio, haciendo uso de placas de Petri y estereoscopio.
- **CIV:** Cultivo *in vitro*, consiste en alimentar y mantener y desarrollar los cigotos fecundados (embriones tempranos) en condiciones controladas de laboratorio, hasta que alcancen etapas avanzadas como mórula o blastocisto.
- **F1:** Primera alimentación, es el proceso de alimentación y donde se determinan las células clivadas que son las células + de 4 que estas son las que tienen mayor posibilidad de crear un embrión, cuando hay células + de 4 significa que el proceso va bien.
- **F2:** Segunda alimentación, Última alimentación e intercambio de medio.
- **PX:** Predicción de embriones es comprobar presencia de BL, BX y BN, se realiza la predicción haciendo uso de la cámara de flujo, placas de Petri y estereoscopio.
- **EMPAQUE:** El empaque de embriones es la etapa final del proceso de producción *in vitro*, donde los embriones viables (generalmente mórulas o blastocistos) son

- preparados, clasificados y empajillados para su transferencia., se hace uso de cámara de flujo, placas de Petri, estereoscopio, pajillas, lacradores, medio de LOAD.

4.5. Variables evaluadas

4.5.1. Manejo y preparación de donadoras

Para determinar esta variable fue de vital importancia el involucramiento en cada una de las actividades de manejo y preparación de vacas donadoras como ser: la selección genética, la nutrición, manejo sanitario y la salud general.

4.5.2. Cantidad de ovocitos

La cantidad de ovocitos se determinó seleccionando un número de vacas sometidas a la actividad de ecografía transvaginal donde se aspiraron los ovocitos y se llevaron al laboratorio en campo donde se realizó un conteo de ovocitos viables. Cabe recalcar que la cantidad de ovocitos que puede producir una vaca depende de la raza, edad, el estado de salud entre otros factores.

También se determinó mediante la cantidad de embriones que se esperan transferir, ya que para producir un embrión se necesitan de 2 a 3 ovocitos viables.

Para conocer el promedio de ovocitos por vaca se contabilizó el total de ovocitos por aspiración dividido entre el número de vacas aspiradas por raza.

4.5.3. Calidad de ovocitos

La clasificación de ovocitos se realizó mediante las siguientes categorías de ovocitos:

G1, G2, G3, Desnudo, atrésico descarte esto significa la viabilidad de los ovocitos y esto se refleja en la preñez de las vacas.

La calidad de ovocitos se evalúa mediante categorías como ser:

- **Grado 1 (G1):** Indica excelente calidad de ovocito y se observa que el ovocito este cubierto por 3 capas de células de cúmulos y citoplasma homogéneo.
- **Grado 2 (G2):** Indica una buena calidad regular y el ovocito se observa que está rodeado de 2 células de cúmulo.
- **Grado 3 (G3):** Indica una calidad regular, el ovocito se encuentra con 1 célula de cumulo.
- **Desnudo: (D)** Indica un ovocito degenerado, el ovocito se encuentra totalmente desnudo
- **Atrésicos: (A)** Indica un ovocito, citoplasma oscuro irregular, deformado, este ovocito queda descartado.

4.5.4. Cantidad de embriones

Esta variable se determinó identificando aquellos embriones que cumplieron con la calidad deseada que son, BI, BX, BN en cada una de las aspiraciones realizadas por vaca y raza.

BI: Blastocisto inicial, es la etapa siguiente a la mórula, donde comienza a formarse una pequeña cavidad (blastocelo) dentro del embrión.

BX: Blastocisto expandido, etapa avanzada del blastocisto donde el blastocelo se agranda y el embrión aumenta de tamaño.

BN: Blastocisto eclosionado, es el último estadio del desarrollo del embrión, el blastocisto ya ha roto o está rompiendo la zona pelúcida, en esta fase el embrión se libera completamente para implantarse.

La cantidad de embriones se determina mediante la cantidad de vacas receptoras que se van a transferir, se producen mas embriones de los que se plantea transferir para compensar por la pérdida de viabilidad que es un 50%.

4.5.5. Calidad de embriones

La calidad de embriones se mide en estadios siendo estos: mórulas, BI, BL, BX, BN

Mórulas: Son embriones en una etapa intermedia de desarrollo, que ocurre alrededor del día 5 a 6 después de la fecundación.

BI: La etapa siguiente a la mórula, donde comienza a formarse una pequeña cavidad (blastocelo) dentro del embrión.

BL: Es el blastocisto totalmente formado, con una cavidad bien definida

BX: Etapa avanzada del blastocisto donde el blastocelo se agranda y el embrión aumenta de tamaño.

BN: Es el último estadio del desarrollo del embrión, el blastocisto ya ha roto o está rompiendo la zona pelúcida, en esta fase el embrión se libera completamente para implantarse.

4.5.6. Protocolos y procedimientos del laboratorio

El involucramiento en las distintas actividades desarrolladas a nivel de laboratorio, permitió conocer todos los protocolos y procedimientos que se llevaron a cabo en esta etapa, como ser: Recepción de ovocitos, MIV (maduración *in vitro*), FIV (Fertilización *in vitro*), CIV (Cultivo *in vitro*), F1(Alimentación 1), F2(alimentación 2), PX (Predicción de embriones y Empaque de embriones *in vitro*).

.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.Prácticas de manejo y preparación de las vacas donadoras.

5.1.1. Alimentación

La alimentación de las hembras donantes se basa en los insumos y pastos disponibles en la finca. Durante el día las donadoras pastan en potreros sembradas con *Brachiaria decumbens*, por la noche son trasladadas a los corrales, donde reciben una suplementación a base de concentrado (Vitalechero 22% de proteína).

5.1.2. Tonificación y aspiración folicular

Antes de iniciar el proceso de aspiración folicular y después completar la OPU, se utiliza un protocolo de tonificación para preparar a las hembras donadoras. Para ello, se seleccionó un grupo de vacas (tanto vacías como preñadas) con dos meses de gestación máximo y con ciertos criterios: como un buen historial productivo, reproductivo y saludable, ausencia de enfermedades y buena calidad genética. Se les aplicó el siguiente proceso de tonificación.

Cuadro 2. Protocolo de tonificación en vacas donadoras

Protocolo de tonificación de vacas donantes antes y después de la opu (aspiración folicular)							
No	Descripción	Nombre	Día 0	Día 8	Día 16	Día 24	8 días después de Opu
1	Multimineral	Olivitasan plus, livhisan o fortemax	10 ml			10 ml	10 ml
2	Vitamina	Ade3 vigantol		5 ml			
3	Selenio	Se-ve		10 ml			10 ml
4	B 12 + Fosforo	Catosal		20 ml	20 ml	20 ml	
5	Sales Minerales		Livitum 100-120 gr /vaca por día				

Pasados 10 días después de la tonificación se realiza la OPU (aspiración folicular) de la vaca donante, durante la cual se seleccionaron nueve donantes previamente palpadas de las razas Gyr y brahmán (4 Brahmán y 5 Gyr). Antes de la aspiración folicular, se organizan y limpian los materiales y el equipo, y el laboratorio instalado en el campo debe estar completamente estéril. Una vez preparado todo lo necesario, a la donante se le administran 3 ml de anestesia (2% de pisacaína) en la sacrocoxígea y se espera un minuto. Tras inmovilizar la cola, se limpia la vulva con agua limpia y se inicia la aspiración folicular.

Se realiza la aspiración en ambos ovarios, luego se envía al laboratorio instalado en campo el tubo que contiene los ovocitos, asegurándose de que no reciba luz solar. Seguidamente, se comienza a buscar en el estereoscopio aquellos ovocitos con mejor calidad (grado 3), se registran los ovocitos totales (atrésicos, desnudos, viables). Luego, se empacan en medio de lavado y se almacenan para ser enviados al laboratorio en una transportadora a una temperatura de 36 °C y se registran la cantidad total de ovocitos por vaca.

5.2.Cantidad y calidad de ovocitos

Cuadro 3. Calidad de los ovocitos aspirados por raza

Promedio de ovocitos aspirados en Hacienda Villa Rica						
Promedio de ovocitos por vaca Brahman y Gyr						
Donadora	G3	Desnudos	Atrésicos	Totales	Viables	No viables
Brahman	32	7	5	45	33	12
Gyr	12	3	4	19	12	7

En el cuadro anterior se puede observar que la raza brahmán presento en promedio por vaca 32 ovocitos grado tres, 7 desnudos y 5 atrésicos, mientras que la raza gyr mostro en promedio por vaca 12 ovocitos con grado tres, 3 desnudos y 4 atrésicos.

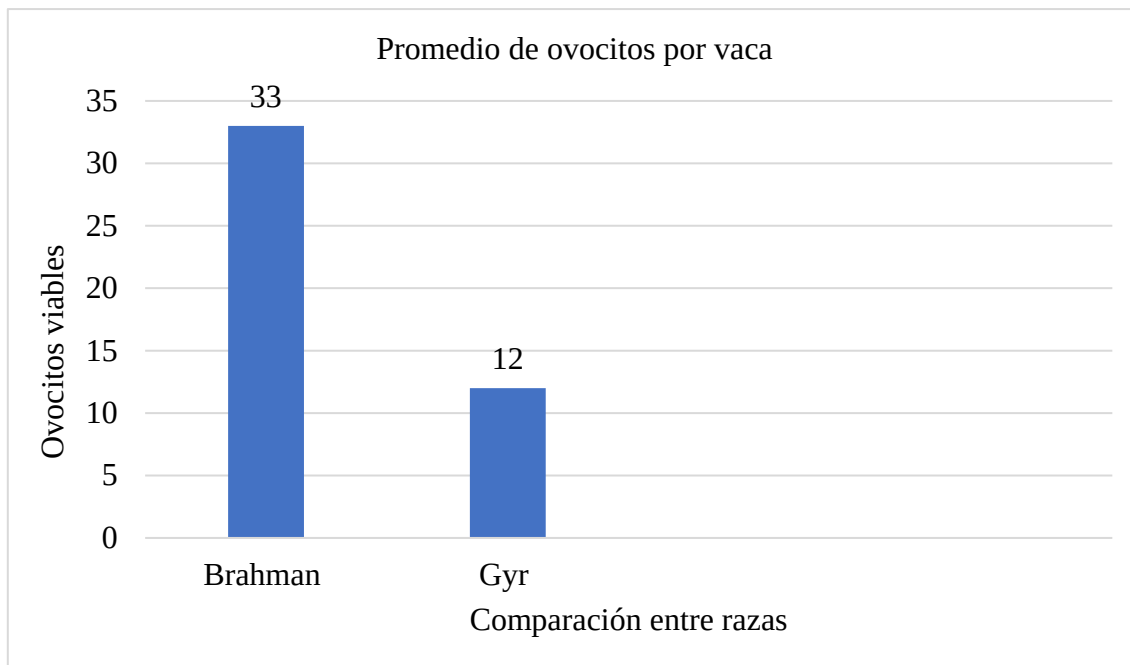


Figura 2. Promedio de ovocitos viables de la raza Brahmán y Gyr

Como se observa en la figura 1, el promedio de ovocitos viables obtenidos por vaca de la raza Brahman fue de 33 ovocitos, mientras que la raza gyr presentó un promedio de 12 ovocitos viables por aspiración. La diferencia en cuanto a esta variable es amplia, indicando que la raza influye sobre la cantidad de ovocitos viables que se pueden obtener en cada aspiración, ya que las vacas fueron manejadas de la misma manera. En un trabajo realizado por Uclés (2024) en vacas de la raza brahmán logro encontrar un total de 15 ovocitos viables, resultado que es inferior al obtenido en la presente investigación para la raza brahmán.

5.3.Cantidad y calidad de embriones

Cuadro 4. Calidad de los embriones obtenidos por raza

Promedio de embriones obtenidos				
Promedio de embriones por vaca Brahman y Gyr				
Donadora	Desarrollo	Embriones/obtenidos	BX	BN
Brahman	19	16	3	13
Gyr	10	9	5	4

En el cuadro cuatro se logra observar que la raza brahmán en promedio obtuvo un total de 16 viables, de los cuales 13 eran estadio de BN y tres en estadio de BX. Por otra parte, la raza gyr presento un promedio de 9 embriones viables, donde cinco de ellos estaban en estadio BX y cuatro en estadio BN.

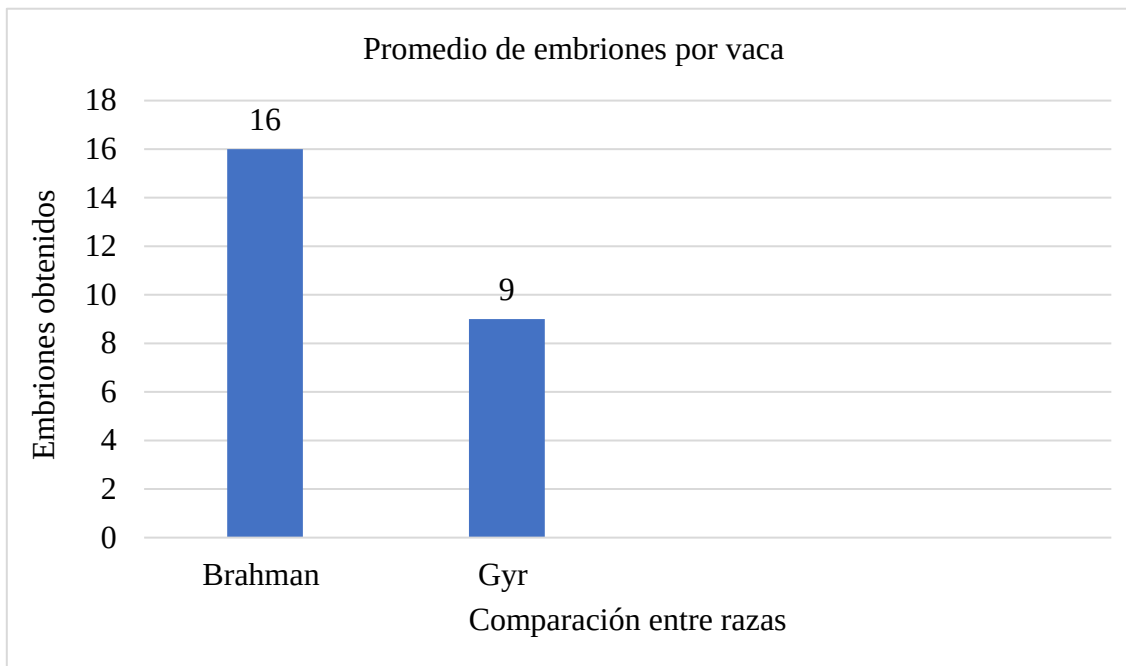


Figura 3. Promedio de embriones obtenidos de la raza Brahman y Gyr

La figura dos, muestra el promedio de embriones obtenidos por vaca en las razas Brahman y Gyr, donde la raza brahmán presentó un promedio de 16 embriones viables por vaca, por otra parte, la raza gyr mostró un promedio de nueve embriones viables. Uclés (2024) al trabajar con vacas donadoras de la raza brahmán de alta genética logro cuantificar un promedio de 6 embriones viables, siendo este un dato menor al encontrado en el presente trabajo de investigación. Es importante recalcar que la raza brahmán muestra una mayor cantidad de embriones, esto debido a que se obtuvieron una mayor cantidad de ovocitos en cada aspiración, sin embargo; la raza gyr presenta una buena relación de embriones, ya que la cantidad de ovocitos obtenidos en cada aspiración fue baja; pero con un alto porcentaje de convertirse en embriones viables.

5.4. Protocolos y procedimientos de laboratorio.

5.4.1. Protocolo del laboratorio de la empresa EMBRIOCEN

El laboratorio de EMBRIOCEN, cuenta con un conjunto de normas para ingresar al laboratorio, como mantener la higiene personal, llevar las uñas cortas y limpias, no usar perfume, evitar joyas como cadenas o pulseras, y vestir ropa limpia con camisas de manga corta. El laboratorio está dividido en tres áreas distintas: la primera área es vestuario para ponerse la ropa de laboratorio, donde están todos los insumos necesarios. La segunda área es la de desinfección donde se lavan las manos con agua y jabón líquido y se desinfectan las mismas con alcohol al 70% y luego se secan con papel toalla estéril. La tercera área es el laboratorio, donde se coloca la redecilla, la mascarilla y los guantes de látex, Además en esta área se realiza cada etapa de producción *in vitro* de embriones. Cada día, el laboratorio se limpia y desinfecta antes y después de cada uso, utilizando alcohol al 70%, además de limpiar mesas y equipos de laboratorio. Todo equipo nuevo y materiales que deben entrar al laboratorio son sometidos a un proceso de desinfección con alcohol al 70%, el laboratorio se mantiene a una temperatura que oscila entre 22 a 32 °C para evitar que los embriones experimenten cambios térmicos

5.4.2. Procedimientos dentro del laboratorio

Las actividades que se realizaron en el laboratorio son: Recepción de ovocitos, MIV (*maduración in vitro*), FIV (Fertilización *in vitro*), CIV (Cultivo *in vitro*), F1 (Alimentación 1), F2 (alimentación 2), PX (Predicción de embriones y Empaque de embriones *in vitro*).

.

- **Recepción de ovocitos y maduración de ovocitos**

Después de la aspiración folicular los ovocitos son trasladados al laboratorio, dónde se verifica la coloración, transparencia y temperatura del medio (MIV) dentro del tubo donde se encuentran los ovocitos, se registra la hora en que los ovocitos arribaron al laboratorio. Los ovocitos se colocan en la incubadora para completar su maduración, teniendo una incubadora temperatura de 38 ° C y 5.5% de CO₂. La maduración de los ovocitos debe ocurrir durante un periodo de 22 a 24 horas después de que se realiza la OPU.

El medio utilizado para la FIV está compuesto por: 500 ml percol + 100 ml IVF + 100 ul TL + 4000 ml de hirvine

- **D-1 Fertilización *in vitro* (FIV)**

Transcurridas las 24 horas de la MIV, se inicia el proceso de fertilización. Se examina la calidad de los ovocitos en el estereoscopio, asegurando que presenten una adecuada conformación de las células de cúmulo, y luego se devuelven a la incubadora. Se extrae la pajuela de semen del termo de nitrógeno del toro específico que se utilizará para la fertilización. La pajuela se corta en un máximo de tres secciones. Después de realizar el corte la pajilla se introduce a una bolsita plástica y se lleva a la cámara de flujo, una vez allí se extrae el semen y se coloca en un microtubo (vial) que contiene percol (500 microlitros) y se centrifuga durante cinco minutos con una revolución de 10,000 RPM

Tras la primera centrifugación, se toman 50 microlitros del pellet y se colocan en un tubo (vial) que contiene 1 ml de medio FIV. Se mezcla uniformemente y se centrifuga durante tres minutos a 1200 RPM. Tras la segunda centrifugación, se retira todo el pellet (alrededor de 1000 microlitros) y se transfiere a un microtubo de 0,6 ml que ha sido calentado con anterioridad y etiquetado con el nombre del toro. Se fertiliza cada gota de la placa correspondiente iniciando con 2 microlitros de semen a cada una de esas gotas, se aumenta el volumen si es necesario. Después de la fertilización, se verifica bajo el estereoscopio la viabilidad de los espermatozoides; si se confirma su correcta condición, se trasladan a la incubadora a una temperatura de 35.5 °C 38 °C, donde los ovocitos se fecundarán de manera natural.

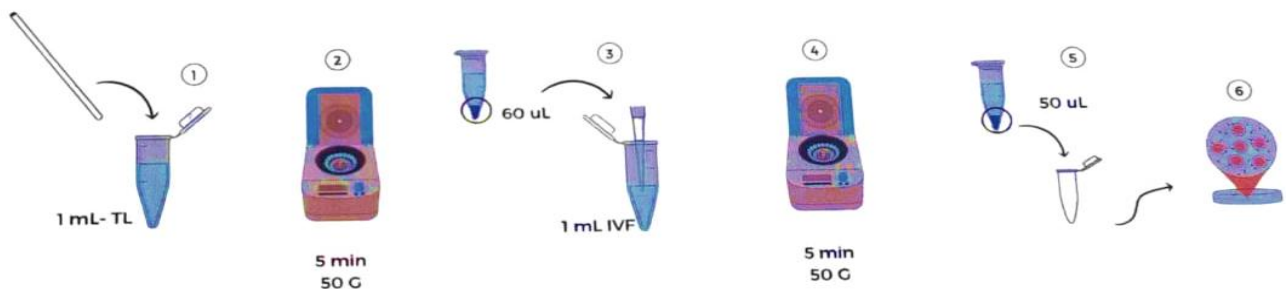


Figura 4. Fertilización *in vitro*

Fuente: (Manual de laboratorio Embriocen)

- **D-2 Cultivo *in vitro* (CIV)**

El cultivo *in vitro* (MD10) puede llevarse a cabo entre 18 y 24 horas tras la fecundación. Se extraen los cigotos ya fecundados y se pipetea con micro de 100ul o de 200 ul, pero calibrada a 50 ul se pipetea con firmeza para desprender las células del cúmulo, ya que no son necesarias. Es importante que los cigotos queden completamente limpios. Posteriormente, se

lleva a tubo con TL o lavado en una placa de Petri. Se coloca una gota de 100 ul de TL-semen y dos gotas de 100 ul de MD10. Con una micropipeta calibrada a 10 ul, se procede a lavar en las gotas de manera ordenada.

Tras realizar el lavado, se transfiere a una nueva placa. Se añaden 4000 ul de aceite y, a este, se incorporan 90 ul de MD10. Se introducen los cigotos y se lleva a cabo una observación, para posteriormente colocarlos en la incubadora.

Pasados dos días realizar:

- **D-3 Alimentación 1 (F1)**

Se lleva a cabo la primera alimentación. Se retiran los embriones de la incubadora y se contabilizan aquellos que poseen más de ocho células; aquellos que no alcanzan esta cantidad son eliminados y retirados. Después de las 2 horas de calentamiento del MD20, se sustituye 80 uL de MD10 por 80 ul de MD20 en las gotas de los embriones. Este procedimiento debe llevarse a cabo al inicio del día 4, preferiblemente antes de las 8:00 a. m, o en horas de la tarde 5: 00 pm.

- **D-6 Alimentación 2 (F2)**

Se realiza la segunda y última alimentación, se calcula la cantidad de medio CIV o MD10 necesaria y se calienta dos horas en la incubadora luego se sacan los embriones de la incubadora y se observan y se realiza un conteo los embriones de mejor calidad y que llevan un desarrollo correcto, pasando las dos horas se alimentan reemplazando 80 uL de MD10 a las gotas de los embriones se realiza el intercambio de 80 ml de medio.

- **Predicción**

Se realiza también la predicción de embriones en horas de la tarde de 4-5 pm comprobar presencia de BL, BX, BN.

- **D 7. Empaque de embriones**

El día antes o en horas antes de la transferencia de embriones se preparan las pajillas y los lacradores enumerando los lacradores según el número de vacas, pero tener en cuenta otros extras para enviar. Utilizar 0.25x embrión del medio de LOAD para poder empacar.



Figura 5. Empaque de embriones

Fuente: (Manual de laboratorio de Embriocen)

- **Transferencia de embriones**

La transferencia de embriones es la técnica mediante la cual el embrión producido *in vitro* se coloca dentro del útero de una vaca receptora, con el fin de que ella lo gesté hasta el parto. Una persona experta realizó el proceso para obtener los mejores resultados en la transferencia de embriones. Primero, se palpó a las hembras receptoras para asegurar que estaban en condiciones óptimas. Se revisaron factores como el tamaño y estado del cérvix, la flexibilidad del útero y el estado de los ovarios. Luego, se desinfectaron los materiales y se preparó la funda para el embrión. La vulva de la hembra se limpió y se le aplicó 3 ml de anestesia (pisacaina 2%). Después de un minuto, se colocó el embrión en una caja de transferencia y se realizó el procedimiento para ubicarlo en el cuerno correspondiente. Se introduce el embrión en el cuerno uterino en el ovario que tiene el cuerpo lúteo funcional (donde la receptora ovuló). Se utiliza un catéter de transferencia, similar al que se utiliza en la inseminación artificial.

VI. CONCLUSIONES

Las diferentes actividades de preparación y manejo de las hembras donadoras como ser: una alimentación eficiente, tonificación y salud en general son de gran importancia porque de ello depende la calidad y cantidad de los ovocitos, repercutiendo positivamente en la producción de embriones.

Se observaron diferencias en la cantidad y calidad de ovocitos y embriones entre las distintas razas, lo que demuestra la influencia genética, obteniendo un total 33 ovocitos viables y 16 embriones desarrollados de la raza brahmán, mientras que en la raza gyr se obtuvieron un total de 12 ovocitos viables y 9 embriones desarrollados. A pesar de que la raza gyr produjo un menor número de ovocitos viables en comparación con la raza brahmán, los ovocitos gyr mostraron una calidad superior, resultando en una mayor tasa de conversión y, por lo tanto, en la producción de más embriones viables por ciclo. Esto indica que la eficiencia de conversión de embriones del gyr supera el mayor rendimiento de ovocitos del brahmán

La correcta implementación y cumplimiento de los principales protocolos y procedimientos del laboratorio, son indispensables para obtener excelentes resultados en la producción *in vitro* de embriones.

La producción *in vitro* de embriones bovinos es una herramienta eficaz para el mejoramiento genético de la finca. Se comprobó que el manejo adecuado de las donadoras, el cumplimiento de los protocolos de laboratorio y la influencia genética entre razas son factores determinantes para obtener ovocitos y embriones de buena calidad. Los mejores resultados se observaron en la raza Brahman, evidenciando la importancia del control técnico y biológico en cada etapa del proceso.

VII. RECOMEDACIONES

Es importante cumplir al pie de la letra con todos los protocolos establecidos por la empresa EMBRIOECEN para obtener una mayor producción y con ello mayor éxito.

Asegurar que la asignación de tareas y proyectos a los practicantes sea equitativa, transparente y orientada al desarrollo profesional de cada individuo, maximizando su aprendizaje y contribución a la empresa.

Se recomienda a la empresa fortalecer su sistema de transporte especializado para el traslado de embriones hacia las fincas productoras. Además, se sugiere establecer una logística de distribución planificada y asignar recursos para el mantenimiento y disponibilidad de vehículos, con el fin de realizar la entrega en el tiempo establecido y de una forma segura de los embriones.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Britos, A. Acostó. Román, R. Giménez. Domínguez, R. 2020. Manual de transferencia de embriones (en línea). Consultado 26 mar 2025. Disponible en: https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual_de_transferencia_de_embryones.pdf

Cortés, D. Gonella, A. 2024. Tips para la inseminación artificial en bovinos (en línea). Consultado 26 mar 2025. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AN391>

Copyright, 2020. Transferencia de embriones. (en línea). Consultado 26 mar 2025. Disponible en: <https://revistageneticabovina.com/biotecnologia/transferencia-de-embryones/>.

Contexto ganadero. 2017. Conozca cuales son los protocolos de transferencia de embriones. (en línea). Consultado el 29 mar 2025. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-cuales-son-los-protocolos-de-transferencia-de-embryones>

Crespo, J. Guamán, E. 2015. Fertilización in vitro en bovinos en el Laboratorio de Reproducción Animal de Zamorano utilizando el protocolo de Genes Diffusion. (en línea). Consultado el 31 mar 2025. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7f33e203-b4f0-461f-85d8-5fbf9872e24f/content>

Díaz, C. Hurtado. 2010. Evaluación de la viabilidad y el desarrollo de embriones bovinos obtenidos por fertilización de incubados en oviductos ovinos. (en línea). Consultado el 31 mar 2025. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/c7750412-5305-430f-ba3d-59bbb0dd06a7/content>

FAO. 2010. Biotecnologías agrícolas (en línea). Consultado 23 mar 2025. Disponible en: <https://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/biotech-livestock/es/>

González, R. 2024. Procedimientos en los programas de trasplante de embriones en ganado bovino. (en línea). Consultado el 26 mar 2025. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/libro_reproduccionbovina/cap25.PDF

Intagri. 2018. Biotecnología aplicada a la reproducción bovina. (en línea). Consultado 22 mar 2025. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/biotecnologia-aplicada-a-la-reproduccion-bovina>.

Mancheno, A. Campoverde, D. Mancheno, P. Llerena, J. 2024. Maduración in vitro de ovocitos, análisis y perspectivas en la reproducción animal. (en línea). Consultado 31 mar 2025. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdominiodelasciencias.com%2Fobjetos%2Findex.php%2Fes%2Farticle%2Fdownload%2F3771%2F8048%2F17678&psig=AOvVaw0RbhsChaUkUqDjIMFSXaz3&ust=1743561804977000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQrpoMahcKEwjgovuxwLWMAxUAAAAAHQAAAAAQBA>

N Mucci ¹, J F Aller ¹, G G Kaiser ¹, F Hozbor ¹, R H Alberio. 2006. Producción in vitro de embriones bovinos suplementación de los medios de cultivo con suero (en línea). Consultado el 29 mar 2025. Disponible en: <https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301->

732X2006000200002&script=sci_arttext#:~:text=El%20proceso%20de%20producci%C3%B3n%20in,ovocitos%20maduros%2C%20Cultivo%20de%20embriones.

Pérez, F.2023. Producción *In vitro* de embriones bovinos (en línea). Consultado 20 mar 2025. Disponible en: <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/0afc785d-e335-448a-a03a-e9828b2ccfe5/content>

Ramírez, J.2020. Formación en producción in vitro de embriones y biotecnologías reproductivas aplicadas al mejoramiento genético de los hatos ganaderos en Antioquia en (en línea). Consultado 20 mar 2025. Disponible en: <https://repository.ces.edu.co/items/6fa5a47b-b6f7-4b13-a880-56c7f9571c5f>.

Salgado, E. Lopera, R.2020. Aspectos esenciales sobre las técnicas de fertilización in vitro en bovinos (en línea). Consultado 20 mar 2025. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000300003

Sánchez, J.2023. Transferencia de embriones *in vitro*. (en línea). Consultado el 31 mar 2025. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/d97f9cfa-7192-42ff-b424-51c4afd5b744/content>

Salgado, E. Lopera, R.2020. Aspectos esenciales sobre las técnicas de fertilización *in vitro*. en bovinos. (en línea). Consultado el 31 mar 2025 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000300003#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20embriones%20consta,mejoramiento%20gen%C3%A9tico%20de%20los%20reba%C3%B1os.

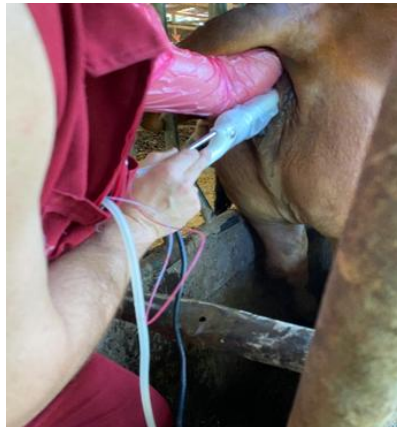
Ugalde, J.2014. Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI. (en línea). Consultado 22 mar 2025. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122009.pdf>.

Universidad Autónoma de México. 2021. Producción *in vitro* de embriones. (en línea). Consultado el 29 mar 2025. Disponible en: <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo23/coleccion-ovocitos.html>

Uclés, J.2024.Acompañamiento en la implementación de la técnica de transferencia de embriones en bovinos productores de carne en Moreno Ranch Riesel, Texas, Estados Unidos. PPS Ingeniero Agrónomo. Catacamas, Olancho, Honduras, Universidad Nacional de Agricultura. Consultado el 17 nov 2025.

IX. ANEXOS

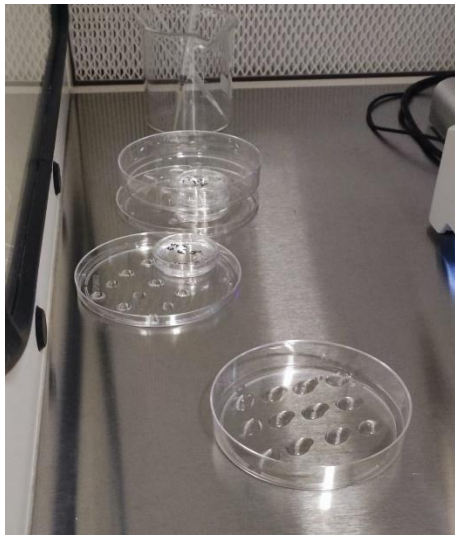
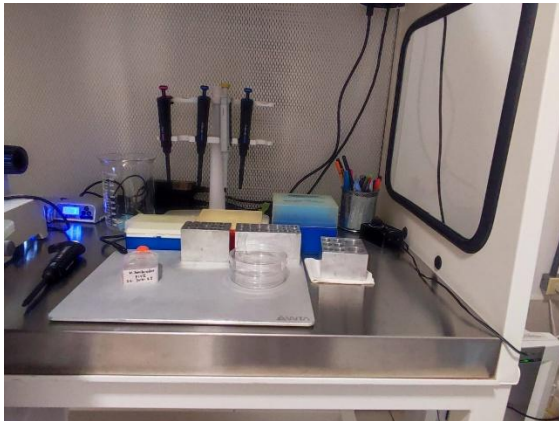
Anexo 1. Aspiración en hembras donadoras



Anexo 2. Búsqueda de ovocitos en campo



Anexo 3. Laboratorio



Anexo 4. Actividades en el laboratorio

