

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACOMPañAMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE
TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN BOVINOS DE LA EMPRESA
EMBRIOCEN, DANLÍ, EL PARAÍSO**

POR:

JONATHAN ISAAC PALMA FLORES

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



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

FEBRERO, 2025

ACOMPañAMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE
TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN BOVINOS DE LA EMPRESA
EMBRIOCEN, DANLÍ, EL PARAÍSO

POR:

JONATHAN ISAAC PALMA FLORES

MARVIN NOE FLORES SÁNCHEZ, M.Sc.
Asesor principal

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

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

FEBRERO, 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO, porque sin su ayuda nada es posible, por darme la fuerza y la sabiduría necesaria para poder enfrentar cada uno de los retos y obstáculos durante todo el proceso de mi carrera, por darme salud y el apoyo de una familia maravillosa.

A MIS PADRES, YAREDY PALMA Y DILCIA FLORES, por el inmenso y muy valioso apoyo durante toda mi vida, por estar pendiente de cada una de mis actividades y por estar conmigo dándome consejos de vida y sabiduría.

A MIS HERMANOS(A), JORDY PAMA, SHERLY PALMA Y EMERSON PALMA, por estar en todos esos momentos especiales y por ser motivación para darles el ejemplo a seguir y saber que están orgullosos de mí.

AGRADECIMIENTO

A mi **DIOS** todo poderoso principalmente por estar siempre a mi lado en cada momento de mi vida y darme las fuerzas necesarias y sabiduría para poder culminar con éxito mi carrera.

A mis padres porque después de **DIOS** son lo más importante que tengo en mi vida, por sus grandes sacrificios y sobre todo consejos llenos de sabiduría que me brindaron para seguir adelante.

A mis asesores en la empresa, **Ing. Norlan Padilla, Ing. David Hernández, Dr. Víctor Reyes, Dra. Sandra Fortín, Dra. Mariela Rodríguez.**, por compartir sus conocimientos, dirigir mi trabajo y sobre todo por brindarme su apoyo incondicional cuando más lo necesite.

A mis asesores en la Universidad, **M.Sc. Marvin Flores, M.Sc. Maryeri Brizo, M.Sc. Ulloa**, por el apoyo brindado en todo momento y ayudarme a terminar con éxito mi trabajo.

A mis compañeros y amigos, **Nazario Núñez, Wilmer Otero, Alexander Maldonado, Diego Moncada, Kenia Rodríguez, Wendy Méndez**, por todo su apoyo, por compartir momentos muy importantes de mi vida profesional, que siempre recordare y estaré agradecido con ellos.

A mi alma mater la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por permitirme realizar y culminar mis estudios universitarios con éxito.

INDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Biotecnologías de la reproducción.....	3
3.2 Transferencia de embriones	3
3.2.1 Ventajas y desventajas de la TE	4
3.2.2 Protocolos de transferencia de embriones	4
3.3 Factores que influyen en los programas de transferencia de embriones.....	9
3.3.1 Factor nutricional.....	9
3.3.2 Factor raza	9
3.3.3 Factor edad	10
3.3.4 Factor clima	10
3.3.5 Otros factores.....	10

IV. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1 Localización.....	12
4.2 Materiales y equipo.....	12
4.3 Método	13
4.4 Desarrollo de la practica	13
4.4.1 Animales.....	13
4.4.2 Manejo y alimentación	14
4.4.3 Transferencia de embriones.....	14
4.4.4 Diagnóstico de gestación	15
4.4.5 Recolección y tabulación de datos.....	15
4.5 Variables evaluadas	15
4.5.1 Actividades de manejo y preparación de donadoras y receptoras	15
4.5.2 Porcentaje de embriones implantados (%EI).....	15
4.5.3 Protocolos y procedimientos de laboratorio	16
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Actividades de manejo y preparación de donadoras y receptoras	17
5.1.1 Hembras receptoras	17
5.1.2 Hembras donadoras	18
5.2 Porcentaje de embriones implantados (%EI).....	19
5.3 Protocolos y procedimientos de laboratorio	20
5.3.1 Procedimientos	21
VI CONCLUSIONES	24
VII RECOMENDACIONES	25
VIII BIBLIOGRAFÍA	26
IX ANEXOS	31

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Materiales y equipos utilizados en la investigación	12
Cuadro 2. Protocolo de tonificación de vacas receptoras antes de transferencia	17
Cuadro 3. Protocolo de sincronización de vacas receptoras	18
Cuadro 4. Protocolo de tonificación de vacas donadoras antes y después de la OPU ..	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de embriones implantados	20
---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Palpación y sincronización de hembras receptoras	31
Anexo 2. Aspiración folicular de hembras donadoras	31
Anexo 3. Búsqueda de ovocitos en campo.....	32
Anexo 4. Laboratorio	32
Anexo 5. Transferencia de embriones	32

Palma, J. 2025. Acompañamiento en la implementación de la técnica de transferencia de embriones. PPS. Ingeniero zootecnista. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho. 45 p.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la empresa EMBRIOCEN, ubicada en el municipio de Danlí, departamento de El Paraíso, Honduras, con el objetivo de desarrollar las diferentes actividades relacionadas a la implementación de la transferencia de embriones en bovinos. Se trabajó con un número de 15 vacas donadoras de las razas gyr, brahmán y guzerat, de las cuales 11 fueron brahmán, 3 gyr, 1 guzerat y 39 hembras receptoras encastadas (pardo/brahmán, holstein/brahmán). La alimentación tanto de las hembras donadoras y receptoras es acorde a los pastos e insumos existentes en la finca. El proceso de transferencia de embriones fue realizado por una persona experta en el área de manera que permitió obtener los mejores resultados. Entre 35 a 40 días post transferencia de los embriones a las vacas receptoras se realizó un primer diagnóstico y entre los 70 a 75 días post transferencia de los embriones se realizó el segundo y último diagnóstico de gestación para poder determinar la cantidad de embriones implantados descartando cualquier tipo de pérdida en este transcurso de tiempo. Las variables evaluadas fueron: Actividades de manejo y preparación de donadoras y receptoras, porcentaje de embriones implantados (%EI) y protocolos y procedimientos de laboratorio. Los resultados obtenidos muestran que el porcentaje de embriones implantados fue de un 46.66%, además de que el manejo y preparación tanto de las vacas donadoras y receptoras es de vital importancia para lograr el éxito de la implementación de la técnica. Según los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que la empresa EMBRIOCEN tiene una eficiencia reproductiva aceptable ya que los porcentajes de embriones implantados se encuentran en un valor intermedio en comparación a otras investigaciones.

Palabras claves: Embriones, receptoras, donadoras, transferencia, FIV.

I. INTRODUCCIÓN

La reproducción es el sostén de la producción animal por ello, se han desarrollado y perfeccionado diversas técnicas de reproducción asistida como la transferencia de embriones. Gracias a esto es posible incrementar el rendimiento económico de las explotaciones al permitir obtener un gran número de crías de animales genéticamente superiores. Asimismo, mover embriones parece ser, desde el punto de vista sanitario, la forma más segura de transportar material genético (Gascón, 2021).

La transferencia de embriones en bovinos es una biotecnología que permite poder 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 (Britos *et al.*, 2020).

La implementación de las técnicas reproductivas y específicamente la transferencia de embriones 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. Por ende, este trabajo tiene como objetivo desarrollar las diferentes actividades relacionadas a la implementación de la transferencia de embriones en bovino de la empresa EMBRIOECEN, Danlí, El paraíso.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Desarrollar las diferentes actividades relacionadas a la implementación de la transferencia de embriones en bovino de la empresa EMBRIOCEN, Danlí, El paraíso.

2.2 Objetivos específicos

Participar en cada una de las actividades de manejo y preparación de las hembras utilizadas como donantes y receptoras en el proceso de transferencia de embriones.

Determinar el porcentaje de embriones implantados en las hembras sometidas a la técnica reproductiva.

Conocer el procedimiento y protocolos a desarrollar en el laboratorio sobre la técnica de transferencia de embriones.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Biotecnologías de la reproducción

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

Las biotecnologías ganaderas han contribuido en el aumento de la productividad y el desarrollo del sector agropecuario. Con respecto a la reproducción animal, 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. Tecnologías complementarias como la sincronización del estro y el sexado de semen pueden mejorar la eficacia de la IA (Betancourth y Gutiérrez, 2011).

3.2 Transferencia de embriones

La transferencia de embriones es una técnica implementada en los programas de mejoramiento genético bovino para obtener un mayor número de crías de donadoras de alto valor, mediante la cual los embriones (óvulos fertilizados) son colectados del cuerno uterino de la hembra antes de la nidación (donadora) y transferidos al cuerno uterino de otras hembras para completar su gestación (receptoras) (Aguirre *et al.*, 2013).

3.2.1 Ventajas y desventajas de la TE

Las aplicaciones más comunes de la transferencia de embriones en ganado bovino se encuentran: Aumentar la cantidad de crías que pueden obtenerse de hembras genéticamente superiores, propagar donadoras que físicamente no pueden reproducirse, optimizar el uso de semen de gran valor, transportar material genético con facilidad a través de grandes distancias y fronteras, ayudar en la aclimatación de ciertas razas a diversos ambientes, desarrollar un hato de manera rápida, controlar la transmisión de enfermedades, facilitar la comercialización de material genético, diagnosticar fallas reproductivas en vacas donadoras y por ultimo auxiliar en pruebas de progenie (Romo, 1993).

Los beneficios que ofrece la transferencia de embriones, también tiene algunas desventajas que limitan el uso de esta técnica, como son las siguientes: Es relativamente costosa y de baja eficiencia, requiere de tiempo, las donadoras y receptoras deben ser animales reproductivamente sanos, las donadoras deben ser de calidad superior ya que el transferencia de embriones por sí mismo no mejora la calidad genética, puede crear una saturación del mercado y por lo tanto disminuir los precios del ganado genéticamente superior (Gonzales, 2024).

3.2.2 Protocolos de transferencia de embriones

La transferencia de embriones tiene 2 protocolos. Hay uno en fresco o *in vivo*, donde los embriones se extraen de las donantes 7 días después de la fertilización. Mientras que el proceso *in vitro* se obtienen los ovocitos que son fecundados en el laboratorio y luego se vuelven a introducir en la receptora (Contexto ganadero, 2017).

3.2.2.1 Protocolo in vivo

a. Selección de donadoras

La selección de la hembra donante suele basarse en datos genealógicos y productivos. También se presta especial atención al hecho de que provenga de líneas fértiles, que tengan ciclos estrales normales, que no evidencien patologías uterinas, ni antecedentes de distocia y retención de placenta. En cuanto al aspecto sanitario debe contar con su plan de vacunación, desparasitación y que no presenten enfermedades reproductivas (Rizzo, 2023).

Las hembras donantes deben encontrarse en un rango de CC de 3.0 a 4.0 en el caso de bovinos de leche. En cuanto a las vacas posparto, se necesita de dos a cuatro meses después del nacimiento del ternero para ser seleccionadas. Para seleccionar a novillas estas deben tener un peso vivo de al menos 350kg (Rizzo, 2023).

- **Superovulación de vacas donadoras**

El primer paso en la implementación de un programa de STE es aumentar la tasa de ovulación de las hembras donantes. Para ello se utilizan gonadotropinas, especialmente la aplicación de hormonas en forma decreciente (FSH). Aplicación de implantes de progesteronas (sincronizar el inicio de la onda folicular e iniciar la multiovulación). Ya cumplido el tiempo de la superovulación se continua con la inseminación artificial donde se selecciona las reproductoras adecuadas para la zona y el semen debe ser de alta calidad genética y de alta fertilidad (INIA 2014).

- **Inseminación artificial**

En la transferencia embrionaria normalmente se fecunda la vaca donante por inseminación artificial (IA), ya que los niveles de calidad y precisión requeridos difícilmente se pueden conseguir con monta natural. La IA se debe realizar a las doce horas del comienzo del celo inducido, siendo interesante efectuar una segunda inseminación a las doce horas de la primera. La deposición del semen es por vía transcervical (método americano), en los cuernos uterinos cerca del útero (Gonsalvez 1994).

- **Colección de embriones**

La colecta de embriones se hace al día 7 después de la primera I.A. de la vaca donadora, mediante un lavado uterino transcervical. En este momento se puede encontrar embriones en estadios de mórula y blastocisto, estos son más estables que los demás estadios, lo que hace posible que sean transferidos directamente (transferencia en fresco) o que resistan a actividades como la congelación y micromanipulación (Humeco, 2018).

- b. Selección de receptoras**

La receptora ideal es una vaca joven, libre de enfermedades, de probada fertilidad y habilidad materna. Además, debe tener un tamaño adecuado para no presentar problemas al parto. Aunque la raza no es un factor importante, generalmente se acepta que las vacas cruzadas tienen mayor fertilidad. Es recomendable que la hembra que cumple el papel de receptora haya tenido por lo menos dos o tres partos y contar con más de 80 días posparto. (Unión ganadero, 2023).

- **Sincronización de receptoras**

Las hembras donantes superovuladas proporcionan en promedio entre 6 y 7 embriones transferibles. Esto implica que hay que preparar al menos a siete hembras receptoras. En consecuencia, hay que palpar a un número suficiente hasta identificar siete con CL activos. Si existen dudas debe confirmarse la presencia de CL mediante ecografía (García, 2020).

El objetivo es maximizar la supervivencia del embrión, para ello resulta necesario que el ambiente uterino de la receptora sea muy similar al de la donante (Fuentes, 2015). Si la disponibilidad de estas es muy alta, es probable que los animales en celo en un día determinado sean suficientes para los embriones producidos en ese momento. Esto no es lo más frecuente. Por ello, es necesario controlar la etapa del ciclo estral para lograr una sincronización aceptable entre donantes y receptoras (García, 2020).

3.2.2.2 Protocolo in vitro (Laboratorio)

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).

La producción *in vitro* de embriones es un objetivo valioso del desarrollo de la biotecnología como base para otras biotecnologías, ya que aseguran una alta tasa de preñez cuando son transferidos a hembras receptoras, obteniéndose el nacimiento de crías saludables, al igual para la multiplicación *in vitro* de líneas de animales genéticamente superiores (Fernández *et al.*, 2007).

a. Colección y selección de ovocitos de vacas donadoras

Los ovocitos bovinos se obtienen de dos maneras: la primera es a partir de ovarios de hembras sacrificadas en rastro a los que se les aspira los folículos con diámetro de 3 a 6 mm. La segunda es a partir de hembras vivas mediante la aspiración transvaginal guiada por ultrasonido de los ováricos. La mayor parte de los ovocitos obtenidos tras la aspiración folicular sufre atresia, por ello es necesario evaluar su calidad antes de usarlos para maduración *in vitro*. Pues solo algunos tienen la capacidad de ser fecundados y soportar el desarrollo embrionario (Herradon *et al.*, 2007).

La selección de ovocitos se toma en cuenta tres criterios: diámetro de los ovocitos, aspecto de su citoplasma y las características de las células del cumulus oophorus que los rodea. El diámetro determina la capacidad para madurar, si se tiene un ovocito menor a 110 μm se dice que está en fase de crecimiento y no tiene capacidad para madurar (Stojkovic *et al.*, 2001). Por otro lado, los ovocitos con citoplasma oscuro muestran acumulación de lípidos y tienen buena potencia para el desarrollo, contrario a los tienen citoplasma pálido (Momozawa y Fukuda, 1995).

Los ovocitos cuando el citoplasma es negro están viejos y tienen muy bajo potencial para el desarrollo, por su parte los ovocitos rodeados por un cumulo compacto formado por varias capas de células tienen mayores porcentajes de maduración, fecundación y desarrollo hasta blastocitos, que los que carecen de cumulo o están rodeados solamente por la corona radiada (Martínez, 2013).

b. Maduración de ovocitos

La maduración *in vitro* constituye una etapa decisiva en el proceso de producción *in vitro* de embriones. Cuando la maduración se produce en condiciones desfavorables se bloquean la meiosis y la fecundación, pero cuando solo presenta pequeñas fallas sus efectos se manifiestan hasta la división, la formación de blastocisto o después de la implantación (Herradon *et al.*, 2007). Los ovocitos bovinos madurados *in vitro* o *in vivo* tiene similares tasas de maduración. Aproximadamente el 90% de los ovocitos inmaduros madurados *in vitro* alcanzan la etapa de metafase II y expulsan el primer cuerpo polar 16 a 24 h después de iniciada la maduración (Farin *et al.*, 2001).

c. Fecundación de ovocitos maduros

En esta fase se realizan tres actividades importantes: la selección de ovocitos según su calidad, deben presentar un citoplasma homogéneo y un corpúsculo polar comprimido; la segunda actividad es la selección de espermatozoides según la viabilidad que presenten y finalmente se realizará la fertilización (Crespo y Guamán, 2015).

Los espermatozoides que se requieran para fecundar deben estar vivos y móviles durante un periodo de 6 a 24 horas, luego de un proceso de selección y capacitación espermática que nos permita a su vez deshacernos de componentes del plasma seminal, crioprotectores y espermatozoides muertos o con escasa vitalidad. Luego de la maduración ovocitaria estos son cultivados con los espermatozoides en medios especiales y en un ambiente

controlado por estufas de cultivo por un tiempo comprendido de entre 5 a 24 horas dependiendo del protocolo (Sánchez, 2023).

d. Cultivo de embriones

Para obtener un buen cultivo de embriones es esencial conocer los medios de cultivo que de acuerdo a sus características se clasifican en tres categorías: indefinidos, cuando se utiliza suero y cocultivo con células somáticas; semidefinidos, cuando se omite el cocultivo y el suero se reemplaza por albúmina sérica y definidos, cuando el suero se reemplaza por macromoléculas como el polivinilo alcohol o el polivinil pirrolidona. A pesar del progreso logrado en los últimos años en la técnica de producción *in vitro*, el porcentaje de ovocitos capaces de transformarse en embriones transferibles se ha mantenido entre el 30 y 40% (Herradón *et al.*, 2007).

3.3 Factores que influyen en los programas de transferencia de embriones

3.3.1 Factor nutricional

En el aspecto nutricional la condición corporal óptima de las vacas es importante, lo cual permitirá obtener resultados efectivos, en el ganado de carne la condición corporal debe ser de 5 a 6 y en el ganado lechero de 2.5 a 3, una vaca muy gorda acumula demasiada grasa subcutánea y alrededor de los ovarios lo que afecta las hormonas utilizadas. El estado nutricional de la vaca donante afecta la tasa de ovulación y fecundación como la viabilidad de los embriones. El estado nutricional de las vacas receptoras es menos crítico que las donantes; pero no menos importante (Sánchez, 2023).

3.3.2 Factor raza

Las razas cebuinas (*Bos indicus*) necesitan menor cantidad o dosis de hormonas como la FSH que las razas europeas (*Bos taurus*). Las razas europeas tienen menor respuesta en la recuperación de embriones después del protocolo de súper ovulación en comparación con las razas cebuínas. Por otro lado, hay beneficios en las vacas lecheras por su docilidad

debido a que estas están en mayor contacto con las personas en cambio las de carne están menos acostumbradas al manejo y no son tan dóciles siendo sensibles al estrés (Hernández, 2023).

3.3.3 Factor edad

La edad tiene un efecto en las vacas receptoras a los programas de T.E. usando vaquillonas como receptoras se obtiene una mayor tasa de preñez, en comparación a las vacas adultas; por otra parte, estas pueden presentar problemas de manejo durante la gestación, el parto y la lactancia. Las vacas donadoras responden con mayor facilidad a los tratamientos de superovulación con FSH cuando están jóvenes, esto al relacionarlo con la raza, se puede decir que, entre más joven la donadora y más sangre de *Bos indicus* recibirá menor cantidad de FSH (Moreno, 2004).

3.3.4 Factor clima

El bovino que no esté en las condiciones climáticas óptimas, será difícil que produzca una cantidad rentable de embriones, así se use el mejor protocolo, este bien de nutrición y se le dé un excelente manejo. La vaca gastará mucha energía en adaptarse al medio ambiente y no tendrá energía para sus funciones reproductivas. Además, el metabolismo de las vacas se descontrola, lo que causa un estrés afectando negativamente la producción de embriones y ovocitos (Contexto ganadero, 2023).

3.3.5 Otros factores

La calidad influye claramente en el resultado de la transferencia, independientemente de que los embriones sean frescos, criopreservados, micromanipulados y/o producidos *in vitro*. La congelación afecta la viabilidad de los embriones producidos *in vivo*, no obstante, como las diferencias no son sustanciales se compensan con las ventajas que la técnica trae aparejada. La viabilidad post transferencia de los embriones producidos *in vitro* y micromanipulados es marcadamente inferior a la de los embriones producidos *in*

vivo, tales diferencias se acrecientan cuando dichos embriones son criopreservados (Cutini *et al.*, 2000).

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 1.200 mm y una humedad relativa del 74%. La finca se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 814 m y con temperaturas que varían en el transcurso del año, la temperatura generalmente varia de 16°C a 31° (Google 2025).

4.2 Materiales y equipo

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipo:

Cuadro 1. Materiales y equipos utilizados en la investigación

Finca		Laboratorio	
Guantes de palpación	Placas de Petri	Platina	Gorro
Ecógrafo	CO2	Gradilla de acero	Gabacha
Libreta de palpación	Libreta de OPU	Estereoscopio	Congeladora
Pistola intravaginal	Filtros	Micropipetas	Cajas
Guantes de látex		Puntas de micropipetas	Colador
Probe	Micropipeta	Cámara de flujo	Nitrógeno
Succionador de ovocitos	Puntas de micropipeta	Centrifuga	Autoclave
Tubos de ensayo de 50 ml	Medio de lavado	Horno	Pajilla
	Medio de transporte	CO2	Marcador

Catéter de Foley	Pipeta Pasteur	Placas de Petri	Cryo A, B y C
Guía	Bigro	Libreta de FIV	Isopos
Aguja de aspiración	Transportadora	Alcohol al 70%	Lacradores
Camisa	des congeladora	Zapatos de laboratorio	
Batería	Pistola de transferencia	Mascarilla	
Extensión	Fundas	Toallas	
Platina	Toallas	Gradilla de plástico	
Gradilla de acero	Tijera	Refrigeradora	
Estereoscopio	Pinzas	Jabón desinfectante	

4.3 Método

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2024, con una duración de 600 horas laborales, realizando un acompañamiento técnico en la implementación de la técnica de transferencia de embriones en bovinos, para lo cual fue necesario el involucramiento en todas las actividades relacionadas al manejo de las hembras donadoras y receptoras, así como participar en los diferentes procedimientos realizados en laboratorio. Se utilizaron los métodos observacional, cuantitativo, participativo y descriptivo, ya que se realizó el levantamiento a diario de información y posteriormente se tabulo dichos datos.

4.4 Desarrollo de la practica

4.4.1 Animales

Se trabajó con 15 bovinos de las razas gyr, brahmán y guzerat, de las cuales 11 fueron brahmán, 3 gyr, 1 guzerat y animales encastados (receptoras). Para la selección de las vacas donadoras se tomaron criterios como: edad, peso (400-500 kg), historial productivo, reproductivo y sanitario, valor en el mercado, libre de enfermedades y calidad genética.

En el caso de las vacas receptoras, se utilizaron vacas encastadas (pardo/brahmán, holstein/brahmán), con una condición corporal correcta, habilidad materna, con buen historial productivo y reproductivo, libre de enfermedades y con edad de 2.5-8 años.

4.4.2 Manejo y alimentación

La alimentación de las hembras donadoras y receptoras es acorde a los pastos e insumos existentes en la finca, donde las donadoras pastorean durante el día en potreros sembrados con pasto *Brachiaria decumbens*, luego por las noches son trasladadas a los corrales y se les suministra una suplementación a base de concentrado (Vitalechero 22% de proteína), por otra parte, las donadoras que son destinadas a feria se mantienen en un sistema completamente estabuladas y con una alimentación del 80% de heno y 20% concentrado (Alianza). En el caso de las hembras receptoras se mantienen durante el día en potreros de pasto *Brachiaria decumbens* y en las noches se les proporciona una ración de silo (30 a 40 lbs), concentrado (10 lbs) y heno, (30 a 40 lbs).

4.4.3 Transferencia de embriones

Este proceso fue realizado por una persona experta en el área de manera que permitió obtener los mejores resultados. En primera instancia se realizó como base principal una palpación de las receptoras previo a la transferencia, esto con el objetivo de verificar que las hembras se encontraran en perfectas condiciones para el procedimiento, se tomaron en cuenta parámetros como: cérvix con tamaño correcto sin torcedura, útero que este en una tonalidad flexible y ovarios que presenten la estructura de cuerpo lúteo funcional en grado 1, grado 2 y grado 3.

Posterior al diagnóstico, se limpia la vulva con agua limpia de la hembra receptora que cumple los requisitos y se le aplica 3 ml de anestesia (pisacaina 2%) en el sacrocoxígea, se espera un minuto y una vez que la cola esta inmovilizada se procede a desinfectar los materiales a utilizar y se colocan las fundas en posición listas para empacar el embrión. Se empaca el embrión lo más rápido posible y se le pasa al transferidor, donde realizará

con sumo cuidado el procedimiento hasta depositar el embrión en el lado del cuerno donde se encontró el cuerpo lúteo funcional.

4.4.4 Diagnóstico de gestación

Entre 35 a 40 días post transferencia de los embriones a las vacas receptoras se realizó un primer diagnóstico de gestación con el objetivo de conocer la cantidad de embriones que quedaron implantados, para llevar a cabo esta actividad se hizo uso de un ecógrafo easy-scan con una resolución pixeles de 480 vertical x 640 horizontal. Entre los 70 a 75 días post transferencia de los embriones se realizó el segundo y último diagnóstico de gestación para poder determinar la cantidad de embriones implantados descartando cualquier tipo de pérdida en este transcurso de tiempo.

4.4.5 Recolección y tabulación de datos

Se realizó la recolección diaria de datos, para lo cual fue necesario el involucramiento en todas las actividades relacionadas al proceso de transferencia de embriones. Para mantener un mejor control de la información se tabularon en una hoja de Excel, permitiendo de esta manera generar un análisis más preciso y confiable.

4.5 Variables evaluadas

4.5.1 Actividades de manejo y preparación de donadoras y receptoras

Se conoció cada una de las prácticas de manejo y preparación de las hembras donadoras y receptoras y se participó en cada una de las actividades que se desarrollaron durante toda la etapa.

4.5.2 Porcentaje de embriones implantados (%EI)

Para estimar el porcentaje entre los embriones transferidos (ET) y los implantados (EI) se utilizó la siguiente formula:

$$\%EI = \frac{EI}{ET} * 100$$

4.5.3 Protocolos y procedimientos de laboratorio

Además de participar en las actividades de campo, también se involucró en las distintas actividades desarrolladas a nivel de laboratorio, esto permitió conocer todos los protocolos y procedimientos que se llevaron a cabo en esta etapa.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Actividades de manejo y preparación de donadoras y receptoras

5.1.1 Hembras receptoras

Para la preparación de las hembras receptoras se les aplica un protocolo de tonificación previo a la iniciación del trabajo, se seleccionó un grupo de vacas vacías que presentaron características como: habilidad materna, libre de enfermedades, buen historial productivo, reproductivo y sanitario. Se les aplico el siguiente protocolo de tonificación:

Cuadro 2. Protocolo de tonificación de las vacas receptoras antes de la transferencia

Descripción	Dosificación (ml)	Día 0	Día 8	Día 16	Día 24
Multimineral (OLIVITASAN, LIVHISAN O FORTEMAX)	10ml /cada animal	10ml			10ml
Vitamina ADE3, VIGANTOL	5ml /cada animal		5ml		
B12+Fosforo (CATOSAL)	20ml /por vaca		20ml	20ml	
Livanal	10ml /cada animal	10ml			10ml
Sales minerales	Livitum 100gr/vaca por día				

Para el trabajo de sincronización de las hembras receptoras estas pasan por el procedimiento de palpación, si cumple los estándares correctamente entra al trabajo de transferencia, debiendo contar con un cérvix sin daño o torcedura, un útero flexible y ovarios con estructuras de folículos grado dos y tres, así como cuerpos lúteos de grado uno, dos, tres. Se seleccionaron y sincronizaron 39 vacas receptoras aptas, a las cuales se les aplicó el siguiente protocolo de sincronización:

Cuadro 3. Protocolo de sincronización de vacas receptoras

Día 0	Día 8	Día 10	Día 18
1ml de prostaglandina	Retiro del DIB	OPU	TE
2ml de benzoato de estradiol	1ml de prostaglandina		
Inserción del DIB (PRO CICLAR)	1ml de cipionato de estradiol		
	1.5ml de gonadotropina coriónica equina		

5.1.2 Hembras donadoras

Para la preparación de las hembras donadoras se les aplica un protocolo de tonificación previo a la iniciación del trabajo de aspiración folicular y después de la OPU, en este se seleccionaron un grupo de vacas vacías y preñadas con dos meses de gestación máximo que presentaron características como: buen historial productivo, reproductivo y sanitario, valor en el mercado, libre de enfermedades y calidad genética. Se les aplicó el siguiente protocolo de tonificación:

Cuadro 4. Protocolo de tonificación de vacas donadoras antes y después de la OPU

Descripción	Dosificación (ml)	Día 0	Día 8	Día 16	Día 24	8 días después de la OPU
Multimineral (OLIVITASAN, LIVHISAN FORTEMAX) O	10ml /cada animal	10ml			10ml	10ml
Vitamina ADE3, VIGANTOL	5ml /cada animal		5ml			
B12+Fosforo (CATOSAL)	20ml /por vaca		20ml	20ml	20ml	
Livanal	10ml /cada animal	10ml	10ml	10ml		
Sales minerales	Livitum 100gr/vaca por día					

La aspiración de las vacas donadoras se realiza el día 10 del protocolo de sincronización, en la cual se seleccionaron 15 donadoras previamente palpadas de la raza brahmán, gyr y guzerat (11 brahmán, 3 gyr y 1 guzerat). Se ordenan y desinfectan los materiales y equipo previo a la aspiración, así como el laboratorio que se instala en campo que tiene que estar en un lugar completamente cerrado, una vez todo listo se pasa la donadora y se le aplica 3 ml de anestesia (pisacaina 2%) en el sacrocoxígea y se espera un minuto, una vez inmovilizada la cola se limpia la vulva con agua limpia y se comienza a aspirar los folículos.

Aspirados ambos ovarios, se manda el tubo que contiene los ovocitos al laboratorio instalado en campo sin que le pegue luz solar y se comienza la búsqueda en el estereoscopio de los ovocitos de mejor calidad (grado 1, grado 2 y grado 3), luego se empacan en medio de lavado, se guardan y se mandan al laboratorio en una transportadora a una temperatura de 36° C y se apuntan el total de ovocitos por vaca, el total de las 15 vacas fueron de 302 ovocitos viables.

5.2 Porcentaje de embriones implantados (%EI)

Se transfirieron 30 embriones y se esperaron 35 días post transferencia para realizar el diagnostico de gestación, de los cuales se detectaron 14 preñeces, luego se esperó al día 75 para reconfirmación y no hubo ningún aborto ni problema que afectara la pérdida del feto, quedando como número real 14 preñeces confirmadas.

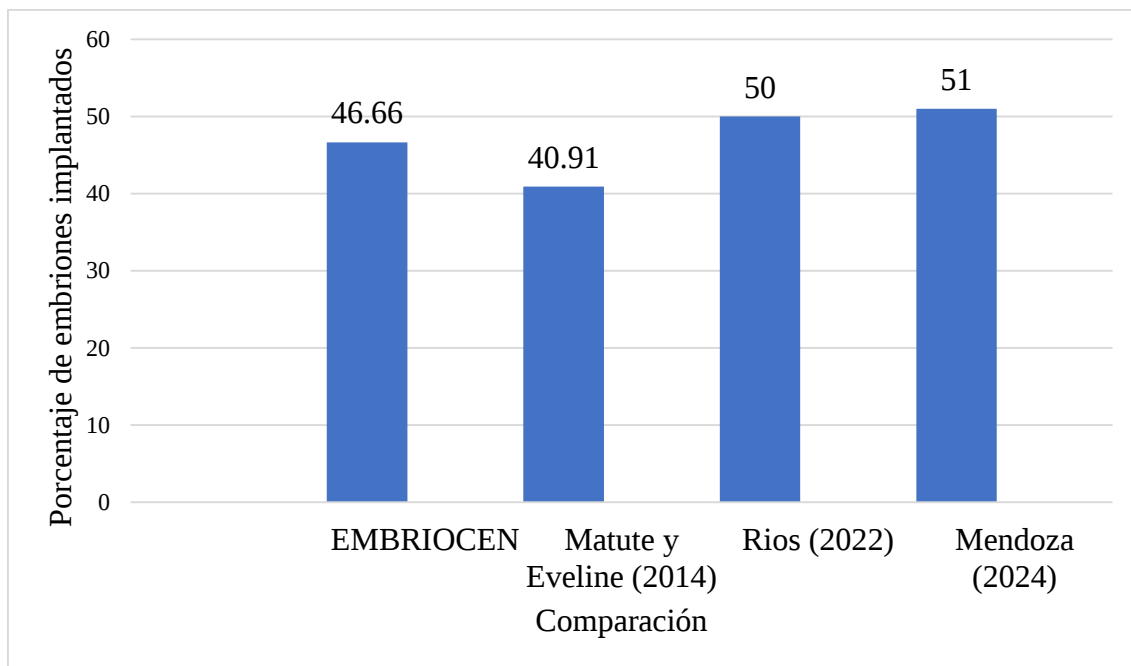


Figura 1. Comparación de embriones implantados

Como se puede observar en la figura 1 el porcentaje de embriones implantados en la empresa EMBRIOECEN fue de un 46.66, resultado superior al encontrado por Matute y Eveline (2014), quienes en su investigación obtuvieron un 40.91% de embriones implantados, mientras que algunas investigaciones realizadas en Colombia por Ríos (2022) y Mendoza (2024) obtuvieron porcentajes de embriones implantados del 50% y 51% respectivamente, de esta manera se puede mencionar que las investigaciones observadas muestran resultados similares al de la presente investigación.

5.3 Protocolos y procedimientos de laboratorio

Cuentan con un protocolo a ingresar al laboratorio como ser: Aseo personal, uñas cortadas y limpias, sin perfume, sin cadenas o pulseras, ropa limpia y camisas manga corta. El laboratorio cuenta con tres secciones separadas, la primera sección es para desinfección, luego se pasa a la segunda sección para colocarse la vestimenta de laboratorio, aquí se encuentran todos los materiales que se utilizan en el laboratorio, la tercera sección es el laboratorio, dentro de él se encuentra el área de desinfección donde se pasa directamente y se lava las manos con jabón líquido, luego se desinfecta con alcohol al 70%, se seca con toallas estériles y se coloca la mascarilla y los guantes de látex.

El laboratorio se limpia y se desinfecta todos los días antes y después de cada trabajo, con alcohol al 70% así como mesas de laboratorio y equipos. Todo equipo nuevo y materiales que tienen que ingresar al laboratorio pasan por una desinfección, dentro del laboratorio se mantiene a una temperatura de 25 a 32 °C por que los embriones no pueden sufrir un cambio de temperatura.

5.3.1 Procedimientos

a) Medio de maduración in vitro D1

Al llegar al laboratorio los ovocitos, se verifica la coloración y la temperatura del medio MIV, se anota la hora de llegada de los ovocitos al laboratorio y la temperatura interna del portador, los ovocitos se meten a la incubadora para que se terminen de madurar a esto se le llama medio de maduración in vitro (MIV), los ovocitos deben de madurar durante 22 a 24 horas después del inicio de la MIV. Si han traído semen de la finca, se empaqueta en la botella adecuada y se anotan los datos.

b) Fecundación in vitro D2

Una vez transcurridas las 24 horas del MIV, se procede a la fecundación, se revisan en el estereoscopio la calidad de los ovocitos, donde estos deben de tener una buena conformación de células de cumulo y se vuelven a meter a la incubadora. Se saca la pajuela de semen del termo de nitrógeno, del toro correspondiente con el que se va a realizar la fecundación, la pajuela es cortada en tres partes como máximo (tres trabajos), una vez se le haya hecho el corte este se deposita en un microtubo con percoll (60 microlitros) y se centrifuga por cinco minutos a 10.000 RPM.

Después de la primera centrifugada, se retiran 50 microlitros del pellet y se transfiere a un tubo que contiene 1 ml de medio FIV, se homogenea y se centrifuga durante tres minutos a 1200 RPM. Después de la segunda centrifugación, se retira todo el pellet (aproximadamente 50 microlitros) y se pasa a un microtubo de 0,6 ml previamente calentado e identificado con el nombre del toro. Se saca la placa de Petri con los ovocitos

de la madre y se fertiliza cada gota de la placa correspondiente y se le agrega 5 microlitros de semen a cada gota. Una vez fertilizados se observa en el estereoscopio la viabilidad de los espermatozoides, si esta correcto se lleva a la incubadora a una temperatura de 35.5 °C, donde se fecundarán por si solos.

c) Cultivo in vitro D3

El cultivo in vitro o primera alimentación (MD10) se puede realizar entre 18 y 24 horas después de la fecundación. Se sacan los cigotos ya fecundados y se pipetea fuerte para desprender las células de cumulo, debido a que ya no se requieren, debiendo quedar completamente limpias, como mínimo se debe de contar con cuatro células internas del cigoto (entre más células significa que el embrión está respondiendo bien), luego se realiza un TL o lavado en una placa de Petri, colocando 1 gota de 100 uL de TL-semen + dos gotas de 100 uL de MD10, con una micropipeta de 10 U_l se calibra a 10 uL, y se lava en las gotas en orden.

Después del lavado se pasa a una nueva placa, se le agregan 4000 uL de aceite, dentro de este se le agregan las gotas de 90 uL de MD10, se pasan los cigotos y se realiza una observación y conteo de ellos, luego se meten a la incubadora.

d) Segunda alimentación (MD20) D4

Se realiza la segunda alimentación, se calcula la cantidad de medio MD20 (80 uL por gota) necesaria para cambiar las gotas y calentar 2 horas en la incubadora. Se sacan los embriones de la incubadora y se cuentan los incididos con más de 8 células, los que no tengan esa cantidad se descartan y se sacan, pasando las 2 horas de calentamiento del MD20, se reemplaza 80 uL de MD10 a las gotas de los embriones, este procedimiento debe de realizarse al principio del D4 preferiblemente antes de las 8:00 a.m.

e) Tercera alimentación (MD10) D6 y predicción de embriones

Se realiza la tercera y última alimentación, se calcula la cantidad de medio CIV o MD10 necesaria y se calienta 2 horas en la incubadora. Se sacan los embriones de la incubadora y se realiza la predicción, observando y contando 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. Al final del D7 se comprueba la presencia de embriones más desarrollados (BI, BL, BX) que deben congelarse al día siguiente en la mañana antes que eclosionen, en el caso que sea en fresco el empacamiento debe de realizarse en la madrugada.

VI CONCLUSIONES

La preparación y manejo tanto de las hembras donadoras como receptoras debe ser muy eficiente, tanto en la parte nutricional, prevención de enfermedades y selección rigurosa en ambos casos, ya que de ello depende el éxito de la técnica.

Se logró encontrar un porcentaje de preñez de un 46.66% en la empresa EMBRIOCEN, lo cual es un dato accesible para la técnica implementada, de igual forma es importante mencionar que el porcentaje de embriones implantados está determinado por las prácticas de palpación, tonificación, sincronización, aspiración y procedimiento en el laboratorio hasta la transferencia.

El proceso dentro del laboratorio debe ser muy eficaz tanto en la maduración, fertilización y cultivo in vitro, lo cual permitirá lograr una alta tasa de fertilización y calidad final del embrión, así como asegurar la viabilidad y el éxito de la gestación en receptoras sincronizadas.

VII RECOMENDACIONES

Es crucial que se realice el proceso de transferencia de embriones en tiempo y forma para evitar eclosión de los embriones.

Es recomendable que el brete donde se manipulara la vaca para el procedimiento sea en un lugar completamente techado donde no entre luz solar.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, C. Montiel, F. Pérez, P. Gallegos, J. (2013). Producción in vitro y transferencia de embriones en bovinos (en línea). Consultado el 21 de Jul 2024. Disponible en: <https://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Produccion-in-vitro-Texto.pdf>

Betancourth, J. Gutiérrez, C. (2011). Superovulación y transferencia de embriones en vacas lecheras utilizando dos protocolos hormonales (en línea). Consultado el 26 de Jul 2024. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/351f0750-1698-486d-85eb-ff158f2f15e6/content>

Brenes, C. (2014). Biotecnologías reproductivas en bovinos, sincronización y transferencia de embriones in vivo realizada en el Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Argentina (en línea). Consultado el 21 de Jul 2024. Disponible en: <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12990/Cinthy-PamelaBrenes-Jim%C3%A9nez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Britos, C. Acosta, J. Román, A. Giménez, F. Domínguez, A. (2020). Manual de transferencia de embriones (en línea). Consultado el 16 de Jul 2024. Disponible en: https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual_de_transfereencia_de_embriones.pdf

Contexto ganadero, (2017). Conozca cuáles son los protocolos de transferencia de embriones (en línea). Consultado el 24 de Jul 2024. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-cuales-son-los-protocolos-de-transferencia-de-embriones>

Contexto ganadero, (2023). Aspectos a tener en cuenta en la selección de hembras para transferencia de embriones (en línea). Consultado el 26 de Jul 2024. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/aspectos-tener-en-cuenta-en-la-seleccion-de-hembras-para-transferencia-de>

Crespo, C. Guamán, G. (2015). Fertilización in vitro en bovinos en el Laboratorio de Reproducción Animal de Zamorano utilizando el protocolo de Genes Difusión (en línea). Consultado el 25 de Jul 2024. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7f33e203-b4f0-461f-85d8-5fbf9872e24f/content>

Cutini, A. Teruel, M. Cabodevilla, J. (2000). Factores que determinan el resultado de la transferencia no quirúrgica de embriones bovinos (en línea). Consultado el 26 de Jul 2024. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embionario/02-factores.pdf

Farin, PW. Crosier, A. Farin, C. (2001). Influence of in vitro systems on embryo survival and fetal development in cattle (en línea). Consultado el 25 de Jul 2024. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11198080/>

Fernández, A. Días, T. Muñoz, G. (2007). Producción In vitro de Embriones Bovinos (en línea). Consultado el 26 de Jul 2024. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/rfcv/v48n1/art06.pdf>

García, F. (2021). Transferencia de embriones en ganado vacuno (en línea). Consultado el 21 de Jul 2024, Disponible en: https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/30414/2021_TFG_Veterinaria_Garcia_Biotecnologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gascón, G. (2021). Biotecnología embrionaria: Transferencia de embriones en ganado vacuno (en línea). Consultado el 16 de Jul 2024. Disponible en: https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/30414/2021_TFG_Veterinaria_Ga

rcia_Biotecnologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Gracias%20a%20esta%20biotecnolog%C3%ADa%20es,segura%20de%20transportar%20material%20gen%C3%A9tico.

Gonsalvez, F. (1994). La transferencia embrionaria en el ganado vacuno (en línea). Consultado el 21 de Jul 2024. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_02.pdf

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

Hernández, S. (2023). Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo (en línea). Consultado el 26 de Jul 2024. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/cbacec74-03f6-49d3-9859-9913100d9598/content>

Herradon. PG. Quintela. Becerra, JJ. Ruibal, S. Fernández, M. (2007). Fecundación in vitro. Alternativas para la mejora genética en bovinos (en línea). Consultado el 25 de Jul 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/265560850_Fecundacion_in_vitro_Alternativa_para_la_Mejora_Genetica_en_Bovinos

Humeco, (2018). Material para la recolección de embriones en ganado bovino (en línea). Consultado el 21 de Jul 2024. Disponible en: <https://www.humeco.net/noticias/material-recoleccion-embriones-bovino>

INIA, (2014). Transferencia de embriones en vacunos (en línea). Consultado el 21 de Jul 2024. Disponible en: https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui/bitstream/inia/253/1/HD-11-2014-Embriones_en_vacunos.pdf

Martínez, Y. (2013). Análisis de la morfología ovocitaria en bovina previa a fecundación in vitro (en línea). Consultado el 25 de Jul 2024. Disponible en: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/17398/TFM%20Yaiza%20Martinez.pdf;jsessionid=47D0E6B0F2B8CC6F7066D0317EB712B0?sequence=1>

Matute, M. Eveline, N. (2014). Porcentaje de preñez en vaquillas receptoras de embriones sincronizadas con dos diferentes dispositivos a base de progestágenos (en línea). Consultado el 20 de marzo 2025. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4de972f6-e56d-41ae-9c57-f547c512b4aa/content>

Mendoza, D. (2024). Evaluación de Tasas de Preñez en Receptoras Doble Propósito de Embriones Congelados y Frescos Obtenidos por Fertilización in vitro (FIV) (en línea). Consultado el 20 de marzo 2025. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/67b7f847-e80d-49c7-aee7-0ffd39982032/content>

Momozawa, K. Fukuda, Y. (2011). Effects of Fractions of Bovine Follicular Fluid and Fetal Bovine Serum as Supplements to Maturation Medium on in Vitro Development of In Vitro Fertilized Bovine Embryos (en línea). Consultado el 25 de Jul 2024. Disponible en: <http://fa.jmor.jp/pdf/28/1/028010068.pdf>

Ríos, M. (2022). Eficiencia en la transferencia de embriones frescos de la raza Nelore en la Hacienda Real Wood, Planeta rica, Córdoba (en línea). Consultado el 20 de marzo 2025. Disponible en: <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/9c00e4f6-6b9f-418b-b4d9-97f7d3d4d738/content>

Rizzo, K. (2023). La transferencia de embriones para el mejoramiento genético en Ganado Bovino (en línea). Consultado el 21 de Jul 2024. Disponible en: <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/14962/E-UTB-FACIAG-MEDICINA%20VETERINARIA-RED-000002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romo, S. (1993). Biotecnología reproductiva: Avances en ganado bovino (en línea). Consultado el 26 de Jul 2024. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1993/vm933a.pdf>

Sánchez, J. (2023). Transferencia de embriones bovinos in vitro (en línea). Consultado el 26 de Jul 2024. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/d97f9cfa-7192-42ff-b424-51c4afd5b744/content>

Stojkovic, M., S.A. Machado, P. Stojkovic, V. Zakhartchenko, P. Hutzler, P.B. Goncalves, P.B y E. Wolf. (2001). Mitochondrial Distribution and Adenosine Triphosphate Content of Bovine Oocytes Before and After In Vitro Maturation: Correlation with Morphological Criteria and Developmental Capacity After In Vitro Fertilization and Culture (en línea). Consultado el 25 de JUL 2024. Disponible en: <https://academic.oup.com/biolreprod/article/64/3/904/2723403?login=false>

Unión ganadera regional de Jalisco, (2023). Transferencia de embriones en ganado bovino. Consultado el 21 de Jul 2024. Disponible en: https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf

IX ANEXOS

Anexo 1. Palpación y sincronización de hembras receptoras



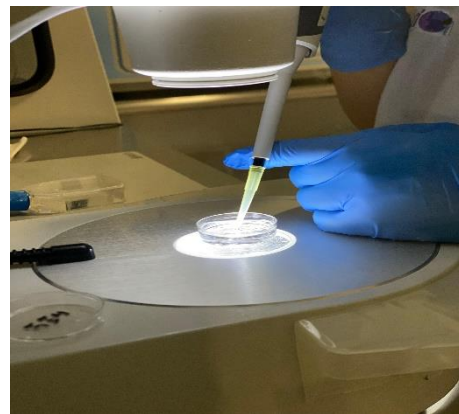
Anexo 2. Aspiración folicular de hembras donadoras



Anexo 3. Búsqueda de ovocitos en campo



Anexo 4. Laboratorio



Anexo 5. Transferencia de embriones



