

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACOMPañAMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE
TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN
MORENO RANCH, RIESEL, TEXAS, ESTADOS UNIDOS.**

POR:

JOSE ANDRES UCLES RODAS

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA PRESENTADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACOMPañAMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE
TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN
MORENO RANCH, RIESEL, TEXAS, ESTADOS UNIDOS.**

POR:

JOSE ANDRES UCLES RODAS

MARVIN FLORES, M. Sc

Asesor principal

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA PRESENTADA A
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

NOVIEMBRE 2024

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Transferencia de embriones	3
3.2. Historia y actualidad de la transferencia de embriones	3
3.3. Técnicas de la transferencia de embriones	3
3.3.1. Transferencia en fresco	3
3.3.2. Transferencia en frío	4
3.4. Vacas donadoras.....	5
3.5. Vacas receptoras.....	5
3.6. Dominio de recomendación	5
3.7. Raza Brahman	6
3.7.1. Origen	6
3.7.2. Características físicas.....	6
3.7.3. Ventajas ambientales.....	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1. Descripción del sitio de la practica	8
4.2. Materiales y equipo.....	8
4.3. Método	8
4.4. Desarrollo de la practica	9
4.4.1. Animales	9
4.4.2. Alimentación.....	9
4.4.3. Trans Ova Genetics	9
4.5. Pasos para la aspiración de ovocitos	10
4.6. Búsqueda de ovocitos.....	10
4.7. Procedimiento para la transferencia de embriones	11
4.8. Variables a evaluadas	12
4.8.1. Cantidad de ovocitos recolectados por vaca.	12
4.8.2 Calidad de ovocitos recolectados por vaca.	12

4.8.3 Embriones transferibles.....	13
4.8.4. Porcentaje de embriones implantados.....	14
4.8.5. Costo por vaca preñada.....	14
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5.1 Cantidad de ovocitos recolectados por vaca.	15
5.2 Calidad de ovocitos por vaca.	16
5.3 Embriones transferibles	17
5.4 Porcentaje de embriones implantados.....	18
5.5 Costo por vaca preñada.....	19
VI. CONCLUSIONES.....	20
VII. RECOMENDACIONES	21
XIII. BIBLIOGRAFIA.....	22
IX. ANEXOS.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ovocitos promedio por vaca.....	15
Figura 2. Promedio de ovocitos ABC por vaca	16
Figura 3. Porcentaje de embriones transferibles	17
Figura 4. Porcentaje de embriones implantados	18

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Costo por vaca preñada.....	19
--	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Aspiración de ovocitos.....	25
Anexo 2. Transferencia de embriones	25
Anexo 3. Protocolo de sincronización.....	27
Anexo 4. Chequeo de preñez.....	27
Anexo 5. Actividades extras	27

Uclés Rodas, J.A. 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. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho. Honduras. Pág. 37

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Moreno Ranch, ubicado en Riesel, estado de Texas, Estados Unidos, tuvo como objetivo el acompañamiento de todos los procesos relacionados a la transferencia de embriones en bovinos de carne. Se trabajó con un lote de 15 vacas donadoras de la raza brahmán gris y brahmán rojo y 76 vacas receptoras de las razas hereford x brahmán y brangus, divididas en dos lotes, el primero de 23 vacas y el segundo de 53 vacas. Las variables evaluadas fueron: cantidad de ovocitos recolectados por vaca, calidad de ovocitos recolectados por vaca, embriones transferibles, porcentaje de embriones implantados y costo por vaca preñada. Los resultados obtenidos mostraron que el promedio fue de 45 ovocitos por vaca/aspiración, mientras que los ovocitos de calidad ABC, que es la calidad requerida para ser fertilizados fue de 15 ovocitos por vaca, representando el 33% de los ovocitos aspirados, en cuanto a los embriones viables se obtuvo un resultado de 6 embriones viables, mientras que el porcentaje de embriones implantados fue del 62%, y el costo por vaca preñada fue de 3,519 lempiras. Según los resultados obtenidos, Moreno Ranch tiene un buen rango dentro de la transferencia de embriones, gracias a su alto porcentaje de embriones implantados, que al final es lo más importante en todo este proceso. Los únicos porcentajes bajos son en las variables relacionadas a la cantidad de ovocitos viables, esto se debe a que estas vacas no se someten a una superovulación, así como a otros factores como el ambiente y la raza.

Palabras clave: transferencia de embriones, fertilización *in vitro*, embriones viables, ovocitos.

I. INTRODUCCIÓN

La transferencia de embriones en bovinos productores de carne es una técnica crucial en la mejora genética y la maximización de la producción en la industria ganadera. Esta técnica, que implica la manipulación in vitro de embriones bovinos para su transferencia a receptoras sincronizadas, ha evolucionado significativamente desde su introducción en la década de 1970 (Orellana, 2007).

La transferencia de embriones ha revolucionado la mejora genética en la industria bovina, permitiendo la multiplicación rápida y controlada de animales de alto valor genético. Esto ha llevado a una aceleración del progreso genético en poblaciones de ganado de carne, contribuyendo a la selección de rasgos deseables como la eficiencia alimenticia, la resistencia a enfermedades y la calidad de la canal (Hasler, 2014).

Sin embargo, a pesar de sus beneficios potenciales, la eficiencia de la transferencia de embriones en bovinos productores de carne puede variar considerablemente debido a una serie de factores, incluyendo la calidad del embrión, la sincronización adecuada entre la receptora y el embrión, las condiciones de manejo y la experiencia del personal involucrado (Stringfellow, 2010). Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el impacto reproductivo y económico de la implementación de la transferencia de embriones en Moreno Ranch en Texas, EU.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Participar en las diferentes actividades relacionadas a la implementación de la técnica de transferencia de embriones en bovinos productores de carne en Moreno Ranch, Riesel, Texas, Estados Unidos.

2.2. Objetivos específicos

Identificar la cantidad y calidad de ovocitos viables por cada vaca sometida al proceso de investigación.

Determinar la calidad y cantidad de embriones transferibles.

Calcular el porcentaje de embriones implantados y el costo de vaca preñada mediante la técnica reproductiva implementada.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Transferencia de embriones

La transferencia de embriones es una técnica mediante la cual, los embriones (óvulos fertilizados) son colectados del cuerno uterino de la hembra antes de la nidación (donadoras), y transferidos al cuerno uterino de otras hembras para completar su gestación (receptoras).

3.2. Historia y actualidad de la transferencia de embriones.

La transferencia comercial de embriones en Norteamérica se desarrolló en los principios de los años setenta con la introducción de razas. En los últimos 30 años la aplicación de esta tecnología ha ido en aumento (especialmente en el ganado lechero), con más animales seleccionados por su genética que por un fenotipo deseable (Flores, 2022).

En Canadá, más del 70% de las transferencias de embriones se realizan en el ganado lechero y aproximadamente el 70% de los embriones producidos in-vivo son congelados anualmente. La mayoría de los embriones transferidos en Canadá son para aumentar la descendencia de hembras “elite” puro registradas. Este es el más importante uso de la transferencia de embriones en este país, donde de los 122 toros Holandos en el mercado para IA, 39 fueron producidos por transferencia de embriones (Lee, 2022).

3.3. Técnicas de la transferencia de embriones

3.3.1. Transferencia en fresco

Antes de hacer la colecta de los embriones las vacas tienen que ser sometidas a un proceso de superovulación, que tiene como finalidad producir un mayor número de óvulos para que sean fecundados, y posteriormente recolectados. Existen diferentes protocolos de superovulación, el utilizado ya dependerá del médico veterinario encargado, se hace uso de diferentes hormonas, como los estrógenos, prostaglandinas, FSH, LH, GNRH, etc.

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. El hecho de establecer a nivel mundial que la colecta se debe hacer el día 7 después de la primera I.A., estandariza la valoración y manipulación de los embriones para la comercialización, además facilita la sincronización de las receptoras (Gorlach, 1997).

Las principales etapas relacionadas son:

- a. Inducción de la superovulación (donadora)
- b. Sincronización del ciclo estral (receptoras)
- c. Recolección de los embriones (donadora)
- d. Clasificación de los embriones
- e. Almacenamiento por corto plazo y cultivo
- f. Criopreservación
- g. Transferencia de los embriones (receptoras)

En la actualidad han sido factibles muchas otras técnicas relacionadas con la TE como el sexado, la micromanipulación, la fertilización *in vitro* y la donación.

3.3.2. Transferencia en frío

Se realiza el protocolo de superovulación en las vacas donadoras, posteriormente se hace la aspiración de los ovocitos, la técnica de aspiraciones de ovocitos consiste en aprovechar las ondas de crecimiento folicular dentro del ciclo estral, para obtener un número grande de ovocitos, ponerlos a madurar y hacerles la fertilización *in vitro*.

Todos los ovocitos encontrados, continúan por tres pasos importantes del proceso: maduración, fertilización de los ovocitos maduros y cultivo de embriones. Estos son puntos críticos de control, ya que únicamente del 25% al 40% de todos los ovocitos, alcanzan el estadio de Blastocito (B) o Blastocito expandido (Bex) que son los estados viables de un embrión (Orellana, 2007).

Una vez se eligen los embriones que se van a congelar se empajuelan, como se hace con los embriones frescos. Por último, se sincronizan las vacas receptoras, se ve el estado del cuerpo lúteo y de aquí se parte si hace la implantación o no, se marca del lado que se va a hacer la implantación (Orellana, 2007).

3.4. Vacas donadoras

El valor de la donadora puede ser definido de acuerdo a diferentes criterios según los beneficiarios. Sin embargo, en el caso de la aplicación práctica de la técnica para el mejoramiento genético del ganado, debemos escoger a las vacas más productivas como donadoras. Además, estas vacas, deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- a. No presentar enfermedades hereditarias
- b. Tener excelente historial reproductivo y salud
- c. Alto valor en el mercado
- d. Ciclos estrales regulares
- e. No tener enfermedades que afecten la fertilidad

3.5. Vacas 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.

3.6. Dominio de recomendación

Es posible realizar esta práctica en cualquier rancho, sin embargo, se tiene que contar con ciertos requisitos mínimos de instalaciones. Dentro de ellos se encuentran los siguientes:

- a. Local cerca de la trampa donde se harán las transferencias.
- b. Libre de polvo y corrientes de aire.
- c. Área para microscopios de 3x3 m o más.
- d. Mesa de trabajo firme y fácil de limpiar.
- e. Aire acondicionado para lograr una temperatura de 15 a 20 C.
- f. Que tenga luz suficiente (ventanas, focos no incandescentes).
- g. Corriente eléctrica.
- h. Refrigerador para conservar los medios.
- i. Área de almacenamiento de equipo y materiales

j. Trampa para manejo de ganado cercana y bajo con techo.

3.7. Raza Brahman

3.7.1. Origen

La raza Brahman Americana tuvo su origen en el ganado vacuno importado en Estados Unidos desde la India. Este ganado indio se conoce con los nombres de Brahman o Cebú. Los animales de la raza Brahman constituyen el ganado sagrado de la India. Son muchos los hindúes que no comen carne, no permiten el sacrificio en su tierra nativa ni las venden a otros. Estos factores, junto con las normas que regulan la cuarentena en los Estados Unidos, dificultan la importación de animales directamente provenientes de la India. En la formación del Brahman Americano moderno intervinieron al menos tres razas cebuinas, Nellore y la Gyr (Salgado, 2017).

3.7.2. Características físicas

Su talla es grande; cabeza ancha; perfil recto; cuello corto y grueso con papada grande; cuernos cortos que se proyectan hacia atrás y hacia afuera, orejas cortas y poco colgantes; vientre voluminoso; cruz alta con giba bien desarrollada; tronco cilíndrico; pierna redonda, muslos bien formados y carnosos; el color gris acero es el preferido y generalmente el color tiende a ser más oscuro en el tercio anterior y posterior de los toros (Asocebú, 2022).

Los mejores ejemplares de la raza Brahman moderna poseen una alzada considerablemente menor que el ganado vacuno indio que llegó por primera vez a Estados Unidos. Su cuerpo es moderadamente profundo y muy musculoso en su totalidad. La cabeza es larga en comparación con las otras razas productoras de carne. Los cuernos aparecen inclinados generalmente hacia arriba más que hacia abajo y hacia afuera, como sucede en las razas europeas con cuernos (Ruminews, 2019).

3.7.3. Ventajas ambientales

Sin duda alguna la capacidad del ganado Brahman para tolerar altas temperaturas lo sitúa como la raza de carne ideal para las regiones húmedas y calurosas del mundo. A medida que la temperatura sube por encima de 24 C las razas europeas disminuyen el consumo de alimento tanto como la producción de leche. Por otra parte, el ganado Brahman continúa demostrando su eficiente utilización de gramíneas altas en fibra, así como su capacidad de consumir una variedad más amplia de forrajes, lo cual les da una indiscutible ventaja en las regiones tropicales y sub-tropicales del regiones tropicales y subtropicales del mundo (Becaluba, 2007).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción del sitio de la practica

El presente trabajo se realizó en Moreno Ranches, ubicado en Riesel, estado de Texas, Estados Unidos de América, Riesel consta de aluviones muy profundos a gravados, suelos bien drenados que se formaron en aluviones arcillosos sobre grava derivados de arenisca. Las pendientes oscilan entre el 1 y el 5 por ciento. La precipitación media anual es de unos 856 mm y la temperatura media anual del aire es de unos 20,1 grados C. El área es utilizada principalmente para pasturas, el pasto dentro de los potreros es nativo, se cultiva también la cebada, que se suplementa en el verano (USDA, 2018).

4.2. Materiales y equipo

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipo: hormonas fetargyl (GnRH) y estoPLAN (prostaglandina), mesa de instalación, guantes, dispositivos intravaginales a base de progesterona, aplicador de dispositivos, libreta, registros de animales, sonda de aspiración, bomba de vacío, agujas de aspiración, lidocaína, tubos de ensayo con medio de mantenimiento y tubos de ensayo con medios de lavado, pistola para transferencia de embriones, embriones frescos y ecógrafo.

4.3. Método

La práctica se llevó a cabo durante los meses de mayo a agosto del presente año, con una duración de 600 horas laborales. Se llevó a cabo mediante una metodología descriptiva, participativa y cuantitativa, donde se participó en cada una de las actividades relacionadas a la reproducción del ganado y específicamente en la transferencia de embriones.

4.4. Desarrollo de la practica

4.4.1. Animales

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron 15 donadoras entre ellas vacas y vaquillas de la raza Brahman rojo y Brahman gris. Para la selección de las vacas donadoras se tomaron en cuenta factores como: edad, peso (550 – 650 kg), historial productivo y reproductivo, valor en el mercado y que estuvieran libre de enfermedades, etc.

En el caso de las vacas receptoras, se utilizaron vacas encastadas entre hereford x brahman y brangus, la cuales cumplieron con ciertos requisitos para poder ser transferidas, como ser: la edad que debe oscilar en los 2.5 años que es cuando han alcanzado el primer parto, condición corporal, tamaño, habilidad materna y libre de enfermedades. Se trabajó con dos lotes de vacas receptoras, el primer lote consto de 23 vacas receptoras y el segundo lote de 53 vacas.

4.4.2. Alimentación

Las vacas donadoras permanecieron en potrero, donde se les suministraba sales minerales a voluntad y agua fresca, no recibieron ningún tipo alimento concentrado, lo cual únicamente se realiza en las épocas de escasez. Las vacas receptoras se mantuvieron en corrales antes de ser transferidas y su alimentación se basó en heno, concentrado y sales minerales. Una vez transferidas se mandaron a potrero y un mes pos transferencia se realizó el diagnostico de preñez, las que resultaron vacías se apartaron y volvieron al corral.

4.4.3. Trans Ova Genetics

Trans Ova Genetics fue la empresa encargada de la reproducción animal dentro del rancho, tuvo como finalidad producir sus embriones de una manera adecuada, ellos se encargaron de una gran parte del proceso; aspiraciones, fertilizaciones, empajillado de los embriones, transferencia y chequeo de preñez.

4.5. Pasos para la aspiración de ovocitos

Asegurarse que todos los materiales estén en la mesa de instalación.

Después que está todo el equipo instalado, se colocó la vaca en la prensa y se aseguró que estuviera tranquila. Se aplicó la Lidocaína al 2% (anestésico local) utilizando la técnica de anestesia epidural sacro-coccígea para evitar las contracciones del recto de la vaca y facilitar la manipulación de los ovarios al momento de hacer la aspiración, también evita que la vaca sienta algún dolor al momento de perforar con la aguja de aspiración. Una vez que se aplicó la lidocaína, se hace una evacuación de las heces presentes en el recto, seguido de un lavado de la vulva con agua y se seca. Después se procedió a introducir la sonda de aspiración por el tracto genital de la vaca con camisa de protección, aguja de aspiración y un poco de gel lubricante.

Todos los folículos en crecimiento se encuentran en la periferia del ovario, por lo tanto, al momento de ejecutar la aspiración la aguja de aspiración se mueve con mucho cuidado sobre la parte superficial del ovario y así evitar introducir la aguja en el cuerpo del ovario, lo cual puede causar lesiones, hemorragias e infecciones.

Los oocitos junto con el líquido folicular fueron succionados por la aguja de aspiración hasta llegar al tubo de ensayo que se encuentra dentro del baño maría. Finalizada la aspiración que puede durar de 20 a 30 minutos, sobre la tapa del tubo de ensayo se escribe el número de la vaca que se trabajó y se pasa al laboratorio.

Una vez terminado el proceso de aspiración, en el tubo de ensayo queda un líquido rojo, este color se debe a la mezcla de sangre y el medio de mantenimiento utilizado para drenar los oocitos y hacerlos llegar hasta el tubo de ensayo. Luego este fue llevado al laboratorio de fertilización in vitro donde continuo el proceso de búsqueda, maduración y fertilización de los oocitos, posteriormente la transferencia en fresco que fue en el caso de Moreno Ranches.

4.6. Búsqueda de ovocitos

Todo el líquido que se encuentra en el tubo de ensayo fue pasado por un filtro igual al que se usa para los embriones, se enjuago muy bien el tubo de ensayo con PBS (Phosphate Buffered Saline por sus siglas en inglés), luego el filtro se enjuago dos o tres veces hasta que se eliminó

el color rojizo de la sangre. El líquido que queda en el filtro se pasa a un plato de búsqueda y se procede a buscar los oocitos.

Todos los oocitos encontrados continuaron por tres pasos importantes del proceso: maduración, fertilización de los oocitos maduros y cultivo de embriones. Estos son puntos críticos de control, ya que únicamente del 25% al 40% de todos los oocitos alcanzan el estadio de Blastocito (B) o Blastocito expandido (Bex) que son los estados viables de un embrión.

4.7. Procedimiento para la transferencia de embriones

Se trasladaron las vacas a la manga, evitando cualquier estrés en las mismas. Fue necesario que todas las vacas estuvieran en el mismo corral ya que el mismo día fueron transferidas todas.

Evaluación de la receptora: Éste es un momento clave en la T.E. la evaluación quedo a criterio del técnico encargado de hacer la T.E., él decidió si se iba transferir el embrión o no. Se hizo una palpación rectal y se utilizó el ecógrafo para ver el estado del C.L, si a la vaca se le iba a transferir el embrión se le colocaba un arete con información del embrión, identidad de la receptora y fecha de parto.

Armado de la pistola de transferencia: Esta labor se realizó previo a la transferencia. Una vez que la pajuela (0.25 ml) esta lista el técnico preparó la pistola de T.E., tomo la pajuela que contiene el embrión cuidadosamente por el extremo donde está el sello de algodón, la introdujo por la punta de la pistola de T.E., de la misma forma como se haría al colocar una pajilla de semen en una pistola de I.A., luego se introdujo la pistola que contiene la pajuela con el embrión dentro de la funda para la T.E., ésta es igual a una funda de I.A. diferenciándose en la longitud, siendo algo más largo, además presenta una punta de metal con dos orificios laterales en la cual va a salir el embrión. Para finalizar la preparación de la pistola de T.E. se colocó una camisa protectora estéril plástica que lo protege de cualquier fuente de contaminación y posteriormente se introduce por la vagina de la vaca.

Preparación de la vaca receptora una vez está en la manga: Se le inyecta una anestesia epidural para bloquear los movimientos rectales y el músculo del esfínter anal, pero antes se le hizo una limpieza en el lugar donde se va a inyectar para evitar cualquier infección. Se aplicó 10 ml de

Lidocaína al 2% entre las articulaciones del sacro y la primera vértebra coccígea. Para comprobar que se colocó la aguja en el lugar indicado se jala el émbolo asegurándose que la aguja no está dentro de un vaso sanguíneo. Una vez terminada la preparación de la pistola se procede a la transferencia del embrión (Moreno, 2004).

Por último, se realizó la identificación a la vaca que se le practicó el proceso y se llevó a instalaciones adecuadas, donde la vaca estuvo tranquila y libre de estrés.

4.8. Variables a evaluadas

4.8.1. Cantidad de ovocitos recolectados por vaca.

Para el cálculo de la cantidad de ovocitos se utilizó un lote de 15 donadoras entre ellas vacas adultas y vaquillas. Se hizo la suma de tres aspiraciones y posteriormente se obtuvo un promedio, este conteo fue realizado a nivel de laboratorio.

4.8.2 Calidad de ovocitos recolectados por vaca.

La clasificación de los ovocitos se realizó en el laboratorio del rancho, donde se hizo una sola clasificación de ovocitos ABC.

La calidad de los ovocitos se evaluó con las siguientes categorías.

- **Categoría A.** Calidad buena, los ovocitos se encuentran completamente rodeados por tres capas de células del cúmulus y citoplasma homogéneo.
- **Categoría B.** Calidad regular, los ovocitos están rodeados parcialmente por células del cúmulus o con citoplasma irregular.
- **Categoría C.** Calidad mala, los ovocitos se encuentran totalmente desnudos.
- **Categoría D.** Ovocito degenerado, los ovocitos se encuentran rodeados solo de fibrina.

4.8.3 Embriones transferibles

Se tomaron en cuenta los embriones que cumplieron con la calidad deseada, que son grado 1 y grado 2, ya que estos embriones son los transferidos dentro del rancho.

- Grados o códigos de calidad de los embriones

El rango para la calidad de los embriones es de 1-4:

Grado 1 Excelente o bueno: Embriones uniformes en color tamaño y densidad.

Grado 2 Regular: Moderadamente presenta irregularidades en los embriones individuales en tamaño, color y densidad.

Grado 3 Pobre: Presenta mayores irregularidades en la masa del embrión en el tamaño color y densidad de las células individuales.

Grado 4 Degenerado: Embriones de una sola célula, estos embriones no son viables.

El embrión que se comercializa a nivel internacional es del grado 1.

- Nomenclatura del desarrollo embrionario (Moreno, 2004).

Días de vida

0. Huevo sin fertilizar después de la ovulación.
1. Fertilización hasta la primera división celular.
2. Embrión de dos células.
3. Embrión de cuatro células.
4. Embrión de ocho células.
5. Embrión de dieciséis células.
6. Mórula.
7. Blastocito.
8. Blastocito expandido.
9. Blastocito eclosionado.

4.8.4. Porcentaje de embriones implantados

Para determinar esta variable fue necesario la utilización de un ecógrafo, dicha práctica se realizó un mes después de la transferencia de los embriones a las receptoras. Se utilizaron 76 vacas receptoras en total.

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

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

Donde:

EI = Embriones implantados

ET = Embriones transferidos

4.8.5. Costo por vaca preñada

Se determinó el costo total por vaca preñada al sumar los gastos del protocolo de sincronización, más los costos de la aspiración de los ovocitos, el proceso de transferencia de embriones, guantes, mano de obra, entre otros, dividiéndolo entre el número de vacas que quedaron gestantes.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Cantidad de ovocitos recolectados por vaca.

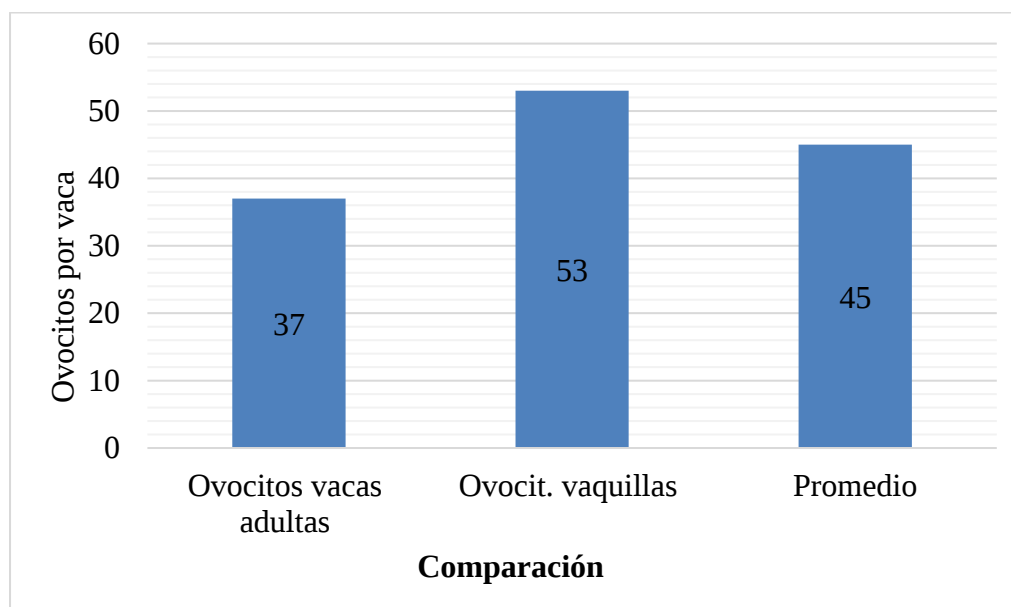


Figura 1. Ovocitos promedio por vaca

Para el cálculo de la cantidad de ovocitos se utilizó un lote de 15 donadoras entre ellas 11 vacas adultas y 4 vaquillas. Se hizo la suma de tres aspiraciones y posteriormente se sacó un promedio al igual que en el grupo de vaquillas. Los resultados para las vacas adultas fueron de 37 ovocitos/vaca/aspiración, mientras que las vaquillas presentaron una mayor cantidad en comparación a las vacas adultas, lo cual fue en promedio de 53 ovocitos/vaquilla/aspiración. Por último, se sacó un promedio de los dos resultados finales, dando como promedio 45 ovocitos/vaca/aspiración.

Lerner y col (1986) sostienen que en su trabajo realizado observaron que al aumentar la edad de la donante disminuyeron el número de ovulaciones, la tasa de fecundación y la calidad embrionaria. La disminución en el número de ovulaciones se debería a una menor disponibilidad de folículos capaces de responder a las gonadotrofinas exógenos. Al haber menos folículos en crecimiento, los niveles de inhibina bajarían y habría un aumento de la FSH endógena que haría que, en estos animales, en cualquier momento del ciclo estral los folículos en crecimiento estuvieran en un estado de desarrollo más avanzado que aquellos folículos en animales más jóvenes.

5.2 Calidad de ovocitos por vaca.

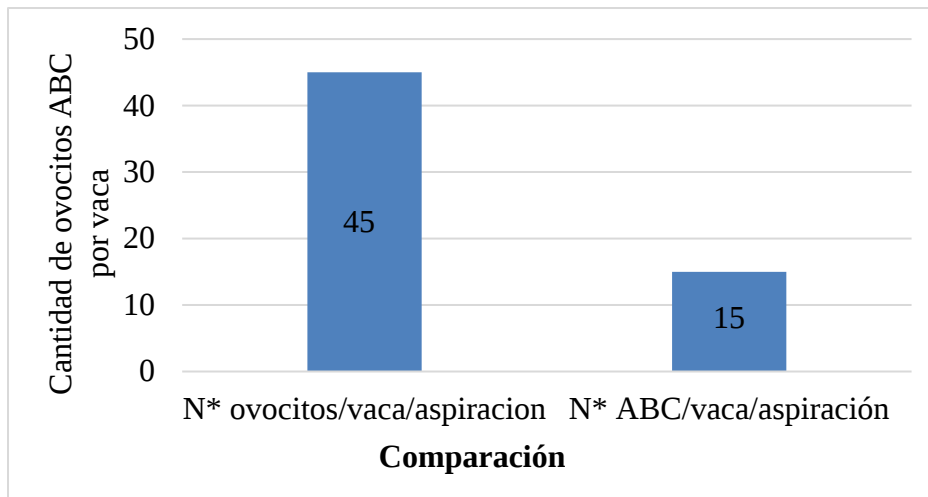


Figura 2. Promedio de ovocitos ABC por vaca

En el siguiente grafico se muestra la cantidad de ovocitos recolectados por vaca y el número de ovocitos aptos para ser fertilizados, dando como resultado 45 ovocitos/vaca/aspiración y 15 ovocitos calidad ABC/vaca/aspiración, representando un 33% de ovocitos de calidad ABC con respecto a la cantidad de ovocitos aspirados.

Álvarez (2022) en su investigación realizada y al trabajar con la raza brangus obtuvo un 69% de ovocitos aptos para la fertilización, resultado que supera al encontrado en la presente investigación, cabe recalcar que en este proceso entran varios factores que intervienen en los resultados finales tales como la raza, alimentación, manejo, edad de las vacas, etc. Por otra parte, Miranda (2020) al realizar una investigación de la misma índole obtuvo un resultado de 33.6% de ovocitos aptos para la fertilización, dato similar al encontrado en el actual trabajo.

5.3 Embriones transferibles

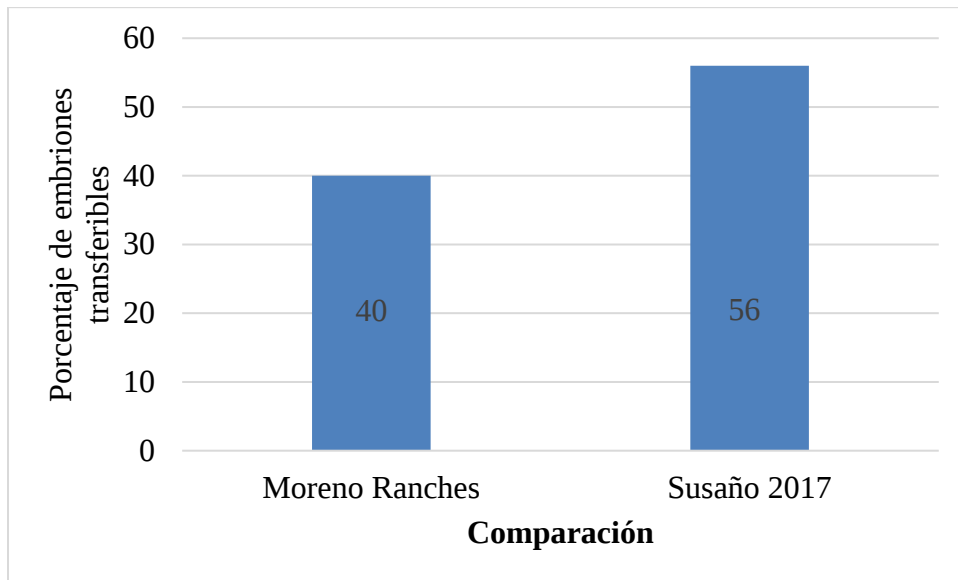


Figura 3. Porcentaje de embriones transferibles

En la figura 3 se muestra la cantidad de embriones viables que se lograron obtener durante todo el proceso, este mismo fue de 6 embriones viables/vaca/aspiración, representando el 40% de embriones viables, resultado inferior el encontrado por Susaño (2017) quien en su investigación encontró un 56,67% de embriones viables, es importante recalcar que en estos procesos existen muchos factores que pueden afectar la cantidad de embriones viables, tales como: la técnica utilizada, la raza, la mano de obra calificada, entre otros.

5.4 Porcentaje de embriones implantados

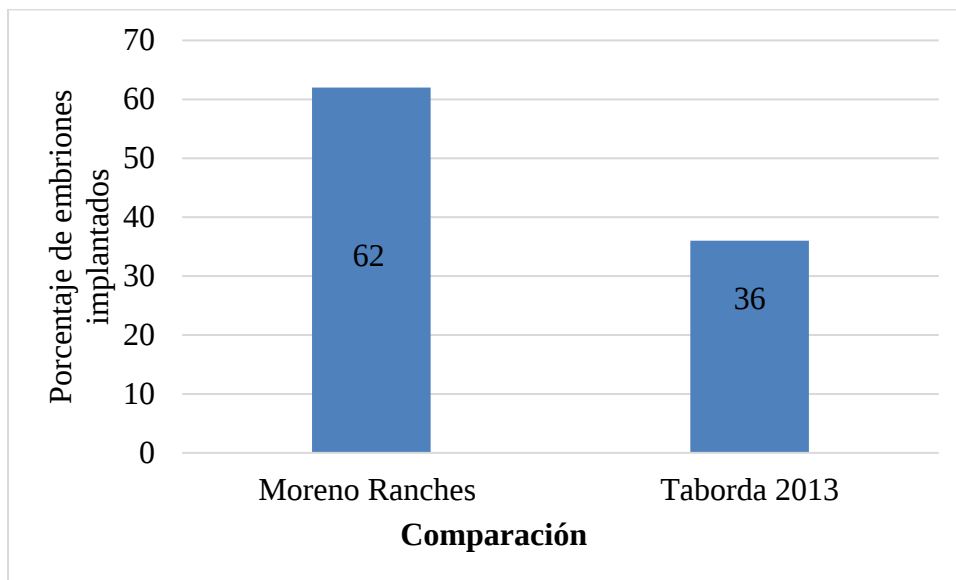


Figura 4. Porcentaje de embriones implantados

Se utilizaron dos lotes de vacas receptoras, el primer lote de 23 vacas transferidas en el que se obtuvieron 16 vacas preñadas y el segundo lote de 53 vacas transferidas donde se obtuvieron 31 vacas preñadas, dando como resultado un total de 47 vacas gestantes, lo cual representó el 62% de embriones implantados, este resultado supera al encontrado por Taborda (2013) al realizar un trabajo de investigación en Colombia y obteniendo un 36% de embriones implantados.

5.5 Costo por vaca preñada

Cuadro 1. Costo por vaca preñada

Producto	ml/unidad	Precio/ml \$	M.O./dia	N. de veces a utilizar en el ciclo	N. de vacas	Subtotal \$
Fetargyl	2	0.7		2	76	212.80
estroPLAN	2	1.35		1	76	205.20
Dispositivos	1	7.5		1	76	285.00
Tecnico de TE	2		350	2	76	1,400.00
Tecnico de OPU	2		350	2	76	1,400.00
Operario del ganado	2		150	8	76	2,400.00
Tecnico cheq preñ	1		350	2	76	700.00
Total						6,603.00
Vacas preñadas	47					
Costo/vaca preñada	140.489362	\$				
3519.25851 Lps/preñez						

El costo por vaca preñada dio como resultado un total L. 3,519.25, resultado considerable teniendo en cuenta el precio final de estos animales. Cabe resaltar que aquí no se consideraron costos de alimentación y algunos productos veterinarios utilizados en el manejo de las vacas donadoras y receptoras.

VI. CONCLUSIONES

En el análisis de la aspiración de ovocitos se obtuvo un promedio de 45 ovocitos por vaca por sesión. Se observaron diferencias significativas entre los grupos de donadoras, con vacas adultas produciendo en promedio 37 ovocitos y vaquillas 53 ovocitos.

En cuanto a la calidad de los ovocitos se obtuvieron en promedio 15 ovocitos clasificados como calidad ABC, dando como resultado un 33% de calidad ABC que son los ovocitos aptos para ser fertilizados.

El porcentaje de embriones transferibles dio como promedio un 40%, el 60% fue de embriones no viables, esta variable va de la mano con la calidad de los ovocitos que al final es baja en las vacas donadoras.

Se logro encontrar un 62% de embriones implantados, lo cual es un resultado favorable dentro de la transferencia de embriones, esta confirmación es de las más importantes dentro de todo este proceso, ya que aquí es donde se puede medir la eficiencia general de todo el proceso.

El costo por vaca preñada es accesible para los productores de la zona, este mismo es de 140.48 \$ por vaca preñada (L. 3519), a pesar del arduo trabajo que lleva este proceso los costos no fueron tan altos, comparándolos con lo que cuesta el animal ya nacido, que es donde se puede hacer el análisis beneficio-costos, estos animales de unos 6 meses andan en un precio alrededor de unos 10 mil dorales en promedio, esto deja claro que si es rentable la transferencia de embriones en el rancho.

VII. RECOMENDACIONES

Para mejorar la eficiencia del proceso reproductivo, es fundamental optimizar los protocolos de recolección de ovocitos.

Brindar un mejor manejo a las vacas donadoras que están en potrero, lo que permitirá aumentar la cantidad y calidad de ovocitos por vaca.

Trabajar más con vacas receptoras del cruce brahman x hereford, ya que estas tienen una mejor eficiencia en la implantación del embrión.

XIII. BIBLIOGRAFIA

- Asocebú. (2022). Brahman rojo – gris. Consultado el 2 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de <https://www.asocebu.com/index.php/brahman>
- Alvarez, R. (2022). Analisis retroespectivo de aspiraciones foliculares sucesivas según calidad y cantidad de ovocitos de bovinos brangus. Consultado el 22 de octubre del 2024 (en línea). Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-68402022000200160&script=sci_arttext
- Becaluba. (2007). Respuesta ovárica y embrionaria de dos protocolos de superovulación en bovinos altoandinos Pardo Suizo. Consultado el 8 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de https://www.engormix.com/lecheria/transferencia-embriones-bovinos/respuesta-ovarica-embrionaria-dos_a53228/
- Flores, V. (2022). Transferencia de embriones en vacas brown swiss y evaluacion de los terneros nacidos hasta el destete. Consultado el 8 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de <https://revistas.unap.edu.pe/agr/index.php/agr/article/view/525/450>
- Gorlach, A. (1997). Transferencia de embriones en ganado vacuno. Consultado el 15 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de https://www.editorialacribia.com/libro/transferencia-de-embriones-en-el-ganado-vacuno_54377/
- Hasler, J. F. (2014). Forty years of embryo transfer in cattle: A review focusing on the journal Theriogenology, the growth of the industry in North America, and personal reminiscences. Consultado el 13 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de Science Direct : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X13003737>
- Hernandez, S. T. (2013). Evaluación técnico-económica del programa de transferencia de embriones en ganado. Consultado el 22 de octubre del 2024 (en línea). Obtenido de <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/2fcd3a0e-cc9a-4e3b-8255-694c99f50bf1/content>

- Lee, K. (2022). 2022 Canada dairy statics. Consultado el 16 de mayo del 2024 (en línea)
Obtenido de <https://www.progressivepublish.com/downloads/2023/general/2022-ca-stats-highres.pdf>
- Moreno, J. (2004). Transferencia de embriones en bovinos. Consultado el 18 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Bo/publication/228448348_Transferencia_de_embryones_a_tiempo_fijo_tratamientos_y_factores_que_afectan_los_indices_de_prenez/links/02e7e52028f3a67a6e000000/Transferencia-de-embryones-a-tiempo-fijo-tratamientos-y
- Orellana, J. C. (2007). Manual de procedimientos para el laboratorio de transferencia de embriones en bovinos de la empresa GRI. Consultado el 23 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de "C:\Users\josea\Downloads\ovocitos.pdf"
- Ruminews. (2019). Brahman rojo, habilidad maternal, rusticidad y producción de leche. Consultado el 25 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de <https://rumiantes.com/brahman-rojo-habilidad-maternal-rusticidad-produccion-leche/>
- Salgado, S. (2017). Ganado brahman en America. Consultado el 23 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de <https://www.ganaderia.com/raza/brahman>
- Stringfellow, R. (2010). Factors affecting the success of bovine embryo transfer programs in the field. Consultado el 23 de mayo del 2024 (en línea). Obtenido de <https://search.worldcat.org/es/title/Manual-of-the-International-Embryo-Transfer-Society-:-a-procedural-guide-and-general-information-for-the-use-of-embryo-transfer-technology-emphasizing-sanitary-procedures/oclc/629876742>
- Susaño, R. (2017). Evaluacion de la viabilidad de embriones producidos in vitro de ganado bovino al proceso de congelacion y vitrificacion en condiciones de altura. Consultado el 23 de octubre del 2024 (en línea). Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15312/T-2472.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- USDA. (2018). Riesel Series . Washington D.C., Estados Unidos. Consultado el 2 de junio del 2024 (en línea). Obtenido de

https://www.nrrig.mwa.ars.usda.gov/STEWARDS_HTML/Riesel%20Watershed%20TX.htm

IX. ANEXOS

Anexo 1. Aspiración de ovocitos



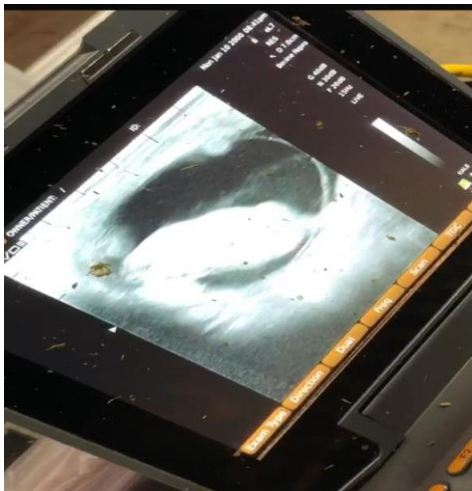
Anexo 2. Transferencia de embriones



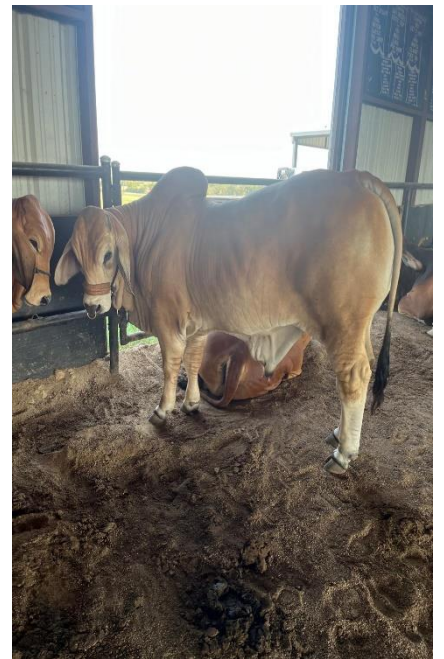
Anexo 3. Protocolo de sincronización



Anexo 4. Chequeo de preñez



Anexo 5. Actividades extras



TRANS OVA

REC: 7.5.1 116-01
RevDate: 2023FEB07
8 of 26TRANS OVA
genetics

Aspiration Form

REC: 7.5.1 116-01
RevDate: 2023FEB07
21 of 26

Donor: ~~RR MORENO - 12/2/22~~ 68813
Owner: MORENK - Moreno Ranches
Schedule: NO STIM - Fol
ZMR - Monero Ranch TX Site

Bill: ☐ ASPIRATION Entered: ☐
Date: Monday, July 29, 2024 Tech: BLW Start Time: 1315
Left Right Filter Rinse Tech: _____
Large (9-19 mm): _____
Medium (4-8 mm): 1 _____
Small (2-3 mm): 20 _____
Total Aspirated: _____
CL's: 1 _____
Cysts: _____
Comments: _____
Aspiration Comment: _____
Donor Condition: _____

Bill: ☐ MATURATION Entered: ☐
Oocytes ABC 48 # in Mat: 81
D 23 Time: 1338
E 10 Tech: ENK
Total: 61 USDA Seal: _____
Cytoplasm Quality: Good / Fair / Poor 27(x3)
Comments: _____

Bill Proc: ☐ FERTILIZATION Entered: ☐
Bill Semen: ☐ Date: 7/30/2024
Total Insemin: _____ Time in Fert: _____ Tech: _____
Sire: _____ Semen Owner: _____
Cane Code: _____ Breed: _____
1) Location: _____ Units: _____ Coll Code: _____ Billable Units: _____
2) Location: _____ Units: _____ Coll Code: _____ Billable Units: _____
Heparin: _____
Semen Type: N SF RS Sex: M F Number in RS Group: _____
Oocyte Score: 1 2 3 4 5 Semen Score: 1 2 3 4 5
Comments: _____

CULTURE Entered: ☐
Total # Cult: _____ Date: 7/31/2024 Time to Cult: _____ Tech: _____
Comments: _____

TRANSFER
Date Out: 8/6/2024 TX: _____ FZ: _____ Disc: _____
Implant: _____ Freeze _____ Live Calf: No
Embryos Packaged for Transfer: ☐ NO

HISTORY

Date	Schd	Fsh	S	M	L	Ooc	%ABC	Sire/Pool	Fert	Clv	Via
7/29/2024	NO STIM	Fol	0	0	0	0	NaN				0
7/3/2024	NO STIM	Fol	35	0	2	63	25%	ROCKO 191	61	34	13
11/6/2023	NO STIM	Fol	36	1	0	56	36%	ROCKO 191	56	36	15

7/29/2024 8:30:42 AM