

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**ACOMPañAMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BIOTECNOLOGÍAS  
REPRODUCTIVAS EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE EN  
HACIENDA MONTECARMELO, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA.**

**POR:**

**ELVIN ALEXANDER MALDONADO GALINDO**

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



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**MAYO, 2025**

**ACOMPañAMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BIOTECNOLOGÍAS  
REPRODUCTIVAS EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE EN  
HACIENDA MONTECARMELO, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA.**

**POR:**

**ELVIN ALEXANDER MALDONADO GALINDO**

**M.Sc. MARVIN NOE FLORES SÁNCHEZ**  
**Asesor principal**

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

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**MAYO, 2025**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

Catacamas, Olancho

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL

Los suscritos miembros de la comisión evaluadora del Informe Final de la Práctica Profesional Supervisada **M.Sc. Marvin Noe Flores, M.Sc. Orlando Castillo, M.Sc. Javier Reyes Luna** certifica que:

El estudiante **ELVIN ALEXANDER MALDONADO GALINDO** del IV Año de Ingeniería Zootecnia presentó su informe intitulado:

### **“ACOMPañAMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE EN HACIENDA MONTECARMELO, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA”**

El cual, a criterio de los evaluadores el presente trabajo como requisito previo para la aprobación de la Práctica Profesional Supervisada.

Dado en la ciudad de Catacamas, Departamento de Olancho, a los 04 días del mes de abril del año 2025.

---

**M.Sc. Marvin Noe Flores**

Asesor Primario

---

**M.Sc. Orlando Castillo**

Asesor Secundario

---

**M.Sc. Javier Reyes Luna**

Asesor Secundario

## DEDICATORIA

A **Dios** ser todopoderoso que ha permitido darme salud y fortaleza para seguir en el camino del conocimiento y de haberme bendecido con mis padres y familia que es el mejor regalo que tengo en mi vida.

A mi madre **Ana Galindo** y mi padre **Oswaldo Maldonado**, que son mi motivación y siempre serán el ejemplo de superación, dándome ejemplo de honradez, perseverancia, lealtad y disciplina, enseñándome siempre el camino correcto a seguir, donde espero ser un orgullo como hijo.

A mis hermanos **Wilmer, Jeyson, Jenniffer y Fernando** por ser muy importantes en mi vida, los cuales siempre me han demostrado admiración, respeto y apoyo durante toda mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios todo poderoso** y mis padres **Ana Galindo y Oswaldo Maldonado** por brindarme de su apoyo durante toda mi carrera profesional, ya que sin ellos no podría ser posible la obtención de mi título.

Al **Sr. Jorge Arias, Sr. Jorge Ortiz y Sr. Carlos Escobar**, por ser unas personas muy importantes durante toda mi práctica profesional, donde me mostraron su apoyo y la confianza, también a todo el personal de trabajo de la Hacienda Montecarmelo, por tener un gran ambiente laboral, ya que eso es fundamental para que haya un mejor funcionamiento en cualquier empresa.

A mis asesores **M.Sc. Marvin Noe Flores, M.Sc. Orlando Castillo y M.Sc. Javier Reyes Luna**, por su tiempo, dedicación y apoyo durante la elaboración del anteproyecto e informe final.

A mis amigos, **Favio Tercero, Mario Naira, Juan Alvarenga, Marlon Zavala y Josué Sánchez**, por mostrarme su lealtad y brindarme su apoyo desde el inicio de nuestra amistad, también por estar orgullosos de todo lo que he logrado.

A mis amigos y compañeros **Nazario Núñez, Jonathan Palma, Diego Moncada, Wilmer Otero**, que de una u otra manera contribuyeron en la culminación de mi carrera profesional, ya que nos hemos apoyado en todo momento.

## CONTENIDO

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LISTA DE CUADROS .....</b>                               | <b>i</b>   |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                               | <b>ii</b>  |
| <b>LISTA DE ANEXOS .....</b>                                | <b>iii</b> |
| <b>RESUMEN.....</b>                                         | <b>iv</b>  |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>                                | <b>1</b>   |
| <b>II. OBJETIVOS .....</b>                                  | <b>2</b>   |
| Objetivo general.....                                       | 2          |
| Objetivos específicos .....                                 | 2          |
| <b>III. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>                    | <b>3</b>   |
| 3.1 Biotecnología de la reproducción .....                  | 3          |
| 3.2 Alimentación y su efecto en la reproducción.....        | 3          |
| 3.3 Efectos del uso de biotecnologías de reproducción ..... | 4          |
| 3.4 Costos de las biotecnologías de reproducción .....      | 4          |
| 3.5 Sincronización de celo .....                            | 4          |
| 3.5.1 Ventajas de la sincronización de celo .....           | 5          |
| 3.5.2 Desventajas de la sincronización de celo.....         | 5          |
| 3.6 Inseminación artificial.....                            | 6          |
| 3.6.1 Ventajas de la inseminación artificial .....          | 6          |
| 3.6.2 Desventajas de la inseminación artificial .....       | 6          |
| 3.7 Transferencia de embriones .....                        | 7          |
| 3.7.1 Ventajas de la transferencia de embriones.....        | 7          |
| 3.7.2 Desventajas de la transferencia de embriones .....    | 8          |
| <b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                       | <b>9</b>   |

|              |                                                                                   |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1          | Localización .....                                                                | 9         |
| 4.2          | Materiales y equipo .....                                                         | 9         |
| 4.3          | Método.....                                                                       | 10        |
| 4.4          | Desarrollo de la práctica .....                                                   | 10        |
| 4.4.1        | Animales y alimentación .....                                                     | 10        |
| 4.4.2        | Sincronización de celo .....                                                      | 11        |
| 4.4.3        | Inseminación artificial .....                                                     | 12        |
| 4.4.4        | Transferencia de embriones .....                                                  | 12        |
| 4.4.5        | Diagnóstico de gestación .....                                                    | 13        |
| 4.4.6        | Recolección y tabulación de datos.....                                            | 13        |
| 4.5          | Variables evaluadas.....                                                          | 13        |
| 4.5.1        | Porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS) .....                              | 13        |
| 4.5.2        | Manejo y preparación de las hembras .....                                         | 14        |
| 4.5.3        | Costos de cada biotecnología implementada.....                                    | 14        |
| <b>V.</b>    | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                                               | <b>15</b> |
| 5.1          | Porcentaje de preñez al primer servicio .....                                     | 15        |
| 5.2          | Manejo y preparación de las hembras utilizadas en cada biotecnología reproductiva | 16        |
| 5.2.1        | Ovocitos recolectados mediante la técnica de aspiración folicular .....           | 16        |
| 5.2.2        | Inseminación artificial.....                                                      | 16        |
| 5.2.3        | Transferencia de embriones .....                                                  | 17        |
| 5.2.4        | Diagnóstico de gestación .....                                                    | 18        |
| 5.3          | Costos de cada biotecnología implementada .....                                   | 19        |
| <b>VI.</b>   | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                                         | <b>22</b> |
| <b>VII.</b>  | <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                                      | <b>23</b> |
| <b>VIII.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍAS .....</b>                                                        | <b>24</b> |
| <b>IX.</b>   | <b>ANEXOS.....</b>                                                                | <b>28</b> |

## LISTA DE CUADROS

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Vitaminas y minerales utilizados en las hembras que no cumplieron las condiciones para ingresar al protocolo de sincronización de celo..... | 11 |
| <b>Cuadro 2.</b> Protocolo de sincronización utilizado en la Hacienda Montecarmelo.....                                                                      | 12 |
| <b>Cuadro 3.</b> Promedio de ovocitos recolectados.....                                                                                                      | 16 |
| <b>Cuadro 4.</b> Costo del protocolo de sincronización de celo utilizado en la Hacienda Montecarmelo. ....                                                   | 19 |
| <b>Cuadro 5.</b> Costo de la implementación de la inseminación artificial en la Hacienda Montecarmelo. ....                                                  | 20 |
| <b>Cuadro 6.</b> Costo de la implementación de la transferencia de embriones en la Hacienda Montecarmelo. ....                                               | 20 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Lugar donde se realizó la práctica profesional. ....          | 9  |
| <b>Figura 2.</b> Comparación del porcentaje de preñez al primer servicio. .... | 15 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> Equipo utilizado en la transferencia de embriones. ....                  | 28 |
| <b>Anexo 2.</b> Hembras sincronizadas para un programa de transferencia de embriones. .. | 28 |
| <b>Anexo 3.</b> Aplicación de lidocaína vía epidural. ....                               | 29 |
| <b>Anexo 4.</b> Hembras alimentándose de pasto estrella. ....                            | 29 |
| <b>Anexo 5.</b> Bomba de aspiración folicular. ....                                      | 30 |
| <b>Anexo 6.</b> Diagnóstico de gestación. ....                                           | 30 |

**Maldonado Galindo, E.A. 2025.** Acompañamiento en la implementación de biotecnologías reproductivas en ganado bovino productor de leche en Hacienda Montecarmelo, Valle del Cauca, Colombia. PPS. Ingeniero en Zootecnia. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho. Honduras. Pág. 41.

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó en la Hacienda Montecarmelo, ubicada en Valle del Cauca, Colombia, con el objetivo de participar en la implementación de las biotecnologías reproductivas en ganado productor de leche. Se utilizaron un total de 187 hembras primíparas y multíparas de la raza girolando con pureza F1, 3/4 y 5/8, las cuales fueron manejadas en un sistema de producción semi-intensivo. La calidad y cantidad de alimento suministrado dependió del estado fisiológico de cada una de las hembras, tratando de cubrir los requerimientos nutricionales de las mismas. Las biotecnologías implementadas en la hacienda fueron la inseminación artificial a tiempo fijo y la transferencia de embriones. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de preñez al primer servicio, actividades de manejo y preparación de las hembras y costo por vaca preñada en cada una de las biotecnologías. Los resultados muestran que el porcentaje de preñez al primer servicio fue de 56.86% y 65.3% para la técnica de inseminación artificial y transferencia de embriones, respectivamente. También es importante mencionar que al realizar un manejo eficiente en las hembras utilizadas en cada una de las biotecnologías se lograrán obtener resultados aceptables en cuanto a la eficiencia reproductiva. Con respecto a los costos se logró obtener que para dejar gestante una vaca con inseminación artificial se necesita un total un total de \$280.81, lo que equivale a 7,254.38 Lps, mientras que para la transferencia de embriones se requiere una mayor inversión la cual asciende a un costo de \$657.24, equivalente a 16,961.08 Lps, tomando en cuenta la inversión de todo el material y equipo utilizado en cada implementación. Según los resultados obtenidos en la Hacienda Montecarmelo se puede concluir que ambas biotecnologías se encuentran dentro de los rangos aceptables manejados en el trópico, sin embargo, se pueden lograr mejores resultados en el futuro.

**Palabras claves:** transferencia de embriones, inseminación artificial a tiempo fijo, girolando.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La biotecnología de la reproducción incluye una variedad de técnicas que van desde la inseminación artificial (IA) hasta la clonación. Estas técnicas permiten aumentar la eficiencia reproductiva de los animales y son fundamentales en la mejora genética de los rebaños, contribuyendo a la producción de leche, carne y otros productos de origen animal. (Palma, 2008).

De este modo, las biotecnologías de la reproducción han tenido un impacto significativo en la producción animal, permitiendo un avance en la mejora genética que sería difícil de lograr mediante métodos tradicionales. El ganado bovino lechero, son las áreas que han mostrado mayor impacto, debido a sus sistemas de gestión intensivos que permite el uso de la IA y TE a nivel práctico. En este sentido unos de los propósitos de la IA y la TE en ganado bovino, es producir machos y hembras con rasgos genéticos superiores para la producción de leche y carne (Córdova, 2022).

El uso de biotecnologías reproductivas en los animales de granja permite mejorar la rentabilidad de las unidades de producción a través de la introducción de material genético de alto valor. Anteriormente utilizar cualquier tipo de biotecnología reproductiva tenía más desventajas que beneficios, lo contrario a la actualidad pues hoy en día resulta más costosos no utilizar estas biotecnologías que cada vez son más accesibles (Medel, 2022). Es por ello, que el propósito de la presente investigación fue participar en la implementación de las biotecnologías reproductivas en ganado productor de leche, en Hacienda Montecarmelo, Valle Del Cauca, Colombia.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Participar en la implementación de las biotecnologías de reproductivas en ganado productor de leche de la Hacienda Montecarmelo, Valle Del Cauca, Colombia.

### **Objetivos específicos**

Determinar la eficiencia reproductiva de cada biotecnología reproductiva calculando el porcentaje de preñez al primer servicio.

Describir cada una de las actividades de manejo y preparación de las hembras utilizadas en cada biotecnología reproductiva.

Detallar los costos de cada una de las biotecnologías de reproducción animal implementadas en la hacienda.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Biotecnología de la reproducción**

La biotecnología reproductiva, es una de las herramientas con mayor capacidad de generar retornos económicos directos para el productor y el sector pecuario. Se debe a que consigue aumentar la productividad, incrementando la eficiencia reproductiva y mejorando la calidad en los productos finales, al mismo tiempo que acelerar la mejora genética de la finca (Biogénesis, 2022).

Las biotécnicas actuales tienen importancia por sí mismas y además sirven como herramientas en la aplicación de otras con mayor innovación. Por ejemplo, la inseminación artificial (IA) es indispensable para los programas de superovulación y transferencia de embriones y esta última es necesaria para la producción in vitro de embriones y para el clonado animal (González y Molfino, s/f).

#### **3.2 Alimentación y su efecto en la reproducción**

La mala nutrición y pobre condición corporal están relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica y el alargamiento del anestro posparto de las vacas de cría. La eficiencia energética tiene efectos negativos en la liberación de GnRH y por lo tanto en los pulsos de LH. En vacas de cría la mayor demanda de energía es debida a la lactancia. La mala nutrición y pobre condición corporal incrementan los efectos negativos del amamantamiento prolongando el periodo de anestro posparto (Vásquez, 2017).

La fertilidad de los celos depende de la condición corporal y del nivel nutricional durante el servicio, ya que es necesario que el animal se encuentre en balance energético positivo para lograr altas proporciones de retención embrionaria. Hay algunos factores relacionados con la condición corporal, genéticos, fisiológicos y el estrés y las

condiciones medioambientales afectan significativamente la llegada a la pubertad, la fertilidad, la tasa de preñez, tanto en receptoras de embriones como vaquillonas y vacas multíparas (Boeto *et al.*, s/f).

La alimentación tiene mucha importancia en la capacidad reproductiva del rebaño, al punto que una mejora alimenticia reduce el intervalo entre partos mientras que la falta de proteínas en la dieta promueve un largo periodo de anestro postparto, que es el periodo de inactividad sexual en las hembras durante el cual no presentan ciclo de estrógeno (Rojas, 2021).

### **3.3 Efectos del uso de biotecnologías de reproducción**

La hábil aplicación de estas tecnologías hace un efecto inmediato en los animales con una eficiencia de producción y un efecto permanente en el futuro del hato ganadero. Varios métodos se han desarrollado para obtener un gran número de crías de animales genéticamente superiores. El uso adecuado de las biotecnologías reproductivas (especialmente sincronización e IA) en el ganado lechero tienen un gran papel en producción, salud y también es fácil de manejar (Kebede, 2017).

### **3.4 Costos de las biotecnologías de reproducción**

Los resultados obtenidos para el costo total de producción de un embrión transferido y confirmado a los 90 días de preñez, por la técnica de OPU, FIV y TE en fresco, es de \$834,834 colombianos (\$267.1 dólares); este valor es similar al costo promedio reportado por Bolivar *et al.* de \$255.7 dólares, en el proceso de SOV de donadoras. Este costo de producción se distribuye en las tres etapas del proceso, cabe destacar que el precio va a variar dependiendo la calidad de embriones utilizados. Asimismo, con la IA ya que hay una gran diversidad de pajillas con precios diferentes dependiendo la calidad de la genética que desean adquirir (Beltrán *et al.*, 2019).

### **3.5 Sincronización de celo**

La sincronización de celos en bovinos permite alcanzar mejores desempeños reproductivos incrementando la efectividad de los tratamientos con la inducción de la ovulación y la ciclicidad. Esto involucra el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen estro (celo) aproximadamente al mismo tiempo. Es un manejo bastante utilizado en los programas de inseminación artificial (IA), trasplante de embriones, concentraciones de partos y uso intensivo, por pocos días, de un toro con monta natural (Intagri, 2018).

Todo el protocolo tiene como objetivo final mejorar parámetros reproductivos y productivos. Esto se logra porque al usar este manejo logramos preñar a una mayor cantidad de hembras en un corto período de tiempo, además hace eficiente la detección de celo ya que se puede complementar con la IATF que permite inseminar a un gran número de hembras en un mismo horario. Otra ventaja es que permite obtener intervalos de partos de 12 y 13 meses obteniendo una cría al año (Colun, 2021).

### **3.5.1 Ventajas de la sincronización de celo**

Algunas ventajas de la sincronización son la inseminación de un grupo de hembras cuando no se tiene equipo y personal. Programación de hembras para que su parto sea en épocas determinadas (partos en la época de mayor oferta de alimentos). Vacas y novillas que por cuestiones de manejo no pueden o no han sido vistas en celo y es necesario preñarlas lo más pronto posible. Acortar intervalo entre partos y edad al primer parto. No tener permanentemente un operario especializado en IA en la empresa ganadera (Llach, 2008).

### **3.5.2 Desventajas de la sincronización de celo**

Por otro lado, también se pueden encontrar algunas desventajas, las principales limitaciones de estos protocolos son que deben aplicarse a vacas que se sepa que estén abiertas, lo cual conlleva un retraso para poder diagnosticar el estado de gestación y también la necesidad de su cumplimiento para asegurar buenos resultados (Jiménez, 2024).

### **3.6 Inseminación artificial**

La inseminación artificial es una técnica que consiste en la introducción del semen en el aparato genital de la hembra sin intervención del toro y asistida por el hombre. Esta técnica ofrece excelentes posibilidades para el incremento de la producción de carne y leche, ya que es la tecnología reproductiva más sencilla y la que más ventajas tiene en términos de mejoramiento genético. Así, le permite al pequeño productor tener crías de los mejores toros de la raza deseada a un bajo costo. Por otra parte, evita la transmisión de enfermedades que se adquieren por la vía sexual (Hernández y Ortega, 2009).

En Colombia solo 20 de cada 100 productores que podrían mejorar sus especies genéticamente implementan esta técnica. Aunque la inseminación artificial no es una técnica nueva, los productores no tienen en cuenta que el valor agregado es obtener animales genéticamente mejorados. Es así, que los ganaderos se aseguran de que el semen utilizado no solo es de buena calidad, sino que además proviene de un toro sano y mejorador de genética, se pueden obtener ejemplares vendibles a buenos precios, lo cual mejora los ingresos de las familias (Agronet, 2022).

#### **3.6.1 Ventajas de la inseminación artificial**

Las ventajas que brinda es el uso de sementales sobresalientes para mejorar genéticamente. Se reducen los riesgos de transmitir enfermedades. Se pueden utilizar sementales que no pueden copular. Pueden ser servidas hembras jóvenes o de talla pequeña por toros grandes o pesados sin temor de lastimarlas. Se puede mejorar el control de registros, cubriciones y nacimientos. A través de la IA se puede cubrir un gran número de vacas (15,20 o más) en un mismo día, cosa que sería muy difícil en condiciones naturales para un solo toro. La inseminación artificial permite la prueba de toros en forma más confiable y segura (Sumba, 2012).

#### **3.6.2 Desventajas de la inseminación artificial**

Las desventajas que se pueden encontrar es que la tasa de preñez que se da en una monta natural es mayor a la que se obtiene con un procedimiento de inseminación artificial. El proceso de descongelación del semen será fundamental para lograr el nivel de concepción deseado de lo contrario podría ser cero. Necesaria la debida capacitación del personal trabajador en la finca. Por último, se necesita llevar un exhaustivo control del celo de las vacas, pues entre más seguridad se tenga de que están listas para ser preñadas mayor será el porcentaje de éxito (Finca, 2024).

### **3.7 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 *et al.*, 2020).

La técnica se inicia con la estimulación hormonal de la función ovárica de la hembra donante para provocar una ovulación múltiple, en lugar de la ovulación simple propia de esta especie. La hembra es inseminada en el momento apropiado y posteriormente, se permite a los embriones desarrollarse, en el oviducto y en el útero de la donante, hasta que se recogen mediante el lavado uterino, que suele efectuarse en el día 7 del ciclo. Los embriones recogidos pueden transferirse a las receptoras de manera inmediata, que llevarán la gestación a término, o conservarse a bajas temperaturas durante un periodo prolongado (Becerra *et al.*, 2018).

#### **3.7.1 Ventajas de la transferencia de embriones**

Esta técnica es muy promisorio ya que permite la producción de embriones de hembras de alto valor genético acortando el intervalo generacional mediante la obtención de ovocitos de animales jóvenes y de hembras preñadas. Además, permite un uso eficiente de semen sexado y la producción de embriones a partir de ovarios de matadero. La

colección de ovocitos se puede hacer hasta dos veces por semana y obtener hasta 4 embriones semanales (Tribulo y Tribulo, 2021).

### **3.7.2 Desventajas de la transferencia de embriones**

Las desventajas de la T.E. es que tiene un elevado precio tanto por el material empleado como por el personal técnico que la debe efectuar, debiéndose considerar, además del precio del embrión, el porcentaje de fertilidad y viabilidad del mismo. La complejidad tanto del método como del material empleado en la T. E. requieren una meticulosidad y pulcritud difíciles de conseguir en condiciones normales de una granja y por personal no cualificado (Gonsalvez y Vidal, s/f).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Localización

La práctica profesional se realizó en Hacienda Montecarmelo ubicada en Ulloa a 7.4 kilómetros de la ciudad de Alcalá, Valle del Cauca, Colombia, con una latitud de 4.7067561 y una longitud de -75.7866254. En Ulloa, los veranos son cortos y calurosos, los inviernos son cortos y cómodos. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de 16 °C o sube a más de 29 °C.



**Figura 1.** Lugar donde se realizó la práctica profesional.

### 4.2 Materiales y equipo

Los materiales y equipo que se utilizaron en el desarrollo de la investigación son: termo de nitrógeno para almacenar las pajillas, pistola de IA de acero inoxidable, corta pajillas, pinzas, termómetro, termo de descongelación y una caja para almacenar y mantener todos los materiales, fundas sanitarias de plástico para IA, guantes de palpación, lubricante no espermicida y toallas de papel, hormonas, guantes de látex, computadora, cuaderno de campo, registros reproductivos, botas, lápiz, calculadora.

Por último, los materiales utilizados en la transferencia de embriones son: ecógrafo, sonda de recolección de embriones, bomba de aspiración folicular, guantes de palpación, guantes de látex, microscopio, recipientes concentradores de embriones, pajuelas de embriones, fundas sanitarias, toallas sanitarias, termo de descongelación, pistola de transferencia de embriones (Anexo 1).

#### **4.3 Método**

La práctica se desarrolló durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2024, la cual tuvo una duración de 600 horas laborales, en ese lapso de tiempo se realizaron diferentes actividades relacionadas a la implementación de las biotecnologías de reproducción como ser inseminación artificial y transferencia de embriones. Para llevar a cabo la investigación fue necesario la utilización del método descriptivo, participativo, cuantitativo y observacional, lo cual permitió el levantamiento de datos durante la participación en las diferentes actividades reproductivas.

#### **4.4 Desarrollo de la práctica**

##### **4.4.1 Animales y alimentación**

Para la realización de la práctica profesional se utilizaron un total de 187 hembras primíparas y multíparas, la pureza que se maneja en las vacas de la hacienda es F1, 3/4 y 5/8 de la raza girolando, las cuales son manejadas en un sistema de producción semi-intensivo.

La alimentación del hato ganadero en general se basa la mayor parte en pasto *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), las hembras que se encuentran en su periodo de lactancia, consumen 1kg de concentrado por cada 3 lts de leche producido, luego de estar en el ordeño pasan a alimentarse con forraje (Anexo 3). También se les brinda todos los días la suplementación de 150g de sales minerales repartidos en los dos ordeños.

La alimentación para todas las hembras fue el mismo, a excepción de las hembras que no cumplían con los requisitos necesarios para entrar al protocolo de sincronización, a las cuales se les administraban algunas vitaminas y minerales como ser Calfosvit y Olivitasan (Cuadro 1), el propósito de estos productos fue darle fortalecimiento por la deficiencia de vitaminas y minerales, para alcanzar más rápido la recuperación de dichas hembras y pudiesen entrar al protocolo.

**Cuadro 1.** Vitaminas y minerales utilizados en las hembras que no cumplieron las condiciones para ingresar al protocolo de sincronización de celo.

| <b>Producto</b>                  | <b>Dosis</b> |
|----------------------------------|--------------|
| Olivitasan                       | 20 ml        |
| Calfosvit                        | 15 ml        |
| Concentrado (vacas en lactancia) | 1 kg/3 lts   |

Por último, la alimentación para novillas, las cuales serán utilizadas para remplazo de las hembras más antiguas o poco productivas, tienen una alimentación similar en comparación con las vacas de más de un parto, solamente que a estas se les brinda 3 kg de concentrado para novillas, los cuales deben ser diarios para que tengan un desarrollo más rápido y puedan ingresar a un programa de reproducción.

#### **4.4.2 Sincronización de celo**

Las vacas que ameritaron ser sincronizadas y que cumplieron con ciertos parámetros, como ser peso de 450 kg, edad de 2.5 a 8 años, animales sanos, condición corporal adecuada y que tuvieran la madurez sexual en caso de animales jóvenes, se implementó el protocolo de sincronización indicado por la hacienda.

Las planificaciones se realizan una semana antes de llevar a cabo las actividades, los días martes son dedicados para las hembras que ya están aptas para entrar al protocolo de sincronización de celo (Cuadro 2). Las vacas seleccionadas tienen un tiempo de descanso de 45 días después del parto, esto con el objetivo de que tengan una involución uterina

correcta para evitar problemas reproductivos a futuro. También el objetivo es mejorar los indicadores reproductivos como ser; días abiertos e intervalo entre partos.

**Cuadro 2.** Protocolo de sincronización utilizado en la Hacienda Montecarmelo.

| <b>Día 0</b>                                  | <b>Día 8</b>                                           | <b>Día 9</b>                                  | <b>Día 10</b> |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
| DIB (Dispocel monouso)                        | Retiro de DIB                                          | 1 ml de Sincrodiol<br>(benzoato de estradiol) | IATF          |
| 2 ml de Sincrodiol<br>(benzoato de estradiol) | 2 ml de Sincrocio<br>(agente luteolítico)              |                                               |               |
|                                               | 1 ml de Sincro CP<br>(agente hormonal liberador de LH) |                                               |               |
|                                               | 1.5 ml de ECG<br>(gonadotrofina coriónica equina)      |                                               |               |

Por otro lado, en el protocolo de sincronización utilizado para las vacas receptoras de embriones fue el mismo que se utilizó para la inseminación artificial, la única diferencia es que en las receptoras el servicio se realizó en el día 18. Los resultados de la eficacia de la sincronización de celo son favorables, ya que en un programa se sincronizaron 34 vacas y 26 de ellas respondieron al protocolo correctamente (Anexo 2), contando con la presencia de cuerpo lúteo.

#### **4.4.3 Inseminación artificial**

El tipo de inseminación artificial implementada en la hacienda fue a tiempo fijo, por lo tanto, todas las hembras que fueron sometidas al protocolo de sincronización se sirvieron a tiempo fijo.

#### **4.4.4 Transferencia de embriones**

Fue importante contar con vacas donadoras con una genética superior y que además no presentaran problemas reproductivos ni enfermedades que fuesen heredables, así mismo estas contaron con las características deseables que buscaba el productor. Por otro lado, las receptoras fueron vacas con buena habilidad materna, condición corporal ideal, libre de enfermedades y adaptables a las condiciones donde se encuentran. Este procedimiento se realizó con un experto en el área en busca de resultados aceptables.

#### **4.4.5 Diagnóstico de gestación**

En la inseminación artificial se realizaron 3 diagnósticos durante el periodo de gestación. Por otro lado, en el proceso de transferencia de embriones se realizaron 4 diagnósticos en todo el periodo de gestación. El método utilizado fue mediante ecografía y palpación rectal.

#### **4.4.6 Recolección y tabulación de datos**

Para recolectar la información fue necesario el involucramiento en cada una de las actividades relacionadas a la implementación de las biotecnologías reproductivas.; además se hizo uso de los registros existentes en la finca. La información fue tabulada en una hoja de Excel, lo cual permitió llevar un mejor control y orden de los datos para posteriormente la realización del análisis correspondiente.

### **4.5 Variables evaluadas**

#### **4.5.1 Porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS)**

Para determinar esta variable se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$PPPS: \frac{\text{Número de vientres preñados al 1er servicio}}{\text{Número de vientres servidos}} \times 100$$

#### **4.5.2 Manejo y preparación de las hembras**

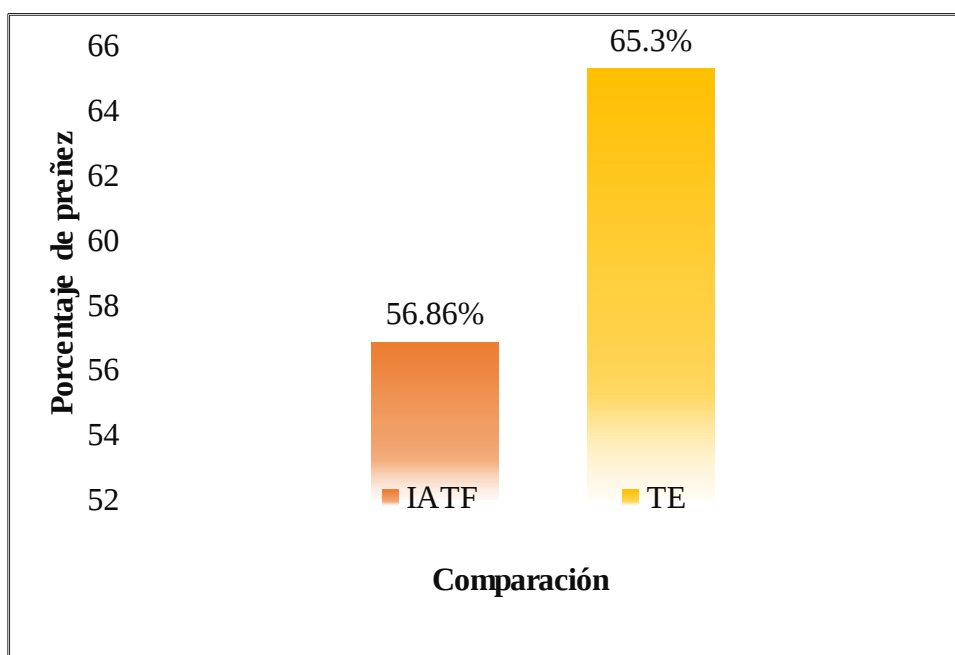
Para el reconocimiento de cada una de las prácticas de manejo que se llevan a cabo en las hembras destinadas a la implementación de las biotecnologías reproductivas fue fundamental la participación en cada una de las actividades que se desarrollaron antes, durante y después de la ejecución de cada biotecnología.

#### **4.5.3 Costos de cada biotecnología implementada**

Para conocer el costo de cada biotecnología se tomaron en cuenta los gastos del protocolo de sincronización en los casos que se utilizaron, semen o embrión utilizado, mano de obra y materiales que se utilizaron durante el proceso (guantes, fundas, toallas de papel, etc.).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Porcentaje de preñez al primer servicio



**Figura 2.** Comparación del porcentaje de preñez al primer servicio.

El porcentaje de preñez al primer servicio mediante la técnica de inseminación artificial a tiempo fijo fue de 56.86%, mientras tanto en la transferencia de embriones se obtuvo un 65.3%, siendo la transferencia la biotecnología que mostró resultados más eficientes con respecto a este indicador.

Se puede observar que los resultados obtenidos en la hacienda mediante la implementación de la transferencia de embriones fueron de 65.3%, estando por encima de los datos encontrados por Mendoza (2024) quien obtuvo un porcentaje de preñez del 51% en embriones frescos y 48% en embriones congelados, resultados que pueden depender de muchos factores como ser manejo y alimentación.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la hacienda por medio de la implementación de la inseminación artificial a tiempo fijo fueron de 56.86%, resultados que superan a otra investigación donde se obtuvieron datos del 29.6% y 22.2% en vacas lactantes (Salgado *et al.*, 2007).

## 5.2 Manejo y preparación de las hembras utilizadas en cada biotecnología reproductiva

### 5.2.1 Ovocitos recolectados mediante la técnica de aspiración folicular

**Cuadro 3.** Promedio de ovocitos recolectados.

| Hembra                        | Ovocitos recolectados/vaca | Ovocitos viables | Ovocitos no viables |
|-------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------|
| 1                             | 18                         | 14               | 4                   |
| 2                             | 17                         | 11               | 6                   |
| 3                             | 22                         | 19               | 3                   |
| 4                             | 40                         | 36               | 4                   |
| 5                             | 38                         | 32               | 6                   |
| 6                             | 24                         | 21               | 3                   |
| 7                             | 34                         | 29               | 5                   |
| 8                             | 25                         | 20               | 5                   |
| <b>TOTAL</b>                  | 215                        | 182              | 36                  |
| <b>Promedio ovocitos/vaca</b> | <b>26.87</b>               | <b>22.75</b>     | <b>4.5</b>          |

Se puede observar que el promedio de ovocitos recolectados es de 26.87 por vaca, donde 22.75 de ellos son seleccionados como viables, dando una pérdida de 4.5 ovocitos no viables, esto depende significativamente del estado físico del animal, tomando en cuenta factores como condición corporal, nutrición, edad, ambiente, entre otros.

### 5.2.2 Inseminación artificial

Los días viernes fueron dedicados solamente para la inseminación de las hembras que fueron sometidas al protocolo de sincronización. Esta actividad se llevó a cabo en horas

tempranas del día, en un rango de 8 a 10 de la mañana, las vacas son llevadas a un potrero de espera 2 horas antes de ser servidas con el objetivo de no sufrir estrés y que este mismo no afecte a la hora del servicio.

El proceso de la inseminación artificial comienza desde la selección de las pajillas de semen a utilizar, luego se retiran del termo de congelación mediante la utilización de pinzas, para después descongelarlas por un minuto en un termo con agua tibia, la cual debe estar a un rango de temperatura de 34° a 37°, posteriormente se retira y se procede a hacer un secado de la pajilla con toallas sanitarias y se coloca en la pistola de inseminación, seguidamente se cubrirá con las fundas sanitarias y camisas sanitarias, luego de la preparación de la pistola debe ser introducida en la vagina de la hembra.

### **5.2.3 Transferencia de embriones**

Los programas de transferencia de embriones se realizan 3 veces al año. Es muy importante el manejo de las hembras que son utilizadas para la implementación de esta técnica. Las vacas donadoras deben cumplir con características como ser una buena producción de leche, genética superior y adaptable a las condiciones donde se encuentran. También para estas ser aspiradas deben tener una buena condición corporal, ya que de esto depende regularmente la cantidad de ovocitos en sus ovarios.

Por otro lado, para poder realizar una aspiración folicular es importante que las vacas donadoras no sufran de estrés y contar con instalaciones seguras para que el técnico pueda realizar una aspiración de una manera más fácil. Es recomendable desarrollar esta práctica en un lugar techado y fresco, ya que la luz solar puede afectar significativamente a los ovocitos recolectados.

También, la aspiración folicular se puede realizar cada mes, pero es fundamental darles un tiempo de descanso a las donadoras, este descanso se refiere a que las vacas serán preñadas para que en el periodo de gestación no reciba aspiraciones foliculares, en la gestación el tiempo máximo que se puede realizar este proceso es hasta los 5 meses, ya

que si se realiza en más tiempo, tiende a ser dificultoso para el técnico, donde también se puede provocar estrés a la vaca y ocasionar un aborto.

Antes de realizar esta práctica las receptoras deben tener la presencia de cuerpo lúteo en alguno de sus ovarios, ya que si no cuentan con esta estructura no pueden ser transferidas, también que cuenten con una buena condición corporal y evitar el estrés de las mismas para no provocar una reabsorción embrionaria, por eso la importancia de un buen manejo antes, durante y después de haber implementado dicha técnica, para impedir resultados negativos.

El proceso para la aspiración folicular, se debe realizar en un lugar adecuado para facilitar el trabajo, primeramente se ingresa la vaca al brete, donde se aplicará en la hembra lidocaína vía epidural para poder inmovilizarla (Anexo 4), después se procede a ingresar la sonda y guía de aspiración folicular para recolectar los ovocitos, los cuales son succionados por la bomba de aspiración y almacenados en los frascos (Anexo 5), cabe destacar que se debe acompañar de un ecógrafo para realizar todo este proceso de una manera correcta, seguidamente, los ovocitos recolectados son evaluados mediante un microscopio, para la selección de los más viables los cuales serán fecundados en laboratorio.

En la implantación de embriones, lo primero que se realiza es la confirmación de la presencia de un cuerpo lúteo en alguno de sus ovarios, luego de la verificación se hace la aplicación de lidocaína vía epidural, para proceder a la descongelación de las pajillas de embriones a una temperatura de 37°, después se seca la pajilla con toallas sanitarias y se introduce en la pistola de transferencia, donde se cubrirá con las fundas y camisas sanitarias, seguido de esto se introduce la pistola de transferencia en la vagina de la hembra, buscando que la implantación del embrión sea en el cuerno uterino donde se presentó el cuerpo lúteo.

#### **5.2.4 Diagnóstico de gestación**

En la inseminación artificial se realizan 3 diagnósticos durante el periodo de gestación (Anexo 6), de 30 a 40 días post servicio se realiza el primer diagnóstico para verificar si hubo efectividad en los servicios, luego se realiza el segundo diagnóstico a los 150 días de gestación, principalmente para la aplicación de la vacuna BOVISAN para la prevención de enfermedades como ser; diarrea viral, la leptospirosis, la rinotraqueitis infecciosa y la campylobacteriosis, después a los 210 días se realiza el último diagnóstico.

Por otro lado, en el proceso de transferencia de embriones se realizan 4 diagnósticos en todo el periodo de gestación. Al día 30 o 40 post servicio para confirmar preñez, a los 90 días, también a los 150 días para la aplicación de vacunas ya mencionadas anteriormente, por último, a los 240 días se realiza el diagnóstico final para que estas entren al área de parto. El método utilizado fue mediante ecografía y palpación rectal.

El objetivo de realizar esta cantidad de diagnósticos durante la gestación es para que en un dado caso la vaca haya abortado o sufrido una absorción embrionaria, se puedan inducir nuevamente a un protocolo de sincronización para que sea servida y asimismo no afectar significativamente los indicadores reproductivos como ser; días abiertos e intervalo entre partos.

### 5.3 Costos de cada biotecnología implementada

**Cuadro 4.** Costo del protocolo de sincronización de celo utilizado en la Hacienda Montecarmelo.

| Producto     | Precio del producto (\$) | Precio del producto (Lps) | Costo/Animal (\$) | Costo/Animal (Lps) |
|--------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|
| Sincro CP    | 26.00                    | 669.76                    | 0.52              | 13.39              |
| Sincrodiol   | 17.25                    | 444.32                    | 1.08              | 27.82              |
| Socrocio     | 65.63                    | 1,690.48                  | 2.63              | 67.74              |
| Sincro ECG   | 56.70                    | 1,460.47                  | 2.80              | 72.12              |
| DIB          | 39.70                    | 1,022.58                  | 3.97              | 102.26             |
| <b>TOTAL</b> | <b>205.28</b>            | <b>5,287.55</b>           | <b>11.00</b>      | <b>283.34</b>      |

Se puede observar que en la sincronización de celo se tiene un costo total de 283.34 Lps por cada vaca sincronizada, donde el producto más caro que fue utilizado le corresponde al dispositivo intravaginal bovino (DIB) con un costo de 102.26 Lps.

**Cuadro 5.** Costo de la implementación de la inseminación artificial en la Hacienda Montecarmelo.

| <b>Materiales y equipo</b> | <b>Unidades</b> | <b>Precio (\$)</b> | <b>Precio (Lps)</b> |
|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Pajilla de semen           | 1               | 39.00              | 1,004.55            |
| Sincronización de celo     | 1               | 11.00              | 283.34              |
| Camisas sanitarias         | 100             | 17.50              | 452.38              |
| Guantes de palpación       | 100             | 13.00              | 336.05              |
| Fundas para inseminación   | 50              | 6.00               | 155.10              |
| Nitrógeno/kg               | 1               | 9.70               | 250.75              |
| Corta pajillas             | 1               | 17.76              | 459.00              |
| Gel lubricante (galón)     | 1               | 48.26              | 1,247.62            |
| Pistola de inseminación    | 1               | 48.80              | 1,261.48            |
| Termómetro                 | 1               | 28.60              | 739.31              |
| Termo de descongelación    | 1               | 41.19              | 1,064.80            |
| <b>TOTAL</b>               |                 | <b>280.81</b>      | <b>7,254.38</b>     |

La implementación de la inseminación artificial tiene un costo total de 7,254.38 Lps, teniendo en cuenta que va incluido el costo de la sincronización de celo, mano de obra, pajilla de semen, nitrógeno, inversión de materiales y equipo utilizados durante la realización de la técnica.

**Cuadro 6.** Costo de la implementación de la transferencia de embriones en la Hacienda Montecarmelo.

| <b>Materiales y equipo</b> | <b>Unidades</b> | <b>Precio (\$)</b> | <b>Precio (Lps)</b> |
|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Pajilla del embrión        | 1               | 300.00             | 7,727.33            |
| Sincronización de celo     | 1               | 11.00              | 283.34              |
| Camisas sanitarias         | 100             | 17.50              | 452.38              |
| Guantes de palpación       | 100             | 13.00              | 336.05              |
| Fundas para transferencia  | 50              | 6.00               | 155.10              |
| Pistola de transferencia   | 1               | 173.93             | 4496.15             |
| Corta pajillas             | 1               | 17.76              | 459.00              |
| Lubricante (galón)         | 1               | 48.26              | 1,247.62            |
| Termómetro                 | 1               | 28.60              | 739.31              |
| Termo de descongelación    | 1               | 41.19              | 1,064.80            |
| <b>TOTAL</b>               |                 | <b>657.24</b>      | <b>16,961.08</b>    |

El costo total en la implementación de la transferencia de embriones es de 16,961.08 Lps tomando en cuenta la inversión de todo el material y equipo utilizado, pero por cada preñez confirmada se pagará un total de 7,727.33 Lps, donde se incluye la sincronización de celo de las receptoras, aspiración folicular, fecundación en laboratorio, transferencia de los embriones y confirmación de preñez.

La transferencia de embriones tiende a ser más costosa en comparación con la inseminación artificial, dado que en la transferencia de embriones se llevan a cabo más procesos para poder lograr la implementación de esta biotecnología, desde la aspiración folicular y fecundación en laboratorio, hasta la implantación de los embriones en la hembra, todo esto influye para que el costo sea más alto.

Es importante tomar en cuenta que la hacienda tiene un convenio con las personas que les brindan el servicio. En la transferencia de embriones se paga la preñez, en dado caso que la vaca no quede gestante el propietario no tendrá que realizar ningún pago, solamente se perdería el costo de la sincronización de celo. Por otro lado, en la inseminación artificial si se pierde todo (pajilla, materiales y sincronización) en caso de que la vaca no quede gestante.

## **VI. CONCLUSIONES**

En la Hacienda Montecarmelo al implementar la técnica de inseminación artificial se obtuvo un porcentaje de preñez al primer servicio del 56.86%, mientras que en la transferencia de embriones se encontró un 65.3%, donde se observa una leve diferencia en dicho indicador, el cual puede estar influenciado por diversos factores como ser el medio ambiente, manejo de las hembras, entre otros.

Las actividades de manejo y preparación de las hembras son importantes antes de aplicar una biotecnología reproductiva, ya que influyen directamente en la eficiencia reproductiva de la hacienda y por lo tanto en la rentabilidad de la misma.

La determinación de los costos de las biotecnologías reproductivas es un aspecto clave en la gestión de cualquier sistema de producción animal, donde permite evaluar la rentabilidad económica de su implementación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Evaluar la implementación de la inseminación artificial a celo detectado para mejorar los porcentajes de preñez.

Desarrollar un plan de tonificación definido a las hembras que no cumplen con las condiciones necesarias para mejorar los resultados reproductivos.

## VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Agronet. (2022). Inseminación artificial, herramienta útil para pequeños productores bovinos. (En línea) Gov.co. Recuperado el 23 de julio de 2024, disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Inseminaci%C3%B3n-artificial,-herramienta-%C3%BAtil-para-peque%C3%B1os-productores-bovinos.aspx>

Becerra J, García P, Peña A, Quintela L. (2018). *La transferencia de embriones en bovinos*. (En línea) Portalveterinaria.com. Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/14123/la-transferencia-de-embriones-en-bovinos.html>

Beltrán D, Gómez G, Marulanda C. (2019). Incidencia de la receptora bovina en los costos de un programa de transferencia de embriones en el triángulo del café en Colombia. (En línea) Org.co. Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30332023000200012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30332023000200012&script=sci_arttext)

Biogénesis, B. (2022). Las ventajas de la biotecnología aplicada a la Reproducción Bovina. (En línea) Ganaderia.com. Recuperado el 22 de julio de 2024, disponible en: <https://www.ganaderia.com/destacado/las-ventajas-de-la-biotecnologia-aplicada-a-la-reproduccion-bovina>

Boeto C, Gómez A, Melo O. (s/f). Manejo nutricional del rodeo de cría por condición corporal objetivo. (En línea) Com.ar. Recuperado el 26 de julio de 2024, disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_condicion\\_corporal/01-manejo\\_nutricional\\_del\\_rodeo\\_de\\_cria\\_por\\_cc.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/01-manejo_nutricional_del_rodeo_de_cria_por_cc.pdf)

Britos A, Acosta T, Román R, Giménez F, Domínguez R. (2020). Manual de transferencia de embriones. (En línea) Gov.py. Recuperado el 25 de julio de 2024, disponible en: [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u454/Manual\\_de\\_transfereencia\\_de\\_embryones.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual_de_transfereencia_de_embryones.pdf)

Colun. (2021). Protocolo de sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo en la hembra bonvina (iatf). (En línea) Agrocolun.cl. Recuperado el 25 de julio de 2024, disponible en: <https://agrocolun.cl/protocolo-iatf-56/>

Córdova, A. (2022). Veterinariadigital.com. (En línea) Recuperado el 22 de julio de 2024, disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/las-biotecnologias-reproductivas-en-la-mejora-de-la-seguridad-alimentaria/>

Finca (2024). Inseminación artificial en bovinos. Ventajas y desventajas. (En línea) Com.co. Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: <https://blog.agrocampo.com.co/inseminacion-artificial-en-bovinos/>

Gonsalvez L, Vidal A. (s/f). *La transferencia embrionaria en el ganado vacuno*. Gob.es. Recuperado el 11 de agosto de 2024, de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_02.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_02.pdf)

González-Figueroa, H., & Molfino, H. M. G. (s/f). *Biotecnología reproductiva: una alternativa para mejorar la producción animal*. (En línea) Edu.pe. Recuperado el 23 de agosto de 2024, disponible en: <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/download/886/802/1952>

Hernández J, Ortega, A. (2009). Manual de inseminación artificial en bovinos. (En línea) Unam.mx. Recuperado el 23 de julio de 2024, disponible en: [https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50\\_Inseminacion\\_artificial.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50_Inseminacion_artificial.pdf)

Intagri. (2018). Métodos de Sincronización de Celo en Bovinos. (En línea) Intagri.com. Recuperado el 25 de julio de 2024, disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/metodos-de-sincronizacion-de-celo-en-bovinos>

Jimenez, A. (2024). Estrategias para la máxima eficiencia: celo natural o sincronización en vacas lecheras. (En línea) Ceva.pro; Ceva Salud Animal. disponible en: <https://ruminants.ceva.pro/es/sincronizacion-en-vacas-lecheras>

Kebede, A. (2017). Researchgate.net. (En línea) Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Abriham-Kebede/publication/324587837\\_Review\\_On\\_Reproductive\\_Biotechnology\\_And\\_Its\\_Role\\_In\\_Dairy\\_Cattle\\_Production\\_And\\_Health/links/5ad726bfa6fdcc2935835c9c/Review-On-Reproductive-Biotechnology-And-Its-Role-In-Dairy-Cattle-Production-And-Health.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Abriham-Kebede/publication/324587837_Review_On_Reproductive_Biotechnology_And_Its_Role_In_Dairy_Cattle_Production_And_Health/links/5ad726bfa6fdcc2935835c9c/Review-On-Reproductive-Biotechnology-And-Its-Role-In-Dairy-Cattle-Production-And-Health.pdf)

Llach, A. (2008). Ventajas y desventajas de la sincronización en hembras para inseminación artificial. (En línea) Engormix. Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: [https://www.engormix.com/lecheria/inseminacion-artificial-ganado-leche/ventajas-desventajas-sincronizacion-hembras\\_f8543/](https://www.engormix.com/lecheria/inseminacion-artificial-ganado-leche/ventajas-desventajas-sincronizacion-hembras_f8543/)

Medel E, (2022). Biotecnologías reproductivas en bovinos. (En línea) Uagro.mx. Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: [https://mpbovinatropico.uagro.mx/images/TALLERES/Taller\\_Edgar\\_Curso\\_Taller.pdf](https://mpbovinatropico.uagro.mx/images/TALLERES/Taller_Edgar_Curso_Taller.pdf)

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) Recuperado el 24 de marzo de 2025, disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/67b7f847-e80d-49c7-ae7-0fffd39982032/content>

Palma, G. A. (2008). Biotecnología de la reproducción. Palma, Gustavo Adolfo. (En línea) disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/198981>

Rojas C. (2021). Como preparar a los animales para la estacion de monta. (En línea) Totalpec. Recuperado el 26 de julio de 2024, disponible en: <https://totalpec.com/blog/145/como-preparar-a-los-animales-para-la-estacion-de-monta>

Salgado O., R., Marco, G. T., & Simanca, J. C. (2007). Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas brahman lactantes. (En línea) Revista *MVZ Cordoba*, 12(2), 1050–1053. disponible en: <https://doi.org/10.21897/RMVZ.426>

Sumba J. (2012). Cuenca. *Universidad politécnica salesiana*. (En línea) Edu.ec. Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2892/6/UPS-CT002471.pdf>

Tribulo A, Tribulo P. (2021). *Ventajas y desventajas*. (En línea) Unam.mx. Recuperado el 11 de agosto de 2024, disponible en: <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo23/ventajas-desventajas.html>

Vásquez Y. (2017). EVALUACION DE LOS DIFERENTES FACTORES QUE AFECTAN LA REPRODUCCION BOVINA CON RELACION A BIENESTAR ANIMAL. (En línea) Edu.ar. Recuperado el 26 de julio de 2024, disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4859/Vasque%20Chaigneau%2C%20G.%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20los%20diferentes%20factores%20que%20afectan%20la%20respoducci%C3%B3n%20..%20%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## IX. ANEXOS

**Anexo 1.** Equipo utilizado en la transferencia de embriones.



**Anexo 2.** Hembras sincronizadas para un programa de transferencia de embriones.



**Anexo 3.** Aplicación de lidocaína vía epidural.



**Anexo 4.** Hembras alimentándose de pasto estrella.



**Anexo 5.** Bomba de aspiración folicular.



**Anexo 6.** Diagnóstico de gestación.

