

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**BIOTECNOLOGÍAS DE LA REPRODUCCIÓN APLICADAS EN GANADO LECHERO
EN LA HACIENDA EL EMPEDRADO**

POR:

GUILLERMO EDGARDO CASTRO BUSTILLO

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO



CATACAMAS

OLANCHO

MARZO, 2025

**BIOTECNOLOGÍAS DE LA REPRODUCCIÓN APLICADAS EN GANADO LECHERO
EN LA HACIENDA EL EMPEDRADO**

POR:

GUILLERMO EDGARDO CASTRO BUSTILLO

HARIN JOEL MEJÍA CASTILLO, M Sc.

Asesor Principal

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

CATACAMAS

OLANCHO

MARZO, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

Los suscritos miembros del comité evaluador del informe final del trabajo profesional supervisado certificamos que:

El estudiante **GUILLERMO EDGARDO CASTRO BUSTILLO** del IV Año de Ingeniería en Zootecnia presentó su informe.

“BIOTECNOLOGÍAS DE LA REPRODUCCIÓN APLICADAS EN GANADO LECHERO EN LA HACIENDA EL EMPEDRADO”

El cuál a criterio de los examinadores, _____ este requisito para optar al título de Ingeniero Zootecnista.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los 25 días del mes de marzo del año dos mil veinticinco.

Asesor Principal

Asesor Secundario

Asesor Secundario

DEDICATORIA

A mi **Dios** todopoderoso por darme la sabiduría, inteligencia, y autocontrol para ser capaz de lograr este objetivo tan maravilloso y especial, ya que sin él no lo hubiese logrado.

Quiero expresar mi eterna gratitud a mis padres **Juan José Castro Mejía y Liessel Indira Bustillo Nufio** quienes se encargaron encarecidamente de hacer todo este difícil proceso mucho más agradable gracias a su apoyo incondicional, sus sabios consejos y sus amorosas y alentadoras palabras, las cuales me permitieron vivir un día a la vez, y a trabajar en mi dominio propio, lo cual fue motivo de mi éxito.

A mis hermanos **Liessel Indira Castro Bustillo y Juan José Castro Bustillo** quienes fueron una compañía incondicional dentro de la universidad, dicha compañía resultó de gran ayuda en momentos cuando el estrés académico y la nostalgia invadían mi mente.

AGRADECIMIENTO

A mi **Dios** todopoderoso por darme la sabiduría, inteligencia, y autocontrol para ser capaz de lograr este objetivo tan maravilloso y especial, ya que sin él no lo hubiese logrado.

Quiero expresar mi eterna gratitud a mis padres **Juan José Castro Mejía y Liessel Indira Bustillo Nufio** quienes se encargaron encarecidamente de hacer todo este difícil proceso mucho más agradable gracias a su apoyo incondicional, sus sabios consejos y sus amorosas y alentadoras palabras, las cuales me permitieron vivir un día a la vez, y a trabajar en mi dominio propio, lo cual fue motivo de mi éxito.

A mis hermanos **Liessel Indira Castro Bustillo y Juan José Castro Bustillo** quienes fueron una compañía incondicional dentro de la universidad, dicha compañía resultó de gran ayuda en momentos cuando el estrés académico y la nostalgia invadían mi mente.

A la **Universidad Nacional de Agricultura**, por ser mi Alma Mater y formarme de manera disciplinada como un profesional en la carrera de Ingeniería en Zootecnia.

Al **MSc. Harin Joel Mejía Castillo, MSc. Orlando José Castillo Rosa y el MSc. Marvin Noé Flores Sánchez** por brindarme sus consejos y su valiosa colaboración en la realización de mi trabajo profesional supervisado (TPS).

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Ganadería bovina a nivel mundial	3
3.1.1 Ganadería bovina en Colombia	4
3.2 Razas bovinas	4
3.2.1 Gyr	4
3.2.2 Características generales de la raza	5
3.2.3 Girolando	5
3.2.4 Características generales de la raza	5
3.2.5 Ganado Gyr y Girolando en Colombia.....	6
3.3 Reproducción en bovinos	7
3.3.1 Ciclo estral	7
3.3.2 Eficiencia reproductiva en bovinos de leche	7
3.3.3 Factores que afectan la eficiencia reproductiva.....	8
3.4 Parámetros reproductivos de importancia	9
3.4.1 Días abiertos o intervalo parto-concepción	9
3.4.2 Intervalo entre partos	9
3.4.3 Servicios por concepción.....	10

3.5 Biotecnologías de la reproducción	10
3.5.1 Inseminación artificial en bovinos.....	10
3.5.2 Transferencia de embriones en bovinos	12
IV. MATERIALES Y MÉTODO.....	14
4.1 Ubicación del sitio de práctica.....	14
4.2 Materiales y equipo	14
4.3.1 Reconocimiento del sitio de practica.....	15
4.3.2 Participación en la aplicación de biotecnologías reproductivas	15
4.3.3 Levantamiento de información.....	22
4.3.4 Análisis de información.....	22
4.4 Variables evaluadas	22
4.4.1 Días abiertos (DA).....	22
4.4.2 Intervalo entre partos (IEP)	22
4.4.3 Servicios por concepción (SC)	22
4.4.4 Porcentaje de preñez.....	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1 Días abiertos (DA).....	24
5.2 Intervalo entre partos (IEP)	25
5.3 Servicios por concepción (SC)	26
5.4 Porcentaje de preñez	26
VI. CONCLUSIONES.....	28
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	30
ANEXOS	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la hacienda El Empedrado en el municipio de Ansermanuevo departamento del Valle del Cauca.	14
Figura 2. Protocolo de sincronización utilizado en la hacienda El Empedrado.	17
Figura 3. Días abiertos en la hacienda El Empedrado implementando biotecnologías reproductivas.	24
Figura 4. Intervalo entre partos de las biotecnologías reproductivas implementadas en la hacienda El Empedrado.	25
Figura 5. Servicios por concepción de las biotecnologías reproductivas implementadas en la hacienda El Empedrado.	26
Figura 6. Porcentaje de preñez de las biotecnologías implementadas en la hacienda El Empedrado.	27

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Biotecnologías reproductivas aplicadas.....	38
Anexo 2. Registros reproductivos utilizados en la realización del trabajo práctico profesional (TPS).....	40

Castro B, GE. 2025. Biotecnologías de la reproducción aplicadas en ganado lechero en la hacienda El Empedrado. Trabajo profesional supervisado Ingeniería en Zootecnista. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas Olancho, Honduras. 52p

RESUMEN

El trabajo profesional se realizó en la hacienda El Empedrado, la cual está ubicada 4 km al Este del municipio de Ansermanuevo, departamento del Valle del Cauca, Colombia. El objetivo fue participar en la aplicación de las biotecnologías de la reproducción en ganado lechero. Se realizó una descripción de las biotecnologías reproductivas implementadas en el ganado lechero. Durante la sincronización, para ambas biotecnologías, al día cero se realizó palpación transrectal a las vacas y se aplicaron 2 ml de benzoato de estradiol, 20 ml de fosfosan, seguido del dispositivo intravaginal a base de progesterona, y en casos donde existió presencia de un cuerpo lúteo se aplicaron 2 ml de prostaglandina. Al día ocho se retiró el dispositivo intravaginal y se aplicaron 2 ml de prostaglandina, 2 ml de cipionato de estradiol, y 1.6 ml de eCG. En la transferencia de embriones el día nueve se aspiraron las donantes. Al día 10 fueron inseminadas las vacas que se seleccionaron para ser servidas mediante IA, y al día 17 se transfirieron las vacas que se seleccionaron para ser servidas mediante TE. Los resultados obtenidos demostraron que los días abiertos para la IA fueron de 115 días, y para TE fueron de 120 días, considerados aceptables ambos resultados. El intervalo entre partos para IA fue de 390 días y para la TE fue de 395 días, esto se considera aceptable pero no es lo ideal. Los servicios por concepción para TE fueron de 1.7 y para IA fueron de dos (2), lo que significa una cantidad de servicios elevados. El porcentaje de preñez fue de 49.36 para la IA y de 56.25 para la TE, lo que indica mayor eficiencia en los servicios realizados mediante TE.

Palabras clave: biotecnologías de la reproducción, días abiertos, intervalo entre partos, servicios por concepción, porcentaje de preñez.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la ganadería ejerce como una fuente segura de proteínas para una población mundial en rápido crecimiento, donde los patrones de consumo en los países industrializados han intensificado la ganadería. Como respuesta a esto, se han desarrollado biotecnologías aplicadas a la reproducción bovina que han contribuido en el aumento de la capacidad reproductiva y el mejoramiento genético. Entre estas técnicas se encuentran la inseminación artificial y la transferencia de embriones (FAOSTAT 2023).

La eficiencia reproductiva hace referencia al estado óptimo del desarrollo de las actividades reproductivas, a partir del inicio de la ciclicidad de la vaca; dicha eficiencia manifiesta una economía favorable. La evaluación de la eficiencia reproductiva constituye diferentes expresiones e interpretaciones del comportamiento de la reproducción, donde unos registros adecuados y la aplicación de parámetros reproductivos son fundamentales para su manejo (Jurado 2020).

En este trabajo se participó en la aplicación de las biotecnologías de la reproducción implementadas en el ganado lechero de la hacienda El Empedrado, ubicada en el municipio de Ansermanuevo, departamento del Valle del Cauca, Colombia, con la finalidad de medir la eficiencia reproductiva de la inseminación artificial y la transferencia de embriones.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Participar en la aplicación de las biotecnologías de la reproducción en ganado lechero de la hacienda El Empedrado.

2.2 Específicos

Describir las biotecnologías reproductivas implementadas en bovinos productores de leche en la hacienda El Empedrado.

Medir la eficiencia reproductiva del hato lechero calculando los días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción.

Calcular el porcentaje de preñez en las vacas expuestas a la inseminación artificial y a la transferencia de embriones.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Ganadería bovina a nivel mundial

En la actualidad, el principal papel de la ganadería es brindar una fuente segura de proteínas para una población mundial en rápido crecimiento, con el objetivo de contribuir a la seguridad alimentaria. Los patrones de consumo en los países más industrializados han llevado a una intensificación de la ganadería y a un mercado de alimentos más globalizado, lo que ha provocado enormes cambios en cuanto al uso de tierras y pasturas, sistemas de producción intensivos y un tráfico mundial de alimentos de origen animal (Teixeira et al. 2018).

Estudios realizados por Mace et al. (2012) sobre la ganadería a nivel mundial, indican que el uso sostenible de la biodiversidad es esencial para mantener los servicios de los ecosistemas, la producción agraria, la nutrición humana y la calidad de vida. Se estimó que, en el año 2014, el número de cabezas de ganado a escala global fue de alrededor de 1,43 mil millones de bovinos (Robinson et al. 2014).

La ganadería representa alrededor del 40% del valor global de la producción agraria, siendo el medio de subsistencia y la seguridad alimentaria de casi 1,300 millones de personas en todo el mundo. El sector ganadero es uno de los de mayor crecimiento en la economía agraria, debido a los cambios en los patrones de alimentación. La ganadería es la actividad que mayor uso hace de los recursos, ocupando aproximadamente el 30% de la superficie terrestre libre de hielo de la Tierra (Teillard et al. 2016).

3.1.1 Ganadería bovina en Colombia

La ganadería en Colombia es uno de los sectores productivos más importantes, esto debido a su aporte socioeconómico, a su connotación cultural y al aprecio como fuente de alimentos con alto valor nutricional en el territorio. En el año 2019, en Colombia se produjeron 7,184 millones de litros de leche cruda, cantidad que posicionaba a Colombia como la nación número 12 en producción de leche a nivel mundial (Fedegán 2020 a).

En el año 2019, el inventario bovino registrado fue de 27,239,767 cabezas, de las cuales el 63 % fueron hembras y el 37 % machos. Según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el hato ganadero se ubica en 623,794 predios que cuentan con una carga animal promedio de 0.7 bovinos por hectárea. Este indicador señala que la producción ganadera es en su mayoría extensiva (Fedegán 2019). Es importante mencionar que las condiciones climáticas, el mal manejo reproductivo y el control de enfermedades amplían los días abiertos, obteniéndose un promedio de 180 días abiertos en el país (Fedegán 2016).

3.2 Razas bovinas

3.2.1 Gyr

La raza Gyr tiene sus orígenes en la península de Katiawar, al Oeste de la India, que se identifica como su hábitat primario. En esta región, el promedio de temperatura máxima en verano es de 36.7 °C y la mínima en invierno alcanza los 15°C; es decir, se trata de una región cálida y muy húmeda. Se sabe que los primeros ganados Gyr en América fueron llevados a Brasil, país en donde se difundió ampliamente por todo el continente americano, especialmente en países como Colombia y México (Fedegán 2020 b).

3.2.2 Características generales de la raza

Es una raza de talla media, que se distingue por poseer una frente muy amplia. Los cuernos son caídos, dirigidos hacia atrás y con curvatura hacia arriba. Las orejas son largas, su piel es colgante y su color típico es el blanco moteado de rojo. Posee una giba grande, con dorso y lomo anchos y horizontales. Los toros adultos llegan a pesar, en promedio, 750 kilogramos a los cinco años de edad y las hembras adultas pueden alcanzar un peso de 450 kilogramos entre los cuatro y cinco años (Quiroz et al., 2014).

El ganado Gyr se presenta como una alternativa para mejorar la producción de leche en los climas cálidos, pues presenta características como una gran rusticidad, resistencia y alta adaptabilidad al medio tropical. Por eso es que importantes explotaciones lecheras de clima cálido, han incorporado a sus esquemas ejemplares de esta raza (Correa y Paulina 2020).

3.2.3 Girolando

El Girolando es una raza de ganado bovino creada en la década de los 40 en Brasil, como producto del cruzamiento de hembras puras Holstein con machos puros Gyr lecheros o viceversa. Estos pasaron por diversos cruces hasta que finalmente se logró estandarizar en el patrón racial de 5/8 Holstein más 3/8 Gyr, convirtiéndola en una nueva raza lechera muy productiva y genéticamente adaptada a los climas cálidos (Pineda s.f.).

3.2.4 Características generales de la raza

En esta raza los índices de longevidad, fertilidad y precocidad son muy buenos, las cuales inciden en una excelente producción y reproducción, con descendencia numerosa que comienza normalmente a los 30 meses de edad, alcanzando el pico de producción a los diez años. Es una raza resistente a enfermedades y a condiciones climáticas adversas, lo que la hace una raza ideal para la ganadería en zonas tropicales y subtropicales. Además, presenta

una gran adaptabilidad a diferentes sistemas de alimentación, lo que significa que puede ser criada en pastoreo o en establos (Medina s.f.).

3.2.5 Ganado Gyr y Girolando en Colombia

Las primeras importaciones de ejemplares Gyr llegaron a Colombia procedentes de Brasil hace más de 30 años a través de los fondos ganaderos. En la actualidad, la Asociación Cebú de Colombia registra ganaderías que, además de trabajar con la raza Brahman, trabajan con animales Gyr lechero en diversas cuencas lecheras del país (Fedegán 2020 b).

La raza Gyr, además de su gran potencial lechero, tiene la habilidad para sobrevivir, crecer y reproducirse eficientemente en el ambiente tropical colombiano; por estas capacidades es que muchos productores colombianos han montado interesantes programas de superovulación y transferencia de embriones con ejemplares de esta raza, incrementando así las ganancias genéticas (Fedegán 2020 b).

La raza Girolando es una de las más amadas en Colombia, donde ha ganado gran popularidad especialmente en las regiones de clima tropical. Los ganaderos han encontrado en esta raza una solución para maximizar la producción lechera mientras minimizar los riesgos asociados con las condiciones ambientales. Además, se han implementado biotecnologías, como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, para optimizar aún más la producción (Buriticá 2020).

La popularidad del Girolando en el país se debe a su capacidad para adaptarse y prosperar en un entorno donde otras razas podrían no ser tan efectivas. Esto la convierte en una gran opción para los productores que buscan rentabilidad y sostenibilidad en sus haciendas (Buriticá 2020).

3.3 Reproducción en bovinos

3.3.1 Ciclo estral

El ciclo estral de la vaca es el tiempo que transcurre entre dos celos. La duración promedio de este ciclo es de 21 días; pero es aceptable estar en un rango entre los 17 y los 25 días. El ciclo estral se divide en tres fases: Fase folicular (proestro), fase periovulatoria (estro y metaestro), y fase luteal (diestro). La detección del celo tiene un rol fundamental en este ciclo, y se hace mediante la observación de señales que presenta la vaca durante la fase del estro, siendo la principal señal la disposición de la vaca para montar y aceptar la monta de otras vacas (Nieto et al. 2012).

A nivel hormonal todo inicia con la producción de GNRH en el hipotálamo, una señal pasa a la hipófisis, para producir las hormonas FSH y LH, que a nivel de ovario producen varios folículos. Los folículos maduros producen estrógenos lo cual ocasiona los cambios de conducta en la vaca; luego en el lugar donde se encontraba el folículo se forma un cuerpo lúteo, el cual producirá la hormona progesterona, encargada de mantener la gestación. El útero estará listo para la implantación, pero si al día 16 no hay señal de gestación, se producirá prostaglandina para destruir el cuerpo lúteo e iniciar un nuevo ciclo (Sagarpa s.f.).

3.3.2 Eficiencia reproductiva en bovinos de leche

La eficiencia reproductiva en bovinos se define como la capacidad de servir a una hembra en el menor tiempo posible después del parto, empleando el menor número de inseminaciones o montas. La eficiencia reproductiva en bovinos constituye distintas expresiones e interpretaciones de la fisiología y comportamiento de la reproducción, y además relaciona estas actividades desde la pubertad, manifestándose con la correcta ciclicidad de la hembra, la producción de espermatozoides del macho, y algunos eventos como la gestación y el parto (González 2001).

Para conocer la eficiencia reproductiva es necesario hacer uso de los registros y así poder mejorar los parámetros reproductivo de la finca, encontrar problemáticas y tomar decisiones correctas que representen implicaciones económicamente en la explotación. Por eso es que, las ganaderías desarrollan planes de manejo reproductivo, los cuales cuentan con un estricto control de los registros de la finca, para así poder optimizar el tiempo entre procesos reproductivos durante la vida útil de los animales (Mariscal et al. 2016).

3.3.3 Factores que afectan la eficiencia reproductiva

Es importante determinar eventos y parámetros que permitan conocer y predecir la eficiencia reproductiva y los causales de la infertilidad. Entre los factores que afectan la actividad reproductiva esta la lactancia, la cual influye la capacidad de ingesta y la demanda energética durante el periodo de transición. El balance energético negativo (BEN) en la hembra lactante se presenta porque la producción de leche excede la cantidad de energía que la vaca puede obtener de la dieta (Sánchez 2010).

Figuroa (2019) indicó que la condición corporal es un factor determinante para la eficiencia reproductiva, debido a que una vaca con una mala condición corporal, tendrá problemas reproductivos asociados al tiempo de lapso entre un parto y otro. El puntaje de condición corporal, es útil para evaluar el estado nutricional y los cambios en el peso corporal, permitiendo identificar los bovinos delgados o con sobrepeso y tomar medidas para prevenir problemas reproductivos (Klopčič et al. 2013).

La eficiencia reproductiva está determinada también por otros factores como lo son: el bienestar animal, protección medioambiental, el cambio climático, el manejo, entre otros. Las biotecnologías de la reproducción en la actualidad ofrecen un sinnúmero de herramientas para el mejoramiento genético y la eficiencia en la reproducción bovina, ya que mejoran los componentes ambientales de los sistemas de producción y la composición genética de los animales (Jurado 2020).

3.4 Parámetros reproductivos de importancia

Los parámetros reproductivos son importantes en las explotaciones ganaderas porque influyen en la eficiencia reproductiva. Los parámetros reproductivos más importantes son: días abiertos, intervalo entre partos y los servicios por concepción. Estos parámetros representan la fertilidad, los cuales con un manejo adecuado permitirían incrementar la productividad y la rentabilidad de la explotación ganadera (Bustillo y Melo 2020).

3.4.1 Días abiertos o intervalo parto-concepción

Es un parámetro reproductivo muy importante, los cuales se definen como el tiempo que transcurre entre el momento del parto y la próxima preñez de la vaca. Estos se registran con la finalidad de establecer los programas de fertilidad sin dañar el proceso natural de recuperación uterina post parto. El promedio ideal es de 90 días, pero se considera aceptable llegar a obtener una cantidad máxima de 120 días abiertos (Bustillo y Melo 2020).

Jurado (2020) indicó que los registros son importantes para entender los momentos fisiológicos y los resultados que permitan alcanzar un máximo aprovechamiento de los días abiertos, evitando así que la vaca permanezca improductiva por largo tiempo. Sin embargo, se sabe que los días abiertos son un parámetro altamente dependiente de la detección de celo y del control de los servicios (Mariscal et al. 2016).

3.4.2 Intervalo entre partos

Estudios realizados por Ossa *et al.* (2006) sobre el intervalo entre partos, indican que este es el parámetro más importante para la evaluación de la eficiencia reproductiva de un hato. Está conformado por la sumatoria entre los días abiertos y el periodo de gestación. El intervalo entre partos es el periodo de tiempo que transcurre entre un parto y otro parto de la misma vaca, siendo ideal una duración de 365 días, obteniendo así un ternero por vaca al año (Fialho et al. 2018).

Existen muchos factores que influyen sobre la duración del intervalo entre partos, como lo son: el estado nutricional, la reabsorción embrionaria, las prácticas de manejo que se realicen en la finca, la raza con la que se trabaje, los métodos de detección de calores, la edad de los animales, entre otros (Endecott 2015).

3.4.3 Servicios por concepción

Los servicios por concepción son el número requerido de servicios para que una vaca quede gestante, dicho parámetro permite determinar la fertilidad del lote. Este parámetro revela los aspectos fisiológicos de la hembra durante el desarrollo embrionario y la implantación, y también, refleja la fertilidad del macho y su calidad seminal. Este parámetro se obtiene por medio de palpación rectal o ecografía (González 2001).

El número ideal de servicios por concepción es de un (1) servicio, pero se considera aceptable obtener mediante inseminación artificial un número de 1.5 a 1.7 servicios, alcanzar estos valores depende de factores como la calidad del semen, técnica de inseminación utilizada, la habilidad del inseminador, manejo del semen, entre otros (Bulbarela 2001).

3.5 Biotecnologías de la reproducción

3.5.1 Inseminación artificial en bovinos

Quintero (2022) indicó que la inseminación artificial (IA) es una técnica que consiste en la colocación manual de pequeñas dosis de semen dentro del tracto reproductivo de la hembra con el objetivo de alcanzar una preñez viable, siendo considerada una biotecnología de la reproducción en la que se genera descendencia facilitando el encuentro de los gametos masculinos y femeninos en el momento más adecuado del ciclo estral de la vaca. La IA se considera una herramienta que tiene la ventaja de optimizar la reproducción y mejorar la calidad genética del ganado bovino (Cortés y Gonella 2024).

La inseminación artificial permite también el intercambio de material genético de animales con alto valor genético a un costo más bajo y sin necesidad de transportar al toro, un aumento de número de crías por toro al año, una reducción de costos por mantenimiento de toros dentro de la granja, conservación prolongada del semen, y la prevención de enfermedades reproductivas (Fontes et al. 2020).

Mediante el uso de la inseminación artificial en buenas condiciones, se logran obtener porcentajes de preñez en promedio de hasta un 70 %. También debe considerarse que al utilizar la técnica de inseminación artificial el hato debe presentar en promedio un total de servicios por concepción por debajo de 1.7 para estar dentro del rango óptimo (Robson et al. 2004).

Bach (2014) demostró que existen causas que dificultan el uso masivo de la inseminación artificial, las cuales están relacionadas con la ineficiencia en la detección del celo de los animales, siendo el principal causante del incremento de los días abiertos en programas de inseminación artificial. Por esto, se creó una alternativa para aumentar el número de animales inseminados mediante la utilización de protocolos que permiten realizar la inseminación artificial sin la necesidad de detección de celos, dicha alternativa es conocida como inseminación artificial a tiempo fijo “IATF” (Bó et al. 2007).

En general, se puede dividir a los protocolos de IATF en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$), llamados protocolos Ovsynch, y los que utilizan dispositivos con progesterona (P_4) y estradiol. El protocolo Ovsynch ha resultado en una fertilidad aceptable para vacas de leche, no obstante, los protocolos que utilizan dispositivos con progesterona y estradiol han demostrado ser más eficientes (Baruselli et al. 2004).

Otros factores que afectan el éxito de la inseminación artificial tienen que ver con la calidad de semen y su capacidad de congelación óptima, la técnica de IA utilizada y el sitio de deposición de la dosis, además de los factores intrínsecos relacionados con la hembra (presencia de patologías, pérdidas embrionarias y los problemas del manejo); por último, y

muy importante, es que todas las personas involucradas deben ser competentes (Mekonnen et al. 2010).

3.5.2 Transferencia de embriones en bovinos

Estudios realizados por Britos et al. (2020) sobre la transferencia de embriones, indican que esta es una biotecnología que permite recolectar embriones de una hembra donante y transferirlos a varias hembras receptoras, con el fin de completar el período de gestación. Además, dicha biotecnología otorga mayor precisión en el proceso de selección animal, logrando animales genéticamente superiores que impiden un descarte precoz. Esta técnica es implementada en los programas de mejoramiento genético bovino para obtener un mayor número de crías de donadoras de alto valor genético (Martínez y Valcárcel 2008).

La transferencia de embriones (TE) en bovinos requiere de la selección y el manejo físico y farmacológico de las vacas donadoras y receptoras, y también de la recolección y transferencia de los embriones dentro de un periodo corto y específico después del estro. La TE incluye varias etapas, pero las principales son: sincronización del ciclo estral de las receptoras, recolección de los embriones en vaca donadora, clasificación de los embriones, almacenamiento y la criopreservación (Ninabanda 2022).

Irouléguy (2009) demostró que la TE ofrece ventajas como la obtención de una descendencia genéticamente superior, la disminución del riesgo de enfermedades, multiplicación de las características de una hembra superior, maximiza el uso de material seminal de alto valor, permite una planificación de los cruzamientos, entre otras. En programas de transferencia de embriones se acepta obtener un 50% de preñez promedio. El proceso de diagnóstico de preñez se realiza a los 30 días luego de la TE, y la confirmación de gestación a los 90 días. En ambos casos se debe realizar con ecografía (Peterson y Lee 2003).

Los factores que podrían afectar los resultados de las tasas de preñez pueden ser intrínsecos, como por ejemplo un diámetro deficiente del cuerpo lúteo, dificultades al realizar la

transferencia, problemas relacionados al embrión, entre otros. Y están los factores extrínsecos como los problemas ambientales, manejo de los vientres, o los relacionados a la nutrición. (Oyuela y Jiménez 2010).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación del sitio de práctica

El trabajo profesional se realizó en la hacienda El Empedrado, la cual está ubicada 4 km al Este del municipio de Ansermanuevo, departamento del Valle del Cauca, Colombia. Con una altura de 970 msnm, una temperatura promedio de 24°C y una precipitación anual de 1200 mm (Revista genética bovina 2018).



Figura 1. Ubicación de la hacienda El Empedrado en el municipio de Ansermanuevo departamento del Valle del Cauca.

4.2 Materiales y equipo

Materiales: libreta de apuntes, lápices, hojas de registros de la hacienda, guantes de palpación, ropa de trabajo, jeringas y botas de hule.

Equipos: celular, computadora y ecógrafo.

4.3 Método

El trabajo profesional supervisado tuvo como requisito el cumplimiento de 600 horas de operación durante los meses de septiembre a diciembre y se realizó bajo el método participativo y descriptivo no experimental. Se participó en el manejo reproductivo de ganado bovino aplicando biotecnologías de la reproducción.

Durante la realización del Trabajo Profesional Supervisado (TPS) se trabajó en conjunto con la hacienda ganadera, la cual brindó registros que permitieron a través de ecuaciones sencillas determinar los parámetros reproductivos de días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción y así se logró medir la eficiencia reproductiva del hato. También, se utilizaron dichos registros para determinar el porcentaje de preñez en las vacas expuestas a las biotecnologías reproductivas de inseminación artificial y transferencia de embriones. El TPS se desarrolló siguiendo las siguientes fases del método:

4.3.1 Reconocimiento del sitio de practica

Se realizó un recorrido por la hacienda con el fin de reconocer las instalaciones y operaciones que se llevan a cabo, así como los procesos y tecnologías utilizadas para el manejo reproductivo del ganado lechero.

4.3.2 Participación en la aplicación de biotecnologías reproductivas

Se participó en la aplicación de las biotecnologías utilizadas en el sistema de producción, en las cuales se utilizaron datos de 79 vacas sometidas a la inseminación artificial y 16 vacas sometidas a la transferencia de embriones.

a) Inseminación artificial

Paso 1. Sincronización de vacas:

La sincronización de vacas destinadas a ser inseminadas se realizó cumpliendo ciertos procedimientos en días específicos. Al día cero (0) se realizó una palpación (Anexo 1) para saber si había presencia de un cuerpo lúteo o un folículo dominante; al haber un cuerpo lúteo se aplicaron dos (2) ml de prostaglandina sintética para causar una luteolisis y dos (2) ml de benzoato de estradiol para estimular el folículo, y si solamente había presencia de un folículo dominante se aplicaron dos ml de benzoato de estradiol.

Seguidamente se hizo un reinicio de ondas foliculares a través de un dispositivo intravaginal (Anexo 1) a base de progesterona. Por último, se tonificó aplicando 20 ml de un producto llamado FOSFOSAN, el cual contiene vitaminas AD3E y minerales como: fosforo, selenio, magnesio, cobre y potasio.

En el octavo día se retiró el dispositivo intravaginal y se aplicaron dos (2) ml de prostaglandina sintética para simular el ambiente uterino, dos (2) ml de cipionato de estradiol, para asegurar la ovulación y 1.6 ml de hormona coriónica equina para estimular el crecimiento, maduración y selección del folículo. Luego en el décimo día se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (Anexo 1), respetando de 48 a 52 horas post retiro del dispositivo intravaginal, y se aplicaron dos (2) ml de GNRH para asegurar la ovulación.

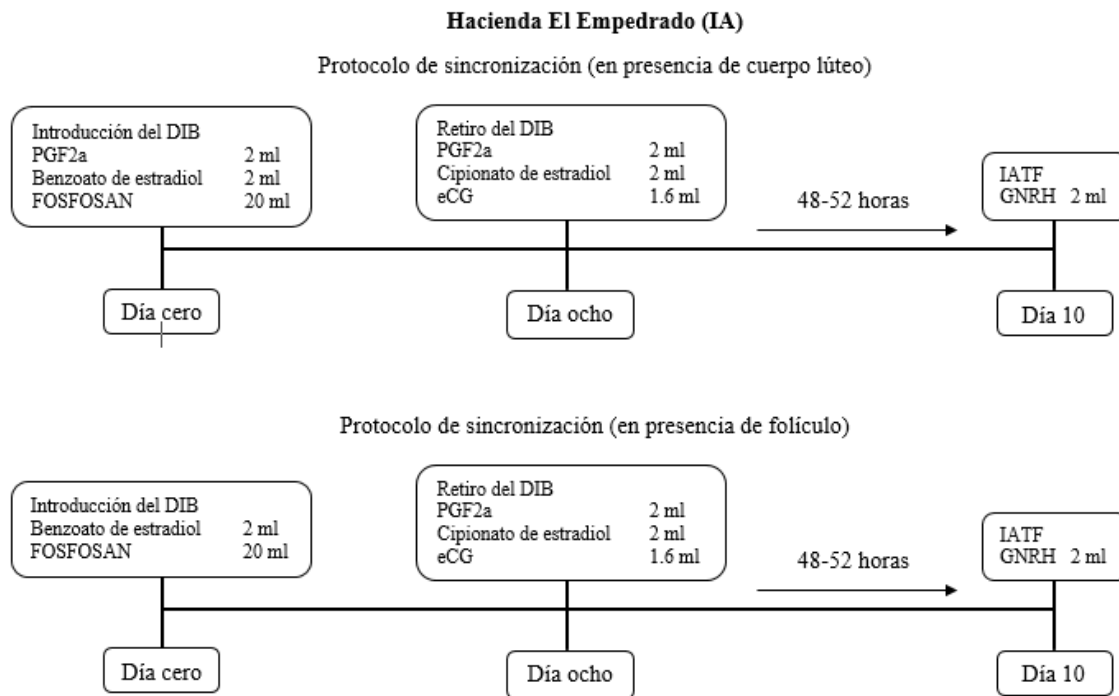


Figura 2. Protocolo de sincronización utilizado en la hacienda El Empedrado.

Paso 2. Inseminación artificial:

- Se preparó el equipo de inseminación el cual constaba de una pistola de inseminación, vaso de descongelación, cortador de pajillas, y el termo de criopreservación. También se prepararon materiales como los guantes de palpación, guantes látex, fundas de inseminación, rollo de chemise, y papel higiénico.
- Luego se extrajo una pajilla del termo de criopreservación; la cual, fue depositada durante 40 segundos en un vaso de descongelación, el cual contenía agua a 36.5°C.
- Transcurrido el tiempo, la pajilla se extrajo del vaso para ser secada y cortada de la punta para permitir que el semen pudiera ser depositado.
- Posteriormente se preparó la pistola de inseminación.
- Seguidamente se procedió a palpar rectalmente y a limpiar la vulva para introducir la pistola vía intravaginal hasta pasar el cérvix y lograr depositar el semen con delicadeza.

- Una vez finalizado el proceso se retiró la pistola de inseminación y la mano de palpación para desechar los materiales utilizados y limpiar el equipo.
- Por último, se aplicaron 2 ml de GNRH para asegurar la ovulación.

b) Transferencia de embriones

Paso 1. Selección de donadoras:

Todas las donadoras utilizadas fueron vacas de la raza Gyr, las cuales se seleccionaron de acuerdo a una evaluación de factores zootécnicos como: vacas que han dado ovocitos de calidad, vacas con mayor producción de leche, vacas más fértiles, por aspectos fenotípicos o genotípicos y que eran vacas o novillas que presentaron una preñez menor a cuatro (4) meses.

Paso 2. Selección de receptoras:

Todas las receptoras fueron vacas F1 resultantes del cruce de las razas Gyr y Holstein, las cuales cumplieron con ciertos criterios de selección como: vacas que habían estado ciclando con normalidad, libres de ectoparásitos y hemoparasitos, vacas bien nutridas y con buena condición corporal, que no estaban recién paridas, que no sufrían de cojeras y que estaban libres de mastitis.

Paso 3. Sincronización de receptoras:

La sincronización de vacas receptoras se realizó cumpliendo ciertos procedimientos en días específicos. Al día cero (0) se palparon las vacas para determinar la presencia de un cuerpo lúteo o un folículo dominante; al existir un cuerpo lúteo se aplicaron dos (2) ml de prostaglandina sintética para causar una luteólisis y dos (2) ml de benzoato de estradiol para estimular el folículo, y si había un folículo dominante sin presencia de un cuerpo lúteo se aplicaron solamente dos (2) ml de benzoato de estradiol.

Posteriormente, se hizo un reinicio de ondas foliculares a través de un dispositivo intravaginal a base de progesterona. Por último, se tonificó aplicando 20 ml de un producto llamado FOSFOSAN, el cual contiene vitaminas AD3E y minerales como: fósforo, selenio, magnesio, cobre y potasio.

En el octavo día se procedió a retirar el dispositivo intravaginal y se aplicaron dos (2) ml de prostaglandina sintética para simular el ambiente uterino, dos (2) ml de cipionato de estradiol para asegurar la ovulación y 1.6 ml de hormona coriónica equina para estimular el crecimiento maduración y selección del folículo. Al noveno día se realizó el proceso de aspiración en vacas donantes, las cuales se tonificaron post aspiración. Las vacas receptoras ovularon al décimo día, por ende, al día 17 se realizó el proceso de la transferencia de los embriones, los cuales fueron fertilizados de manera in vitro (FIV/TE).

Paso 4. Aspiración folicular (donadoras):

El proceso de aspiración fue realizado por la empresa EMBRIOBRA, la cual designó a un especialista que ejecutó los siguientes pasos:

- Se preparó el equipo y los materiales a utilizar.
- Luego se utilizó alcohol líquido y papel toalla para limpiar la zona entre la primera y segunda vertebra coccígea, y para limpiar la vulva.
- Se aplicaron de dos a tres ml de lidocaína entre la primera y segunda vertebra coccígea, para reducir las contracciones rectales y prevenir heridas en los ovarios.
- Luego se introdujo el equipo aspirador vía vaginal y se palpó de manera transrectal.
- Los ovocitos aspirados se depositaron en un tubo de ensayo que contenía un medio de aspiración, el cual simulaba el líquido folicular, a una temperatura entre 37.5 y 38°C.
- Luego se limpió la punta del equipo aspirador con agua destilada para evitar la mezcla de ovocitos de una donadora y otra.
- Como último paso, se tonificaron las donadoras, a las cuales se les aplicaron 20 ml del producto FOSFOSAN.

Paso 5. Filtración y selección de ovocitos viables:

El proceso de filtración y selección de ovocitos fue realizado por la empresa EMBRIOBRA. La empresa contó con un especialista quien ejecutó los siguientes pasos:

Los ovocitos obtenidos se filtraron para ser separados del medio de aspiración y se colocaron sobre una placa de Petri que contenía tres gotas de lavado, dicho procedimiento se realizó haciendo uso de una micropipeta. Los ovocitos pasaron por las tres gotas de lavado para eliminar el exceso de células y ovocitos de baja calidad.

Luego los ovocitos de calidad ya limpios se colocaron en un tubo de ensayo el cual contenía un medio de maduración, donde los ovocitos permanecieron durante 22 a 24 horas; en dicho tiempo alcanzaron su madurez para poder ser fertilizados. Por último, se realizó el proceso de gasificación del tubo de ensayo para simular los niveles de oxígeno, CO₂ y nitrógeno que hay en el útero, y así los ovocitos fueron empacados y transportados hacia el laboratorio a una temperatura de 38 °C.

Paso 6. Procedimiento en el laboratorio:

El proceso a nivel de laboratorio fue realizado por la empresa EMBRIOBRA, la cual contó con especialistas que ejecutaron los siguientes pasos:

El primer paso que se llevó a cabo fue la capacitación espermática, la cual se realizó dos horas antes del proceso de fertilización de los ovocitos. Una vez transcurridas de 22 a 24 horas de estar los ovocitos en el medio de maduración estos fueron tomados y colocados en un medio de fertilización donde con ayuda de una micropipeta se les colocó una dosis del semen seleccionado y se dejaron en reposo durante 24 horas. Luego de 24 horas post fertilización se hizo un conteo de los ovocitos que mostraron división celular, el cual fue indicativo de que la fecundación fue exitosa.

Como siguiente paso, los ovocitos fecundados fueron extraídos y colocados en un medio de cultivo, los cuales se mantuvieron durante seis (6) días en una incubadora a 38.5 °C con niveles de nitrógeno, oxígeno, CO₂ estables que simulaban el útero. Luego en el sexto día post fertilización (quinto día en la incubadora), se realizó un chequeo para observar la etapa de crecimiento de los embriones, y en el séptimo día post fertilización se empacaron los embriones que presentaron la etapa de blastocisto, los cuales viajaron empajillados en una transportadora que mantuvo la temperatura a 38 °C.

Paso 7. Transferencia de embriones:

El proceso de transferencia de embriones fue realizado por la empresa EMBRIOBRA, la cual contó con un especialista que ejecutó los siguientes pasos:

- Se preparó el equipo y materiales a utilizar.
- Se procedió a realizar la palpación transrectal y con ayuda del ecógrafo para determinar la presencia de un cuerpo lúteo y su respectivo tamaño, y así comprobar si este era capaz de sostener la gestación. En caso de ser considerado pequeño el cuerpo lúteo, se aplicó 1 ml de un producto llamado Sincrogest el cual es a base de progesterona sintética.
- Se limpió con alcohol la zona donde se aplicó la lidocaína (entre la primera y segunda vertebra coccígea) y se aplicaron de dos a tres ml, con el fin de relajar el sistema nervioso y reducir las contracciones rectales para prevenir heridas en el cuerno uterino durante la transferencia.
- Se tomó la pajilla del equipo de transporte y se procedió a preparar la pistola de transferencia.
- Luego se realizó nuevamente la palpación transrectal y se efectuó la limpieza de la vulva para introducir la pistola hasta la curvatura del cuerno uterino que presentó el cuerpo lúteo, y se procedió con mucha delicadeza a transferir el embrión (Anexo 1).
- Como último paso, se retiró el aplicador y la mano de palpación y se limpió el equipo.

4.3.3 Levantamiento de información

Se utilizaron los registros implementados en el área reproductiva (Anexo 2), y se actualizaron durante el desarrollo de la práctica profesional.

4.3.4 Análisis de información

Los datos obtenidos se organizaron para realizar un análisis cuantitativo y descriptivo. Se utilizó el software MS Excel 2020 para la generación de gráficos y figuras.

4.4 Variables evaluadas

4.4.1 Días abiertos (DA)

Es la cantidad de días que tiene la vaca desde el día de parto hasta la siguiente preñez que presente la vaca. Se calculó mediante el conteo de los días transcurridos entre la fecha del último parto de la vaca hasta la fecha en la que volvió a quedar gestante.

4.4.2 Intervalo entre partos (IEP)

Corresponde al número de días que transcurren entre un parto y otro. Se determinó mediante la siguiente formula:

IEP= Días abiertos + periodo de gestación

4.4.3 Servicios por concepción (SC)

Es el número de servicios realizados, sea por monta natural o inseminación artificial, para lograr una preñez. Se estimaron con la siguiente ecuación:

$$SC = \frac{\text{Total de servicios realizados}}{\text{Numero de vacas preñadas}}$$

4.4.4 Porcentaje de preñez

Es el número de vacas preñadas, sobre el número total de vacas elegidas para ser servidas. Se calculó aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ preñez} = \frac{\text{Número de vacas preñadas}}{\text{Total de vacas servidas}} \times 100$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Días abiertos (DA)

El promedio de días abiertos en vacas servidas por inseminación artificial fue de 115 días y para las vacas servidas por transferencia de embriones fue de 120 días (figura 3), indicando que este parámetro en la hacienda El Empedrado no se encuentra próximo al ideal de 90 días al hacer uso de ambas biotecnologías reproductivas.

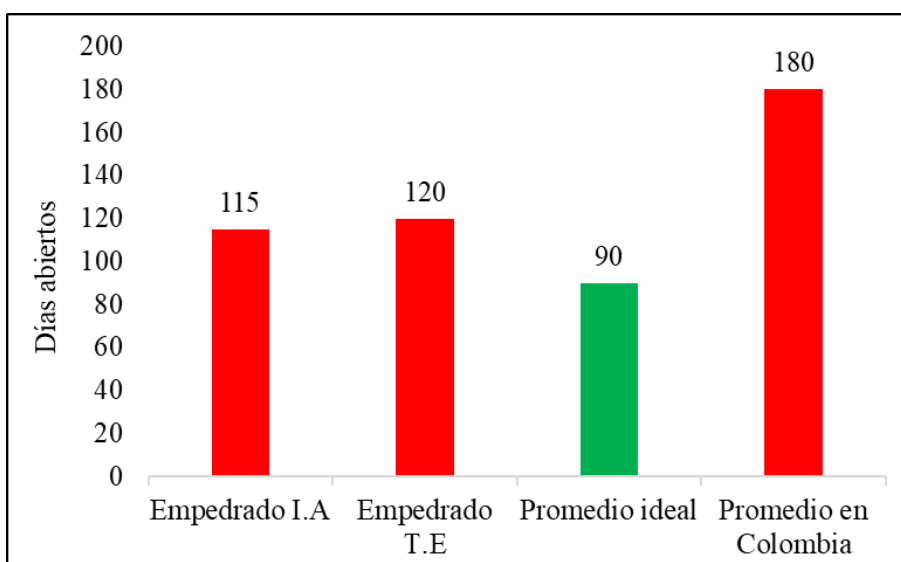


Figura 3. Días abiertos en la hacienda El Empedrado implementando biotecnologías reproductivas.

La cantidad elevada de días abiertos en ambas biotecnologías puede ser atribuida al incorrecto control de servicios iniciales post parto, lo que de acuerdo a las investigaciones presentadas por Mariscal et al (2016), es un factor altamente influyente sobre este parámetro; sin embargo, si bien el parámetro está alejado del ideal el cual es de 90 días, logra ser una cantidad aceptable para ambas biotecnologías reproductivas según lo expresa Bustillo y Melo (2020).

La diferencia entre el promedio de días abiertos obtenidos en El Empedrado de 115 y 120 días y los registrados a nivel nacional de 180 días puede ser a raíz del apropiado control que se otorga dentro de la hacienda a factores como el manejo reproductivo y el manejo de enfermedades del hato, los cuales según la publicación realizada por Fedegán (2016) pueden llegar a ampliar el parámetro de días abiertos dentro en una ganadería.

5.2 Intervalo entre partos (IEP)

El intervalo entre partos en vacas servidas por transferencia de embriones fue de 395 días y en vacas servidas por inseminación artificial fue de 390 días (figura 4). Lo que representa según Fialho et al (2018) que ambas biotecnologías están ligeramente alejadas del intervalo entre partos ideal el cual debe ser de 365 días.

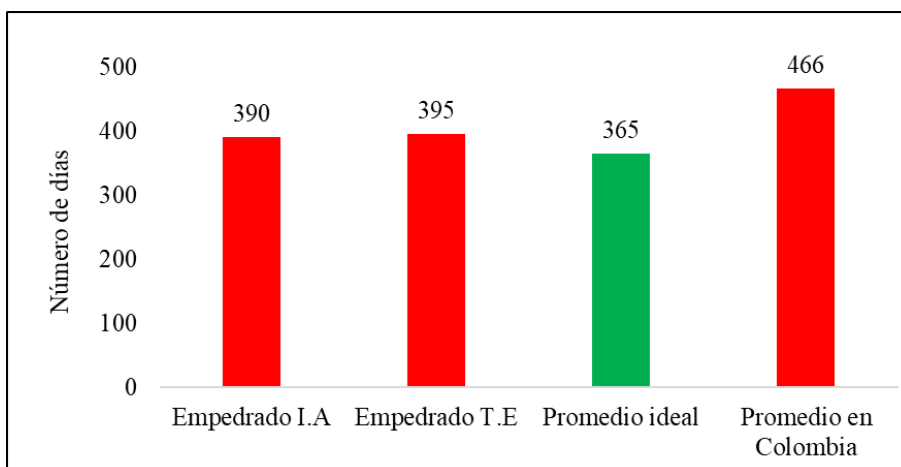


Figura 4. Intervalo entre partos de las biotecnologías reproductivas implementadas en la hacienda El Empedrado.

El intervalo entre partos tiene una gran relación con factores como la reabsorción embrionaria, la lactancia, las prácticas de manejo, la condición corporal y las condiciones climáticas, lo que de acuerdo a diversas investigaciones tienen influencia en el lapso de tiempo que hay entre un parto y otro afectando de esa manera la eficiencia reproductiva de una hacienda ganadera. (Sánchez 2010, Klopčič et al 2013, Endecott 2015, Figueroa 2019 y Jurado 2020).

5.3 Servicios por concepción (SC)

El número de servicios por concepción para la inseminación artificial fue de 2 servicios, y para la transferencia de embriones fue de 1.7 servicios (figura 5). Lo que representa según Bulbarela (2001) y Robson et al (2004), que ambas biotecnologías están por encima del promedio ideal el cual es de un (1) servicio.

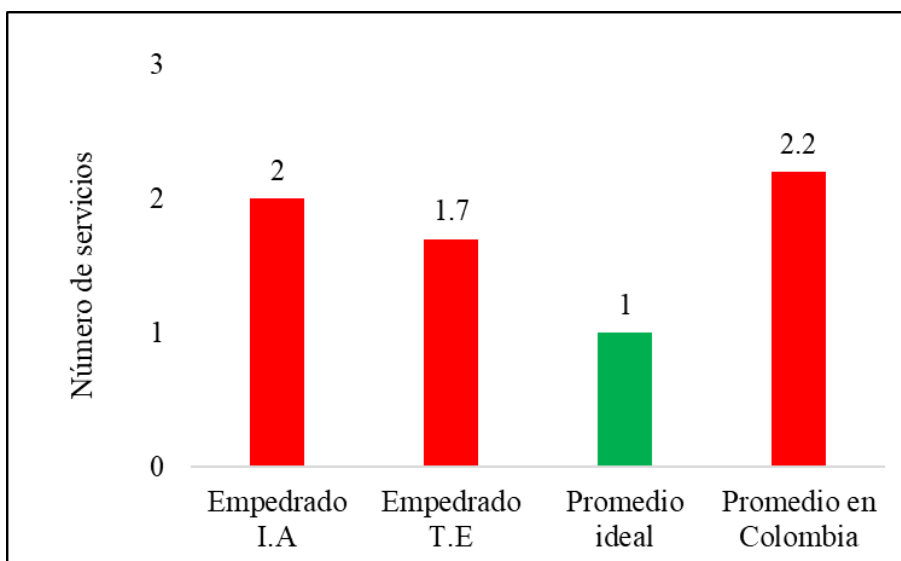


Figura 5. Servicios por concepción de las biotecnologías reproductivas implementadas en la hacienda El Empedrado.

El parámetro de servicios por concepción puede verse afectado por factores como la técnica del ejecutor, el sitio de disposición de la dosis, problemas relacionados con el material genético utilizado, o por el manejo de los vientres, lo cual coincide a lo expresado por Oyuela y Jiménez (2010), y, Mekonnen et al (2010), quienes expresan en sus investigaciones que dichos factores afectan el éxito de ambas biotecnologías influyendo indirectamente en la cantidad de servicios requeridos.

5.4 Porcentaje de preñez

Para la inseminación artificial se obtuvo un porcentaje de preñez de 49.36%, y para la transferencia de embriones fue de 56.25 % (figura 6)., lo que según las investigaciones realizadas por Peterson y Lee (2003), Robson et al. (2004), el porcentaje de preñez para la

inseminación artificial está lejano al ideal del 70%, pero el de la transferencia embrionaria supera el porcentaje ideal del 50%.

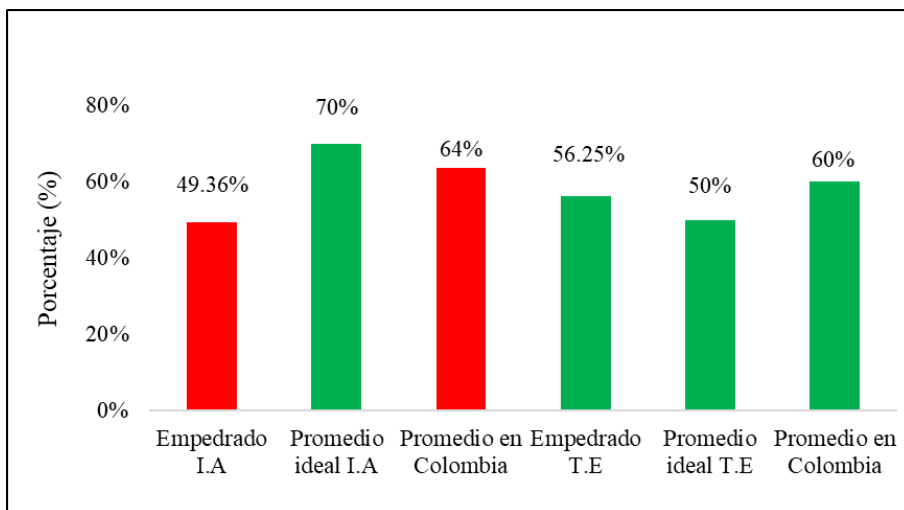


Figura 6. Porcentaje de preñez de las biotecnologías implementadas en la hacienda El Empedrado.

En las biotecnologías reproductivas el porcentaje de preñez resulta considerablemente menor al 100% debido a que estas conllevan procesos en la manipulación del material genético tanto del semen como de los embriones recolectados, como lo expresan diferentes investigaciones donde describen procesos como recolección de embriones, protocolos de sincronización, y la conservación prolongada del semen (Baruselli et al 2004, Fontes et al 2020, Ninabanda 2022).

VI. CONCLUSIONES

Los parámetros reproductivos de días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción presentaron resultados ligeramente elevados en comparación con el ideal para ambas biotecnologías, sin embargo, dichos resultados son considerados muy buenos según el tipo de ganadería y las condiciones climáticas de la zona.

El porcentaje de preñez en las vacas expuestas a inseminación artificial fue de 49.36% y en las vacas sometidas a transferencia de embriones fue de 56.25%, indicando que la transferencia de embriones presenta un mayor porcentaje de preñez en comparación con la inseminación artificial, por lo tanto, la eficiencia de dicha biotecnología en la hacienda El Empedrado puede considerarse excelente.

Las biotecnologías reproductivas implementadas en el ganado lechero de la hacienda El Empedrado conllevan una serie de pasos previamente establecidos los cuales son de gran importancia para intentar obtener resultados favorables.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis de los pasos que se realizan en ambas biotecnologías para encontrar posibles mejoras que ayuden a incrementar la eficiencia reproductiva del hato ganadero.

Analizar las prácticas de manejos post parto que afectan la eficiencia de los parámetros reproductivos de días abiertos, intervalo entre partos y servicios por concepción para obtener resultados más certeros.

Analizar los factores intrínsecos y extrínsecos que estén afectando a las vacas servidas mediante inseminación artificial para mejorar el porcentaje de preñez.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Bach, A. 2014. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología (en línea). Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/238109513_LA_REPRODUCCION_DEL_VACUNO_LECHERO_NUTRICION_Y_FISIOLOGIA

Baruselli, P.; Marques, M.; Nasser, L. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates (en línea). Brasil. Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/8439055_The_use_of_hormonal_treatments_to_improve_reproductive_performance_of_anestrous_beef_cattle_in_tropical_climates

Bó, G.; Cutaia, L.; Chesta, P.; Balla, E.; Picinato, D.; Peres, L.; Maraña, D.; Baruselli, P. 2007. Inseminación artificial a tiempo fijo (en línea). Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/104-resultados.pdf

Britos, A.; Acosta, T.; Román, R.; Giménez, F.; Domínguez, R. 2020. Manual de transferencia de embriones (en línea). Paraguay. 6 p. Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en: https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual_de_transferencia_de_embryones.pdf

Bulbarela, G. 2001. Comportamiento reproductivo de un hato Holstein en clima semicálido (en línea). México. Consultado el 22 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.produccionanimal.com/efecto-de-problemas-podales-sobre-la-reproduccion-de-las-vacas/>

Buriticá, A. 2020. Ganado Girolando en Colombia (en línea). Consultado el 29 de jul. 2024. Disponible en: <https://blog.croper.com/ganado-girolando-en-colombia/>

Bustillo, J.; Melo, J. 2020. Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino (en línea). Colombia. 1 p. Consultado el 22 de jul. 2024. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5334883-6e6a-4364-853a-26ebf486f3ad/content>

Correa, A.; Paulina, M. 2020. Comparación de algunos parámetros productivos y reproductivos de vacas Holstein y sus cruces con Jersey y Gyr en un hato lechero en trópico alto colombiano (en línea). Colombia. Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8511792>

Cortés, D.; Gonella, A. 2024. Tips para la inseminación artificial en bovinos (en línea). Estados Unidos. Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AN391>

Endecott, R. 2015. Postpartum interval and beef cow fertility (en línea). Consultado el 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.agweek.com/business/postpartum-interval-and-beef-cow-fertility>

FAOSTAT. 2023. Alimentación y agricultura (en línea). Consultado el 18 de ago. 2024. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>

Fedegán. 2016. Indicadores que impiden cerrar días abiertos de vacas lecheras (en línea). Colombia. Consultado 18 de mar. 2025. Disponible en <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/5-indicadores-que-impiden-cerrar-dias-abiertos-de-vacas-lecheras>

Fedegán. 2019. Análisis del inventario nacional bovino 2015-2017 (en línea). Colombia. Consultado el 24 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>

Fedegán. 2020. a. Estadísticas de producción (en línea). Colombia. Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>

Fedegán. 2020. b. Razas bovinas en Colombia (en línea). Colombia. Consultado el 24 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/ganaderia-colombiana-las-razas>

Fialho, A.; Brochado, M.; Aparecido, W.; Arruda, E. 2018. Efeito do estresse térmico calórico agudo e crônico sobre a qualidade oocitária de bovinos de raças adaptadas (en línea). Brasil. Consultado el 21 de jul. 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324763643_Efeito_do_estresse_termico_calorico_agudo_e_cronico_sobre_a_qualidade_oocitaria_de_bovinos_de_racas_adaptadas

Figuerola, J. 2019. Efecto de la condición corporal sobre la eficiencia reproductiva en un predio de crianza bovina en la región de Los Lagos (en línea). Chile. 5 p. Consultado el 22

de jul. 2024. Disponible en:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2019/faf475e/doc/faf475e.pdf>

Fontes, P.; Oosthuizen, N.; Clifford, G. 2020. Reproductive management of beef cattle (en línea). Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/338814569_Reproductive_management_of_beef_cattle

González, C. 2001. Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva (en línea). 206 p. Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en:
http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/libro_reproduccionbovina/cap14.PDF

Irouléguy, J. 2009. Transferencia de embriones frescos a tiempo fijo: algunas variables que afectan la tasa de preñez (en línea). Argentina. 2 p. Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en:
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embriionario/32-a_tiempo_fijo.pdf

Jurado, N. 2020. Factores determinantes de la eficiencia reproductiva en Bovinos (en línea). Medellín, Colombia. 2 p. Consultado el 21 de jul. 2024. Disponible en:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35049/2020N%C3%A9storJurado.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Klopčič, M.; Hamoen, A.; Bewley, J. 2013. Body condition scoring of dairy cows (en línea). Consultado el 22 de jul. 2024. Disponible en:
<https://www.scribd.com/document/355139969/body-condition-of-dairy-cows-pdf>

Mace, G.; Norris, K.; Fitter, A. 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship (en línea). Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534711002424>

Mariscal, V.; Pacheco, A.; Estrella, H.; Huerta, M.; Rangel, R.; Núñez, R. 2016. Indicadores reproductivos de vacas lecheras en agroempresas con diferente nivel tecnológico en Los Altos de Jalisco (en línea). México. Consultado el 21 de jul. 2024. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000300493

Martínez, A.; Valcárcel, A. 2008. Vitriificación de embriones bovinos obtenidos in vitro (en línea). Consultado el 27 de jul. 2024. Disponible en: https://www.samer.org.ar/revista/numeros/2008/n1/4_vitrificacion.pdf

Medina. B. s.f. Girolando (en línea). 5 p. Consultado el 29 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/514522793/GIROLANDO>

Mekonnen, T.; Bekana, M.; Abayneh, T. 2010. Reproductive performance and efficiency of artificial insemination smallholder dairy cows/heifers in and around Arsi-Negelle, Ethiopia (en línea). Etiopia. Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd22/3/meko22061.htm>

Nieto, D.; Berisso, R.; Demarchi, O.; Scala, E. 2012. Manual de buenas prácticas de ganadería bovina para la agricultura familiar (en línea). Buenos Aires, Argentina. 85 p. Consultado el 22 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.fao.org/4/i3055s/i3055s.pdf>

Ninabanda, J. 2022. Evaluación de la tasa de preñez al transferir embriones bovinos utilizando dos métodos de sincronización (en línea). Argentina. 153 p. Consultado el 24 de

jul. 2024. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/366599350_Evaluacion_de_la_tasa_de_prenhez_al_transferir_embrioes_bovinos_utilizando_dos_metodos_de_sincronizacion

Ossa, G.; Suárez, M.; Pérez, J. 2006. Factores ambientales y genéticos relacionados con el intervalo entre partos en la raza Romosinuano (en línea). Córdoba, Colombia. Consultado el 22 de jul. 2024. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000200004

Oyuela, L.; Jiménez, C. 2010. Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones (en línea). Colombia. 192 p. Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>

Peterson, A.; Lee, R. 2003. Improving successful pregnancies after embryo transfer (en línea). Consultado el 25 de jul. 2024. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12499012/>

Pineda, O. s.f. La raza Girolando, una alternativa para producir leche en clima tropical (en línea). 3 p. Consultado el 29 de jul. 2024. Disponible en: <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2018/01/LA-RAZA-GIROLANDO-UNA-ALTERNATIVA-PARA-PRODUCIR-LECHE-EN-CLIMA-TROPICAL-.pdf>

Quintero, A. 2022. Estrategias de inseminación artificial en bovinos: De lo convencional al uso de semen sexado (en línea). Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8658819>

Quiroz J.; Granados L.; Barrón M.; Oliva J. 2014. Productividad de la raza Gyr en un sistema de lechería en tabasco, México (en línea). 251 p. Consultado el 24 de jul. 2024. Disponible en:

https://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo099_AICA2014.pdf

Revista genética bovina. 2018. El Empedrado (en línea). Colombia. Consultado 19 mar. 2025. Disponible en <https://revistageneticabovina.com/ganaderias/el-empedrado/>

Robinson, T.; William, G.; Conchedda, G.; Van Boeckel, T.; Ercoli, V.; Palamara, E.; Cinardi, G.; D'Aietti, L.; Hay, S.; Gilbert, M. 2014. Mapping the Global Distribution of Livestock (en línea). Londres, Inglaterra. Consultado el 24 de jul. 2024. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0096084>

Robson, C.; Aguilar, D.; López, S. 2004. Inseminación artificial en bovinos (en línea). Argentina. 3 p. Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/188-Inseminacion_2004.pdf

Sagarpa s.f. Inseminación artificial de ganado bovino (en línea). México. 17 p. Consultado el 26 de jul. 2024. Disponible en: <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/32-pecuaria?download=137:inseminacion-artificial-de-ganado-bovino>

Sánchez, A. 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México (en línea). 17 p. Consultado el 21 de jul. 2024. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010._Parametros-reproductivos-bovinos.pdf

Teillard, F.; Anton, A.; Dumont, B.; Finn, J.; Henry, B.; Souza, D.; Manzano, P.; Canals, L.; Phelps, C.; Said, M.; Vijn, S.; White, S. 2016. A review of indicators and methods to assess biodiversity (en línea). 3 p. Consultado el 24 de jul. 2024. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/381426f9-6b67-4c68-9363-06668023d2e1/content>

Teixeira, C.; Ludes, T.; Sarmiento, N.; Proenca, V.; Domingos, T. 2018. Ficha técnica de biodiversidad (en línea). 4 p. Consultado el 24 de jul. 2024. Disponible en: https://www.custodia-territorio.es/sites/default/files/recursos/ficha_tecnica_biodiversidad_ganaderia_carne.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Biotecnologías reproductivas aplicadas.



Figura 1. Palpación de vacas vacías.



Figura 2. Aplicación de protocolo de sincronización de celo.



Figura 3. Detección de celo en hembras.



Figura 4. Inseminación artificial en vacas lecheras.



Figura 5. Transferencia de embriones en vacas lecheras.

Anexo 2. Registros reproductivos utilizados en la realización del trabajo práctico profesional (TPS).

Número Hembra	Días Abiertos	Días Preñez	Días Palpa.	Días Servida	IA o MN	No. Serv.	I.E.P	Fecha de servida
138F	139.00	152.00	9.00	152.00	IA	2.00	483.00	21/6/2024
146	115.00		22.00	68.00	IA	1.00	549.00	13/9/2024
147	129.00		22.00	63.00	IA	2.00	404.00	18/9/2024
155	113.00		36.00	26.00	IA	1.00		25/10/2024
182	79.00		36.00	26.00	IA	1.00	332.00	25/10/2024
216	144.00		9.00	54.00	IA	2.00	628.00	27/9/2024
224	189.00		75.00	138.00	IA	1.00	366.00	5/7/2024
236	140.00		22.00	68.00	IA	1.00	500.00	13/9/2024
249	247.00	152.00	34.00	152.00	IA	2.00	425.00	21/6/2024
250FD	570.00		34.00	446.00	IA	1.00	351.00	1/9/2023
253FD	43.00	96.00	63.00	96.00	IA	1.00	445.00	16/8/2024
265	95.00	127.00	78.00	127.00	IA	2.00	489.00	16/7/2024
273	82.00	127.00	22.00	127.00	IA	2.00	550.00	16/7/2024
279	177.00	201.00	50.00	201.00	IA	2.00	328.00	3/5/2024
298	72.00	54.00	9.00	54.00	IA	2.00	323.00	27/9/2024
340	52.00	187.00	36.00	187.00	IA	1.00	321.00	17/5/2024
392	49.00	152.00	50.00	152.00	IA	1.00		21/6/2024

401	43.00	152.00	50.00	152.00	IA	1.00		21/6/2024
407	80.00		36.00	26.00	IA	1.00		25/10/2024
410	81.00		36.00	26.00	IA	1.00		25/10/2024
5046	51.00	110.00	9.00	110.00	IA	1.00	339.00	2/8/2024
5111	121.00		36.00	26.00	IA	2.00	394.00	25/10/2024
5112	97.00		22.00	54.00	IA	1.00	376.00	27/9/2024
5135	244.00		36.00	138.00	IA	2.00	409.00	5/7/2024
5163	48.00	166.00	9.00	166.00	IA	2.00	329.00	7/6/2024
5204	157.00		63.00	54.00	IA	2.00	491.00	27/9/2024
5238	121.00		22.00	68.00	IA	1.00	453.00	13/9/2024
5246	81.00		36.00	26.00	IA	1.00	642.00	25/10/2024
5330	128.00		36.00	26.00	IA	2.00	372.00	25/10/2024
5365	77.00			36.00	IA	1.00	500.00	15/10/2024
5367	40.00	152.00	50.00	152.00	IA	1.00	371.00	21/6/2024
5370	90.00	54.00	9.00	54.00	IA	2.00	498.00	27/9/2024
5397	51.00	187.00	36.00	187.00	IA	1.00	669.00	17/5/2024
5401	47.00	68.00	36.00	68.00	IA	1.00	632.00	13/9/2024
5421	1629.00	138.00	36.00	138.00	IA	2.00		5/7/2024
5423	70.00		36.00	26.00	IA	1.00	456.00	25/10/2024
5427	79.00		36.00	26.00	IA	1.00	548.00	25/10/2024
5428	131.00		36.00	26.00	IA	2.00	420.00	25/10/2024
5429	33.00	54.00	9.00	54.00	IA	1.00	317.00	27/9/2024
5439	44.00	127.00	22.00	127.00	IA	1.00	456.00	16/7/2024
5442	45.00	110.00	9.00	110.00	IA	1.00	468.00	2/8/2024
5443	159.00	152.00	50.00	152.00	IA	2.00	424.00	21/6/2024
5457	76.00		36.00	26.00	IA	1.00	435.00	25/10/2024
5466	105.00	138.00	34.00	138.00	IA	2.00	596.00	5/7/2024
5470	153.00	47.00	9.00	47.00	IA	1.00	334.00	4/10/2024
5474	104.00		9.00	54.00	IA	1.00	483.00	27/9/2024
5475	153.00		22.00	68.00	IA	2.00	366.00	13/9/2024
5487	189.00		78.00	138.00	IA	1.00	382.00	5/7/2024
5510	61.00	68.00	22.00	68.00	IA	1.00	453.00	13/9/2024
5555	46.00	152.00	50.00	152.00	IA	1.00	408.00	21/6/2024
5586	85.00		50.00	54.00	IA	1.00	545.00	27/9/2024
5599	115.00		22.00	68.00	IA	1.00	377.00	13/9/2024
5610	132.00		9.00	54.00	IA	1.00	419.00	27/9/2024
5616	83.00		9.00	54.00	IA	1.00	414.00	27/9/2024
5618	93.00		9.00	54.00	IA	1.00	658.00	27/9/2024
5622	99.00	138.00	36.00	138.00	IA	2.00	506.00	5/7/2024
5627	53.00	138.00	36.00	138.00	IA	1.00	419.00	5/7/2024
5630	153.00		9.00	68.00	IA	1.00	680.00	13/9/2024
5683	82.00		50.00	54.00	IA	1.00	443.00	27/9/2024
5700	97.00	152.00	50.00	152.00	IA	2.00	382.00	21/6/2024

5708	79.00		50.00	54.00	IA	1.00	527.00	27/9/2024
5742	43.00	96.00	50.00	96.00	IA	1.00	436.00	16/8/2024
5748	137.00	96.00	63.00	96.00	IA	1.00	371.00	16/8/2024
5754	83.00	127.00	22.00	123.00	IA	2.00	383.00	20/7/2024
5773	81.00		50.00	54.00	IA	1.00	326.00	27/9/2024
5778	133.00		22.00	63.00	IA	2.00		18/9/2024
5802	52.00	82.00	36.00	82.00	IA	1.00		30/8/2024
5811	105.00	96.00	36.00	96.00	IA	2.00		16/8/2024
5848	193.00		9.00	110.00	IA	2.00		2/8/2024
5857	48.00	138.00	36.00	138.00	IA	1.00		5/7/2024
5858	138.00		9.00	54.00	IA	2.00		27/9/2024
5882	84.00		50.00	54.00	IA	1.00		27/9/2024
5893	39.00	54.00	22.00	54.00	IA	1.00		27/9/2024
5894	42.00	152.00	50.00	152.00	IA	1.00		21/6/2024
5895	90.00		9.00	54.00	IA	1.00		27/9/2024
5896	88.00		50.00	54.00	IA	1.00		27/9/2024
5902	47.00	166.00	9.00	166.00	IA	1.00		7/6/2024
5906	88.00		50.00	54.00	IA	1.00		27/9/2024
5908	88.00		50.00	54.00	IA	1.00		27/9/2024
5911	40.00	166.00	9.00	166.00	IA	1.00		7/6/2024
8041	43.00	152.00	50.00	152.00	IA	1.00	337.00	21/6/2024

Figura 1. Tabla de registros de vacas sometidas a la inseminación artificial.

Número Hembra	Días Abiertos	Días Preñez	Días Palpa.	Días Servida	IA o MN	No. Serv.	I.E.P	Fecha de servida
154	40.00	166.00	9.00	159.00	TE	1.00	333.00	14/6/2024
156	218.00		9.00	159.00	TE	1.00	336.00	14/6/2024
185	95.00	229.00	34.00	222.00	TE	2.00	342.00	12/4/2024
214	107.00		22.00	47.00	TE	1.00	465.00	4/10/2024
254	187.00		78.00	75.00	TE	2.00	561.00	6/9/2024
323	141.00	166.00	9.00	159.00	TE	1.00	535.00	14/6/2024
357	51.00	54.00	9.00	47.00	TE	1.00	496.00	4/10/2024
397	88.00		22.00	33.00	TE	1.00		18/10/2024
412	89.00		22.00	33.00	TE	1.00		18/10/2024
5275	363.00		9.00	250.00	TE	1.00	433.00	15/3/2024
5440	125.00		50.00	33.00	TE	1.00	341.00	18/10/2024
5446	149.00	229.00	34.00	222.00	TE	3.00	414.00	12/4/2024
5582	43.00	54.00	9.00	47.00	TE	1.00	513.00	4/10/2024
5585	62.00	229.00	34.00	222.00	TE	1.00	326.00	12/4/2024
5626	49.00	82.00	36.00	75.00	TE	1.00	476.00	6/9/2024
5849	107.00	82.00	36.00	75.00	TE	2.00		6/9/2024

Figura 2. Tabla de registros de vacas sometidas a transferencia de embriones.