



**Efecto de la utilización de toros genéticamente superiores  
sobre la eficiencia reproductiva de hembras Brangus y el  
desempeño productivo de la progenie**

**Karen Andrea Velásquez García**

Universidad de Cundinamarca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Programa de Zootecnia

Fusagasugá, Cundinamarca

2023

Efecto de la utilización de toros genéticamente superiores sobre la eficiencia reproductiva de hembras Brangus y el desempeño productivo de la progenie

Karen Andrea Velásquez García

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Zootecnista

Director:  
Jehison Torres Torres  
Médico Veterinario U de la Salle Esp, Msc.

Universidad de Cundinamarca  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Zootecnia  
Fusagasugá, Cundinamarca  
2023

## Resumen

En Colombia, la producción ganadera representa un renglón fundamental en la economía, con una población total de aproximadamente 28 millones de cabezas bovinas, razón por la cual resulta fundamental gestionar la eficiencia en la producción y rentabilidad del sistema, procurando controlar de manera eficiente cada uno de los factores asociados a su sostenibilidad productiva. En la empresa ganadera, los indicadores reproductivos y productivos son primordiales, su medición y análisis permiten determinar la eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad del sistema productivo, de modo que, se logra detectar fallas productivas a tiempo y proyectar estrategias de solución y mejora. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la relación del uso de toros genéticamente superiores el manejo reproductivo de hembras Brangus y su relación con el desempeño productivo de la progenie. Para tal fin, se analizó el desempeño productivo y reproductivo de 300 hembras bovinas biotipo racial Brangus, con vocación netamente cárnica, ubicadas en la Finca la Loma, del municipio de Pandi, Cundinamarca, los resultados de su labor productiva fueron colectados del Software<sup>+</sup> ganadero<sup>®</sup>, en el cual están incluidos los datos productivos del total del hato, la población objeto de estudio fue dividida al azar en dos grupos de 150 hembras cada uno, de los cuales el 50% corresponden a matrices servidas por monta natural (MN) y el otro 50%, a matrices servidas por inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), incluyendo información de su respectiva progenie, dentro de los datos específicos de la progenie, se tuvo en cuenta, peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD) y ganancia media diaria ajustada a 240 días (GMD<sub>240</sub>), con relación al desempeño reproductivo de las hembras, se analizó el parámetro de días abiertos (DA). Una vez realizado el análisis estadístico, se pudo evidenciar una inclinación positiva en las tres variables a favor del grupo IATF, mostrando un mayor PN (29.7 kg vs 30.08 kg), mayor PD (163.82 kg vs 166.36 kg) y

mejor ganancia de peso (558.67 gr vs 567.83 gr) que el grupo MN, del mismo modo, al discriminar el análisis con relación al sexo de la progenie, se observó en las crías hembra, una diferencia estadística a favor del grupo IATF en las variables PD ( $P < 0.0007$ ) y  $GMD_{240}$  ( $p < 0.011$ ) respectivamente. Al observar el comportamiento reproductivo de las hembras de cada grupo, fue notable observar cómo los DA en promedio, fueron superiores en el grupo MN (160 días) con relación al grupo IATF (70), lo cual, al contrastarlo con el valor económico de un día abierto en el predio, el cual arroja un valor de 1.99 USD, se presenta una diferencia de 99.72 USD a favor del grupo IATF, además de lograr producir una cría con mejor comportamiento productivo y genético en menos tiempo, lo cual fortalece notablemente el retorno económico, rentabilidad y sostenibilidad del sistema, por lo tanto, se puede afirmar que, el uso adecuado de inseminación artificial a tiempo fijo con toros genéticamente superiores impacta positivamente los indicadores productivos y económicos de la empresa ganadera.

### **Abstract**

In Colombia, livestock production represents a fundamental line in the economy, with a total population of approximately 28 million head of cattle, which is why it is essential to ensure efficiency in production and profitability of the system, trying to efficiently control each one of the factors associated with its productive sustainability. In the livestock company, reproductive and productive indicators are essential, their measurement and analysis allow determining the efficiency, profitability and sustainability of the productive system, so that productive failures can be detected in time and project solution and improvement strategies. The objective of this research was to evaluate the relationship between the use of genetically superior bulls in the reproductive management of Brangus females and its relationship with the productive performance of the progeny. For this purpose, the productive and reproductive performance of

300 Brangus racial biotype bovine females, with a purely meat vocation, located in the La Loma Farm, in the municipality of Pandi, Cundinamarca, was analyzed. The results of their productive work were collected from the Software+ livestock® , in which the productive data of the entire herd are included, the population under study was randomly divided into two groups of 150 females each, of which 50% correspond to matrices served by natural mating (MN) and the another 50%, to matrices served by artificial insemination at a fixed time (IATF), including information on their respective progeny, within the specific data of the progeny, weight at birth (BW), weight at weaning (WW) was taken into account. ) and average daily gain adjusted to 240 days (GMD240), in relation to the reproductive performance of the females, the days open (DA) parameter was analyzed. Once the statistical analysis was carried out, a positive trend was evident in the three variables in favor of the IATF group, showing a higher BW (29.7 kg vs 30.08 kg), a higher PD (163.82 kg vs 166.36 kg) and better weight gain (558.67 gr vs 567.83 gr) than the MN group, in the same way, when discriminating the analysis in relation to the sex of the progeny, a statistical difference was observed in the variables PD (p. 0.007) and GMD240 (p.0.011) respectively. When observing the reproductive behavior of the females in each group, it was notable to observe how the DA, on average, was higher in the MN group (160 days) in relation to the IATF group (70), which, when contrasted with the economic value of an open day on the property, which yields a value of 1.99 USD, there is a difference of 99.72 USD in favor of the IATF group, in addition to managing to produce a calf with better productive and genetic behavior in less time, which significantly strengthens the economic return, profitability and sustainability of the system, therefore, it can be stated that the adequate use of artificial insemination at a fixed time with genetically superior bulls positively impacts the productive and economic indicators of the livestock company.

## **Resumo**

Na Colômbia, a produção pecuária representa uma linha fundamental da economia, com uma população total de aproximadamente 28 milhões de cabeças de gado, por isso é fundamental garantir a eficiência na produção e a rentabilidade do sistema, tentando controlar eficientemente cada uma delas. Os fatores associados à sua sustentabilidade produtiva. Na pecuária os indicadores reprodutivos e produtivos são essenciais, a sua medição e análise permitem determinar a eficiência, rentabilidade e sustentabilidade do sistema produtivo, para que as falhas produtivas possam ser detectadas a tempo e estratégias de solução e melhoria do projecto. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a relação entre a utilização de touros geneticamente superiores no manejo reprodutivo de fêmeas Brangus e sua relação com o desempenho produtivo da progênie. Para tanto, foi analisado o desempenho produtivo e reprodutivo de 300 fêmeas bovinas de biótipo racial Brangus, com vocação puramente cárnea, localizadas na Fazenda La Loma, no município de Pandi, Cundinamarca. No Software+ pecuária®, no qual estão incluídos os dados produtivos de todo o rebanho, a população em estudo foi dividida aleatoriamente em dois grupos de 150 fêmeas cada, dos quais 50% correspondem a matrizes servidas por monta natural (MN) e os outros 50 %, para matrizes atendidas por inseminação artificial em tempo fixo (IATF), incluindo informações sobre sua respectiva progênie, dentro dos dados específicos da progênie foram considerados peso ao nascer (PN), peso ao desmame (PN). e ganho médio diário ajustado para 240 dias (GMD240), em relação ao desempenho reprodutivo das fêmeas, foi analisado o parâmetro dias abertos (DA). Uma vez realizada a análise estatística, ficou evidente uma tendência positiva nas três variáveis a favor do grupo IATF, apresentando maior peso corporal (29,7 kg vs 30,08 kg), maior PD (163,82 kg vs 166,36 kg) e melhor ganho de peso. (558,67 gr vs 567,83 gr) que o grupo MN, da mesma forma, ao discriminar a análise em relação ao sexo da

progênie, foi observada diferença estatística nas variáveis PD (p. 0,007) e GMD240 (p.0,011). ) respectivamente. Ao observar o comportamento reprodutivo das fêmeas de cada grupo, notou-se como o DA, em média, foi maior no grupo MN (160 dias) em relação ao grupo IATF (70), que, quando contrastado com o valor econômico de um dia aberto na propriedade, que rende um valor de 1,99 USD, há uma diferença de 99,72 USD a favor do grupo IATF, além de conseguir produzir um bezerro com melhor comportamento produtivo e genético em menos tempo, o que fortalece significativamente o retorno econômico, a rentabilidade e a sustentabilidade do sistema, portanto, pode-se afirmar que o uso adequado da inseminação artificial em horário fixo com touros geneticamente superiores impacta positivamente os indicadores produtivos e econômicos da pecuária.

## CONTENIDO

<b>Resumen</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Introducción</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Planteamiento del problema</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Justificación</b> .....	<b>13</b>
<b>4 Objetivos</b> .....	<b>15</b>
4.1 Objetivo general .....	15
4.2 Objetivo específico.....	15
<b>5 Marco teórico</b> .....	<b>16</b>
5.1 Sistema productivos biotipo cárnico .....	16
5.2 Toros genéticamente superiores, efecto e influencia en parámetros productivos y reproductivos .....	16
5.3 Raza Brangus.....	18
5.4 Indicadores productivos (peso al nacimiento, al destete y ganancia media diaria).....	18
5.5 Parámetros reproductivos (días abiertos, porcentaje de preñez, intervalo entre partos)	20
5.6 Manejo reproductivo y productivo (biotipo cárnico) .....	20
5.7 Monta natural (MN) .....	21
5.8 Balance energético negativo (BEN).....	22
5.9 Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) .....	23
5.10 Protocolo IATF. ....	25
5.11 Monta natural vs inseminación artificial a tiempo fijo .....	26
5.12 Registro de datos .....	27
5.13 Implicaciones económicas del tipo de servicio en hembras bovinas .....	27
<b>6 Diseño metodológico</b> .....	<b>29</b>
6.1 Ubicación y características agro-climatológicas .....	29
6.2 Población objeto de estudio.....	29
6.3 Método de análisis.....	30
6.4 Infraestructura y equipos .....	30
<b>7 Resultados y discusión</b> .....	<b>31</b>
7.1 Parámetros productivos .....	31

7.2	Parámetros reproductivos.....	32
7.3	Análisis económico .....	33
7.4	Discusión de resultados.....	37
<b>8</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Curva de crecimiento raza Brangus hasta los 240 días.....	19
<b>Figura 2.</b>	Protocolo de sincronización 1 - Ovsynch.....	25
<b>Figura 3.</b>	Protocolo de sincronización 2 .....	26
<b>Figura 4.</b>	Ubicación satelital del predio “finca la palma” .....	29
<b>Figura 5.</b>	Comparación del efecto sexo sobre el peso al destete (PN) y a la ganancia media diaria (GMD <sub>240</sub> ) en relación con el tipo de servicio.....	31
<b>Figura 6.</b>	Partos por inseminación artificial (IATF).....	32
<b>Figura 7.</b>	Partos por monta natural (MN) .....	33

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Desempeño productivo de terneros en función del tipo de servicio utilizado .....	31
<b>Tabla 2.</b>	Días abiertos comparados con literatura según método reproductivo (IA vs MN).....	32
<b>Tabla 3.</b>	Gastos nomina Finca La Palma .....	34
<b>Tabla 4.</b>	Gastos ferretería Finca La Palma .....	34
<b>Tabla 5.</b>	Gastos servicios Finca La Palma.....	34
<b>Tabla 6.</b>	Gastos medicina Finca La Palma .....	34

<b>Tabla 7.</b> Valor promedio cría desteta.....	35
<b>Tabla 8.</b> Valor inversión vs ganancia.....	35
<b>Tabla 9.</b> Valor ganancia mensual Finca La Palma.....	36
<b>Tabla 10.</b> Simulación días abiertos IA vs MN.....	36
<b>Tabla 11.</b> Mantenimiento toro vs partos.....	37
<b>Tabla 12.</b> Valor kg en comparación al tipo de servicio .....	37

## 1 Introducción

En Colombia, la producción ganadera se ha convertido en un recurso económico importante, con una población total de ganado de aproximadamente 28 millones de cabezas. Este sector representa el 3% del Producto Interno Bruto (PIB) total del país, el 26% del PIB agrícola y el 60% del PIB ganadero (Arango et al., 2020), evidenciándose que la ganadería es una herramienta clave para mejorar la soberanía y la seguridad nacional. La creciente demanda de alimento en el mundo y el impacto sobre el medio ambiente y los recursos debido al crecimiento de la población en las última décadas, ha generado un nuevo enfoque del sector productivo pecuario mundial, lo que implica adaptar nuevas exigencias, condiciones y estrategias que permitan que el sector económico no sea un factor frágil y sea crucial en la continuidad de la producción agropecuaria (Diaz Diaz, L., (2021). Colombia cuenta con condiciones climáticas y medio ambientales que permite disponer de recursos para la producción agropecuaria así pudiendo alivianar las necesidades alimentarias sobre el incremento en las poblaciones que dependen directamente de la producción de productos agropecuarios. En una empresa ganadera, los indicadores reproductivos y productivos son fundamentales, su medición y análisis permiten determinar la eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad del sistema productivo.

Actualmente los avances en la tecnología se producen a un ritmo más rápido, logrando suplir las necesidades del productor y el consumidor de manera más eficiente, una de estas biotecnologías es la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), la cual permite maximizar la dinámica reproductiva de las hembras bovinas e incrementar su potencial productivo (Lamb, et al., 2016), sin embargo, tales mecanismos productivos muchas veces no logran explotar todas sus potencialidades, pues su éxito depende de la interrelación de múltiples factores, dentro de estos se pueden mencionar, medioambientales, sanitarios, nutricionales, de manejo, en otros, que

afectan en diferente medida la total expresión de fenotipos y genotipos en el sistema productivo, lo cual repercute en variables económica y de sostenimiento de la empresa, por tal razón, la conservación y caracterización de recursos genéticos animales resulta una actividad prioritaria y de fundamental importancia para hacer frente a los desafíos actuales y futuros (Holgado et al., 2015).

La eficiencia reproductiva es una variable clave que influye directamente en el desempeño productivo y se analiza desde diferentes factores, como el tipo de servicio utilizado, sea monta natural o inseminación artificial. Esto no solo maximiza los parámetros reproductivos, sino que también contribuye a la programar la producción, lo que se refleja en variables como el peso al nacer y al destete, procurando sostenimiento en los productos finales del sistema. En una producción bovina de biotipo cárnico, estos indicadores son un dato de gran importancia, ya que, se puede determinar parámetros de selección para mejoramiento genético y eficiencia económica.

A partir de lo descrito anteriormente, esta investigación se centró en estudiar el efecto de toros genéticamente superiores sobre parámetros productivos como peso al nacimiento, peso al destete y ganancia media diaria y a su vez parámetros de desempeño reproductivo como días abiertos de bovinos raza Brangus de biotipo cárnico, su respectiva relación y como esto podría contribuir económicamente con el productor ganadero.

## **2 Planteamiento del problema**

En la actualidad, el principal desafío en la cría de ganado de carne es alcanzar una eficiencia reproductiva óptima, la cual se refleja en la producción continua de kilogramos destetos o finalizados en la ceba, garantizando una producción ganadera sostenible y una rentabilidad

económica satisfactoria para el productor. El uso de biotecnología como es la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es una alternativa para poder optimizar los resultados, sin embargo, existen reportes que mencionan como la monta natural (MN) es el método de reproducción más utilizado en ganadería de carne (Baruselli et al., 2018). Son limitados los estudios, especialmente en Colombia, en donde se concluyan si la IA es mejor en comparación de la MN, respecto a indicadores productivos como ganancia de peso y peso al destete. De igual forma, en la ganadería es primordial el seguimiento de las actividades productivas, garantizando la trazabilidad de los datos, accediendo a un análisis real de la situación producida a lo largo del tiempo mediante la interpretación continua que permita la oportuna toma de decisiones, cabe resaltar, que en la actualidad son muy pocos sistemas productivos que llevan una toma y análisis de datos confiables, no obstante, dicho análisis de datos productivos y reproductivos contribuirán en el análisis económico de un sistema y en la toma de decisiones pertinentes a favor de la producción (Taborda, N., 2019). Por lo cual, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe relación del tipo de servicio, ya sea monta natural, o inseminación artificial a tiempo fijo con toros genéticamente superiores, sobre indicadores productivos como peso al nacimiento, peso al destete y ganancia media diaria de peso, al igual que en parámetros reproductivo como los días abiertos, en vacas biotipo cárnico con cría al pie?

### **3 Justificación**

Actualmente en Colombia la ganadería es un sistema productivo como opción para los pequeños, medianos o grandes productores que tenga como objetivo obtener ingresos económicos y poder cumplir con las necesidades alimentarias del país; durante muchos años se han dedicado a producir con un sistema tradicional, propiciando un modelo de ganadería poco productivo, debido a que los métodos reproductivos y productivos utilizados no han sido aptos para llevar a

cabo una ganadería sostenible (Lennis, S., et al., 2021). Los estudios internacionales de mercado demuestran que la producción mundial, el consumo, importaciones y exportaciones de carne rojas en el mundo, y en particular la bovina, mantendrán una tendencia creciente como la registrada en los últimos años, por lo tanto, es una obligación garantizar niveles óptimos de producción para ser competitivos en mercados locales e internacionales (Montossi, F., & Sañudo, C., 2007). Es preciso mencionar que el sector ganadero en Colombia se encuentra en proceso de adaptación completo en cuanto al mejoramiento genético, debido a la implementación de prácticas inadecuadas, las cuales no han posibilitado las técnicas necesarias para cumplir con las exigencias del mercado actual en cuanto a carne y leche, de este modo, cobra importancia la implementación de estrategias de control productivo como la IATF, la cual permite programar la producción, además de generar un progreso genético, traducido en rendimiento productivo (Giraldo, J., 2019) (Lennis, et al., 2021). Es así como la aplicación de métodos reproductivos para el avance tecnológico y económico en los sistemas pecuarios de ganado tipo cárnico o leche a lo largo de los años ha venido incrementando y se pretende obtener un mayor uso de estas técnicas para mejorar los índices de productividad y poder ser un sistema altamente sostenible, eficaz y eficiente en el sector agropecuario (MinAgricultura, 2022). Por ello resulta pertinente la realización del presente estudio, de modo que se logre comprobar que la inseminación artificial a tiempo fijo tiene mejores resultados para un sistema ganadero de producción cárnica.

## **4 Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Evaluar la relación del uso de toros genéticamente superiores en el manejo reproductivo de hembras Brangus y el desempeño productivo de la progenie.

### **4.2 Objetivo específico**

1. Establecer el efecto de la utilización de toros genéticamente superiores sobre el desempeño productivo de la progenie.
2. Determinar el efecto de la utilización de toros genéticamente superiores sobre el desempeño reproductivo de hembras bovinas de la raza Brangus.
3. Analizar la relación económica del tipo de servicio sobre el desempeño productivo de hembras bovinas de la raza Brangus.

## **5 Marco teórico**

### **5.1 Sistema productivos biotipo cárnico**

La producción de carne a nivel nacional se ha enfocado principalmente en la utilización de las praderas como principal recurso alimenticio para los animales, característica que obedece a razones económicas, puesto que constituye el alimento más barato. Además, esta alternativa de producción es valorada por un gran número de consumidores de carne de países extranjeros, preocupados de comprar alimentos producidos naturalmente, respetando el medio ambiente y el bienestar animal (González M. y Tapia, M., 2017).

En la producción bovina, se estima en el mediano plazo, la producción se beneficiará del coeficiente favorable de precio carne-forraje. La mayor demanda de importaciones sustentará los precios de la carne, contribuyendo a una mayor rentabilidad de la producción de carne durante la primera mitad del periodo de proyección (Linero, A., 2022).

Las diferencias propias del sistema de producción implican que los coeficientes favorables de carne-forraje son más benéficos para la producción de carne de aves de corral y de cerdo, en tanto que los productores de carne de res tienen más flexibilidad en la intensidad de uso del forraje. La producción de carne de ovino se basa más que nada en pastizales y los productores se benefician menos de los coeficientes de precios de carne-forraje más bajos (OCDE, 2020).

Teniendo en cuenta lo anterior es necesario el uso de animales con una capacidad genética superior que aumente los beneficios y aproveche eficientemente la oferta de forrajes.

### **5.2 Toros genéticamente superiores, efecto e influencia en parámetros productivos y reproductivos**

En estudios genéticos, se ha establecido como manejo principal la identificación de los mejores animales, los cuales deben ser seleccionados y usados como los padres de la próxima generación,

la inseminación artificial juega un rol preponderante en la diseminación de genes deseables en una población. Cabe resaltar, que la genética y el principio del mejoramiento se basa principalmente en la producción: “PRODUCCIÓN = GENOTIPO + MEDIO AMBIENTE”, el cual debe tenerse en cuenta para la su aplicación e implementación en las empresas ganaderas según su sistema de producción -carne, leche, doble propósito-, para así mejorar y competir en el sector productivo (Silva y Pimentel, 2017). Asimismo, dichos animales están sometidos a una prueba de progenie que se entiende como el valor genético determinado de un toro teniendo en cuenta el desempeño de sus descendientes, esta prueba ratifica y determina de manera confiable la capacidad del toro para transmitir sus características (Pulido, et al., 2002).

No obstante, la prueba de progenie no solo permite ver los valores genéticos de un toro y su capacidad de transmitir sino también contribuye positivamente con la economía de un sistema productivo mejorando las características deseables de un hato lechero, cárnico o doble propósito, es así como obtenemos un catálogo detallado en casas comerciales de cada uno de los toros sometidos a una evaluación genética pudiendo evidenciar cada característica o gen a transmitir.

- Toros genómicos: son aquellos animales sometidos a un análisis de ADN, donde se tienen en cuenta todos los genes o rasgos útiles para una producción, de igual manera son toros con un alto porcentaje de confiabilidad antes las características deseables (Giudice, A., 2013).
- Toro probado: es un animal que descende de toros de alta genética y son sometido a evaluación a través de sus crías y características observadas en una producción lechera o cárnica, este obteniendo resultados positivos en cuanto parámetros productivos y fisiológicos (Villavicencio, A., 2022).

### **5.3 Raza Brangus**

El origen del ganado Brangus es de estados unidos sus mayores características son de color negro solido o rojo, el ganado Brangus se adapta fácilmente a cualquier tipo de terreno y clima, su desarrollo de crecimiento es muy ágil lo que permite su rápida comercialización (Mayorga, P., 2018).

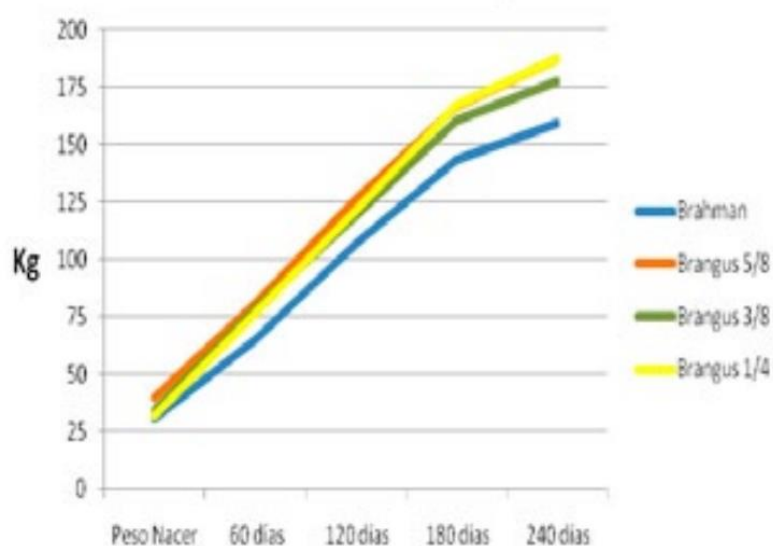
El bovino de raza Brangus según diversos autores (Varlamoff, N., et al., 2015., Costa, G., et al., 2008., Queiroz, S., et al., 2013., Navarro, L., et al., 2019) va de los 170 a 240 kilogramos a los 8 meses y suelen lograr ganancias superiores a los 1000 gr por día. Los mismos autores determinan un promedio del peso del bovino raza Brangus al nacer en machos es de 30 a 36 kg y de hembras de 29 a 35 kg. El peso al destete en machos raza Brangus es de 180 a 240 y en hembras de 170 a 230 kg. El peso del bovino novillo Brangus entre 20 y 24 meses alcanza de 400 a 480 kg. El peso en vacas adultas Brangus es de 420 a 480 kg. El toro Brangus adulto pesa entre 600 a 900 kg, en el momento de realizar la respectiva venta o comercialización en la finca la palma o en cualquier otro lugar que se dedique a la crianza de este bovino se vende es por su peso (Mayorga, P., 2018).

### **5.4 Indicadores productivos (peso al nacimiento, al destete y ganancia media diaria)**

La relevancia del peso al nacer ha sido establecida y verificada en el ganado de carne, debido a que, se ha evidenciado una correlación significativa entre el peso al nacer y el peso al destete, ya que está estrechamente relacionado con el crecimiento óptimo de las crías pre y post destete; Siendo así criterios cruciales para mejorar genéticamente la producción (Montes, D., 2008; Murcia, E., 2015). Por lo tanto, es esencial considerar el peso al nacer como un criterio de selección clave y el peso al destete como factor clave en la eficiencia económica y con ello, la rentabilidad de un sistema de producción de bovinos biotipo cárnico.

La ganancia media diaria es el valor que indica la ganancia de peso de un animal al día siendo así una herramienta de gran utilidad para mejorar los índices productivos de un establecimiento, sin embargo, se puede ver afectado por diversos factores ambientales, nutricionales, de sanidad, entre otros que se consideran importante para manejar una curva adecuada de crecimiento en animales destinado al consumo humano (Varlamoff, N., et al., 2015). De igual importancia dentro de los indicadores productivos, la curva de crecimiento se caracteriza por el peso vivo en diferentes edades que facilita el entendimiento fisiológico de acuerdo a efectos fijos, dicha curva nos permite linear un comportamiento específico que en este caso es la ganancia media diaria, cabe resaltar que dicha curva de crecimiento promedio puede verse afectada por múltiples factores ambientales, nutricionales, sanitarios entre otros en sistemas productivos cárnicos o lecheros.

**Figura 1.** Curva de crecimiento raza Brangus hasta los 240 días.



Fuente: Varlamoff, N., et al., 2015

### **5.5 Parámetros reproductivos (días abiertos, porcentaje de preñez, intervalo entre partos)**

Los días abiertos, es el período en días, que va desde la fecha de parto hasta que la vaca queda preñada para el siguiente parto (Arboleda, 2020). Este parámetro permite conocer por un lado la eficiencia del sistema, en cuanto a la pérdida de tiempo que pueda haber entre partos e identificar si hay problemas nutricionales, sanitarios o de manejo que estén afectando este parámetro.

Con relación al porcentaje de preñez se entiende como el número de vacas preñadas en cierto periodo en comparación con el total de vacas, esto permite saber el numero promedio de vacas servidas y llevar control de los parámetros reproductivos (Acosta L., & Rodríguez J., 2011). El intervalo entre partos se define como el tiempo que transcurre de un parto a otro, dicha medición nos permite conocer la eficiencia reproductiva y productiva de una explotación y tomar decisiones ante el manejo de las hembras y las crías (Ossa, G., et al., 2006).

Dentro de otros factores a tener en cuenta encontramos el anestro estacional que se entiende como el periodo durante el cual la vaca no presenta celo ya que, luego del parto, su cuerpo se dedica por completo al amamantamiento y cuidado de su cría, este se ve suprimido cuando ocurre el destete de la cría y la hembra puede continuar con su ciclo hormonal, es aquí cuando se hace importante implementar métodos de producción eficiente para evitar aumentos en los días que la cría este con la madre (Báez, G., & Grajales, H., 2009).

### **5.6 Manejo reproductivo y productivo (biotipo cárnico)**

Existe diversas alternativas para el manejo de praderas o agroecológicas de acuerdo con su suelo y clima, dichas condiciones serán características de los objetivos de cada producción (carne o leche) de un hato ganadero brindando los requerimientos óptimos para su crecimiento y desarrollo. La sostenibilidad de un sistema ganadero depende de muchos factores. Tal vez el más

importante es que los animales dispongan de suficiente alimento para ser capaces de suplir sus necesidades de mantención y producción. Para lograrlo, es fundamental disponer de distintas alternativas forrajeras durante el año para que el suministro de alimentos sea uniforme, sobre todo en los periodos de mayor requerimiento, como el último tercio de gestación y el primer periodo de lactancia. Lograr estas metas es importante en los sectores productivos colombianos, donde la base de la alimentación es la pradera natural, que concentra su producción en primavera, quedando periodos del año con escasez de forraje (González, M. y Tapia, M., 2017).

En la ganadería de carne, lo habitual es realizar monta directa con toro a las vacas del plantel. No obstante, no todos los toros tienen la misma calidad reproductiva. Siguiendo la curva normal, existen toros que se desplazan hacia los extremos, habiendo algunos de muy buena condición reproductiva y otros insuficientes. Lo adecuado es evaluar a los toros mediante un examen andrológico de fertilidad potencial. la proporción recomendada es de 1 toro por 25 vacas, incluso 1 por 40 vacas con porcentajes de preñez normales. Los toros que se usarán deben ser evaluados en su calidad reproductiva, aparato reproductivo, semen y capacidad de servicio (González, M. y Tapia, M., 2017).

### **5.7 Monta natural (MN)**

Existen dos tipos de monta natural que pueden ser realizadas con toros: la monta libre y la monta dirigida y controlada (Washaya et al., 2019). En el primer sistema, es el **toro** quien detecta el momento adecuado para el apareamiento, y las vacas en celo suelen ser montadas varias veces durante cada ciclo de celo. **Un toro** puede cubrir entre 40 y 50 vacas al año, siempre y cuando no haya una estacionalidad marcada en la presentación de celos. En sistemas ganaderos grandes, algunos **reproductores** pueden ser utilizados en un sistema de rotación debido al comportamiento agresivo que muestran hacia otros toros.

En el segundo sistema, la detección del celo y la programación de los servicios son llevados a cabo por el ganadero, y cada vaca es servida una o dos veces durante su ciclo de celo. En este caso, **un toro** puede ser utilizado para cubrir tres o cuatro vacas por semana, o de 150 a 200 vacas al año. Si un toro es utilizado continuamente después de su primera eyaculación, generalmente la calidad del semen es pobre, por lo que siempre es necesario repetir la monta después de algunos minutos debido a los cambios fisiológicos presentados en la producción de espermatozoides que generan baja calidad seminal, esto hace necesario que el toro tenga periodos de descanso para asegurar una monta adecuada (Gasque, R., 2016).

De acuerdo con cualquiera de los dos métodos, la monta natural muestra ventajas en cuanto a que no requiere manejo técnico del productor, poca inversión económica, no se requiere de instalaciones específicas, sin embargo, también presenta desventajas como es la dificultad de registros de monta, dificultad en control sanitario, disminución de vida reproductiva en el toro por exceso de montas, baja fertilidad, entre otras que hacen esta técnica un factor para tener en cuenta (Terto, et al., 2012).

### **5.8 Balance energético negativo (BEN)**

El balance energético negativo es uno de los factores clave para el mantenimiento de una producción debido a que se presenta con frecuencia en vacas post parto, dicho fenómeno se define como el déficit de energía que se da entre el consumo de energía por parte del animal y la energía requerida para el mantenimiento y la preñez (en la vaca gestante) y el mantenimiento y la lactación (en la vaca lactante) (McNamara, S., et al., 2003). Este periodo de transición normalmente ocurre tres semanas antes y tres semanas después del parte con cambios a nivel metabólico, endocrino y nutricional.

Según (Duffield, et al., 2009) Uno de los factores importantes para el éxito es la capacidad que tiene la vaca para controlar la ingesta y la demanda energética durante el periodo de transición. Una buena adaptación al comienzo de la lactancia y al BEN resultante puede asegurar una lactancia saludable y productiva, es por ello el papel que juegan los factores nutricionales, ambientales, de manejo y sanitarios para brindarle al animal un confort de adaptación positiva y evitar contratiempos en la producción.

### **5.9 Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)**

La inseminación artificial es una técnica de biotecnología que consiste en el uso de hormonas, para sincronizar celos y ovulaciones para así introducir semen masculino previamente recolectado, procesado y almacenado de un macho superior en el tracto genital de una hembra en el momento adecuado para la fecundación (Giraldo, J., 2019). Es considerada como la herramienta factible más eficiente para promover la mejora genética, rentabilidad y productividad de la ganadería bovina (Lenis et al., 2022). Sin embargo, tiene factores limitantes que afectan el bajo rendimiento que la IA incluye como son la fertilidad de hembras, habilidades de inseminación, calidad del semen masculino y conocimientos zootécnicos por parte de los productores (Yitayih et al., 2017).

según Rozeboom (2007) en su estudio del ejercicio de reproducción animal, llegó a la conclusión que, los sistemas fundamentales como la inseminación artificial, la consanguinidad y otros métodos reproductivos ligados a la inseminación artificial o procesos más eficientes, son el método más eficiente y efectivo.

La inseminación a tiempo fijo (IATF) es una técnica que consiste en intervenir el ciclo estral de la hembra bovina mediante la utilización de hormonas, logrando que los animales ovulen en un determinado período. El control del ciclo estral se consigue utilizando dispositivos intravaginales

que contienen progesterona, la hormona que controla el ciclo. Esta hormona bloquea el ciclo y al retirarse los dispositivos provoca que las vacas reanuden el ciclo y ovulen conjuntamente. La aplicación de prostaglandinas y estrógenos ayudan a sincronizar la ovulación y mejoran la calidad de los folículos (Rojas, C., 2020).

Dicha técnica reproductiva cuenta con ventajas que se ven reflejadas en su valor genético estas pueden ser:

- Mayor porcentaje de fertilidad
- Evita la transmisión de enfermedades
- Valoriza la cría por las cualidades genéticas
- Expresión de características deseables
- Facilidad de toma de registros
- Aumento de la productividad del sistema
- Ganancias económicas

Y muchas más ventajas reflejadas por la implementación de IATF en un sistema productivo lechero o con fines cárnicos, de igual manera como toda técnica tiene sus desventajas aunque menores en comparación a las ventajas, estas se ven expuestas en el aumento de la mano de obra, almacenamiento del semen y valor de hormonas, sin embargo, los beneficios que podemos obtener son aún más relevantes como son el mejoramiento genético, concentración del período de monta, reducción del tiempo de algunos parámetros reproductivos, acortamiento del período de anestro post parto, mejora en los índices reproductivos y productivos, incremento en los kilogramos destetados y mejor atención post parto a los vientres y a los terneros se verán reflejados en un futuro optimizando la producción, asimismo, originando un sistema sustentable y sostenible (Warmadewi, D., & Bidura, I., 2021).

### 5.10 Protocolo IATF.

El protocolo de sincronización de celo es una herramienta que se usa actualmente en bovinos para poder manipular y controlar el ciclo estral de la hembra bovina para tener mejores resultados productivos y reproductivos de un sistema ganadero, dichos protocolos son implementados en programas de inseminación artificial a tiempo fijo (Caroprese, E., 2020).

Para la implementación de estas biotecnologías se realizan protocolos, estos son ampliamente usados para sincronización de vacas ciclando ya que provoca ovulación, generalmente sin presentación del celo, por cual es necesario cumplir y respetar los tiempos para hacer IATF. En el protocolo Ovsynch, la GnRH provoca que el folículo más grande ovule o regrese, iniciando una nueva onda folicular; 7 días después al aplicar la PGF2 $\alpha$  se provoca luteolisis y al día 9 la segunda inyección de GnRH induce la ovulación del nuevo folículo; dentro de las próximas 24 h se debe inseminar (Silva y Pimentel, 2017).

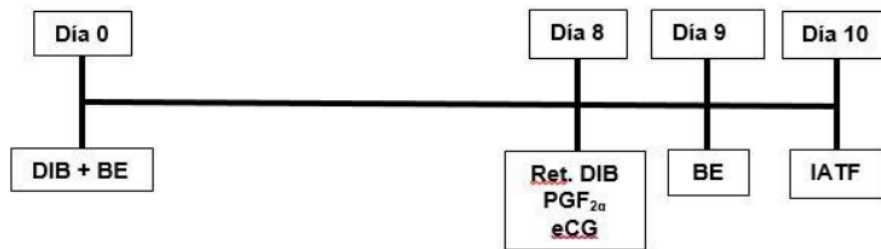
**Figura 2.** Protocolo de sincronización 1 - Ovsynch



Fuente: Silva y Pimentel, 2017

Otro protocolo es el Cosynch, el cual tiene el agregado de progestágenos P4, la administración de P4 durante 7 días junto con la inyección de GnRH mejora los porcentajes de preñez entre un 50% y un 55% en comparación con vacas en anestro tratadas con el Ovsynch tradicional. Dentro de las variaciones se encuentra con la ventaja de una sesión menos de manejo en los animales, ya que la IATF se establece a la misma vez que la segunda aplicación de la GnRH (Silva y Pimentel, 2017).

**Figura 3.** Protocolo de sincronización 2



Fuente: Pérez, et al., 2015.

De acuerdo, al protocolo de la figura 2, este inicia el día 0 donde se realiza la aplicación del dispositivo intravaginal bovino vía Intravaginal, y se realiza la aplicación de la primera dosis de Benzoato de Estradiol con 2.5 ml vía IM, el día 8 se procede a retirar el dispositivo intravaginal, seguido de la aplicación de una dosis de prostaglandina de 2 ml vía IM, y 2 ml de Novormon ® (eCG) vía I.M, ya el día 9 se aplica nuevamente 1 ml vía I.M. De Benzoato de estradiol y finalizando el día 10 se procede a realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) vaca por vaca a las 52 – 54 horas post retirado el dispositivo (Pérez, et al., 2015).

### **5.11 Monta natural vs inseminación artificial a tiempo fijo**

Para cuantificar los criterios sobre los beneficios de IATF y el apareamiento natural se debe considerar tasa de preñez, costos respecto a la implementación de un programa y mantenimiento de un toro, los riesgos asociados a la monta natural y la rentabilidad (Vishwanath, 2003). Según Valergakis et al. (2007), para los productores que carecen de financiamiento, tiempo y recursos para implementar la sincronización del estro y la detección del celo en el ganado, el servicio natural es la opción más fácil de criar ganado. No obstante, esta práctica presenta varios desafíos, incluyendo un progreso genético más lento por generación, un mayor riesgo de problemas

relacionados con la consanguinidad, la posibilidad de transmisión de infecciones durante el servicio y una limitación en la cantidad de animales que un toro premium puede servir en un año (Patel et al., 2017; Mugisha et al., 2014). En el caso de la IATF se ve obstaculizada por el anestro posparto, gran número de animales por lote, costos de mano de obra, fallas en la detección del celo (Bo et al., 2019).

### **5.12 Registro de datos**

Los registros son importantes para una empresa agropecuaria exitosa, le permiten considerar al administrador del hato, todos los eventos de cada animal y así poder conocer el estatus productivo y reproductivo de su condición actual esto no solo permite la sostenibilidad de un sistema si no también la importancia para la toma de decisión a favor del sistema. La toma de datos contribuye positivamente en la identificación productiva de un animal, a su vez la detección oportuna de problemas, riesgos o contraindicaciones que el sistema pueda tener tan pronto como estos se presentan, el cálculo de los índices reproductivos individuales por vaca y promedio del hato y la interpretación de los índices para identificar las oportunidades de mejoramiento (Moreno, T. A. P., & Arroyave, M. R. M. (2019). Dentro de una de las herramientas de toma de registros encontramos el software ganadero implementado en muchos sistemas productivos puesto que permite la toma de decisiones adecuadas y la alerta de problemas a tiempo mediante registros productivos y reproductivos, esta herramienta se define como la toma de datos de diversos factores comprometidos en un sistema productivo según sea su objetivo (carne o leche) y garantizar la trazabilidad de los animales.

### **5.13 Implicaciones económicas del tipo de servicio en hembras bovinas**

En una publicación realizada por Silva y Pimentel en el (2017) se puede encontrar una comparación de costo beneficio en el uso de IA frente a una menor eficiencia que provee la MN.

A nivel administrativo de la empresa ganadera se busca reducir los días vacíos, se considera que vacas vacías >120d en razas lecheras las pérdidas económicas están alrededor de 15 mil pesos, mientras que en ganado de carne están alrededor de los 5 o 7 mil pesos por día, si se hace la conversión en animales de mayor producción y con más días vacíos, la rentabilidad de la ganadería disminuye y producen pérdidas para el productor. El manejo de la IA y la implementación de programas de IATF es una alternativa económicamente viable, la cual produce retornos económicos, basados fundamentalmente en las diferencias de kg obtenidos al destete, y control en los intervalos entre partos. Esta diferencia ocurre básicamente por la incorporación del mejoramiento genético a nivel productivo y reproductivo, brindando rentabilidad en la empresa ganadera, con mejores producciones en cuanto a su calidad y cantidad (leche) y menos tiempo (carne) (Silva y Pimentel, 2017). La aplicación de la IATF tiene una importancia económica para el ganadero, ya que al utilizar esta biotecnología reproducción asistida, puede controlar algunas actividades como: controlar enfermedades, que se transmiten por vía sexual, llevar a cabo programas de cruzamientos para optimizar la eficiencia reproductiva de sus animales, implementar sistemas de registros sencillos y funcionales, y en general optimizar su producción contribuyendo de esta manera al rendimiento de sus ganancias (Correa, A., 2016).

No obstante, es importante que el personal implicado en la industria ganadera conozca bajo qué formas y parámetros pueden obtener mejores animales tanto reproductiva como productivamente. Y es aquí donde diversos gremios hablan sobre las bondades de la IATF y sobre la forma como pueden optimizar los recursos para lograr aumentar los hatos ganaderos con una genética de excelente calidad (Saldarriaga, F., 2012).

## 6 Diseño metodológico

### 6.1 Ubicación y características agro-climatológicas

El estudio se llevó a cabo en la empresa agropecuaria “finca La Palma” donde se maneja un sistema productivo bovino biotipo cárnico, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Pandi – Cundinamarca, vereda la palma, a una altitud de 1024 m.s.n.m con una temperatura media de 22°C y una humedad del 82%.

**Figura 4.** Ubicación satelital del predio “finca la palma”



Fuente: Earth Google, 2023.

### 6.2 Población objeto de estudio

Se analizó el desempeño productivo y reproductivo de 300 hembras bovinas biotipo racial Brangus, con vocación netamente cárnica, ubicadas en la Finca la Palma, del municipio de Pandi, Cundinamarca, los resultados de su labor productiva fueron colectados del Software<sup>+</sup> ganadero<sup>®</sup>, en el cual están incluidos los datos productivos del total del hato, la población objeto de estudio fue dividida al azar en dos grupos de 150 hembras cada uno, de los cuales el 50% corresponden a matrices servidas por monta natural (MN) y el otro 50%, a matrices servidas por inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), incluyendo información de su respectiva progenie, dentro de los datos específicos de la progenie, se tuvo en cuenta, peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD)

y ganancia media diaria ajustada a 240 días ( $GMD_{240}$ ), con relación al desempeño reproductivo de las hembras, se analizó el parámetro de días abiertos (DA).

### **6.3 Método de análisis**

Los datos colectados fueron analizados por medio de un modelo lineal generalizado utilizando el paquete estadístico (lme4), contenido en el software R versión 4.2.2, 2023, los cuales fueron sometidos a una prueba estadística de Kruskal-wallis y comparación de medias por el test de Wisconsin ajustado a Bonferroni discriminando aquellos que son producto de inseminación artificial y aquellos que son producto de monta natural, describiendo el peso al nacimiento (PN), el peso al destete (PD) y ganancia media diaria ajustada a 240 días ( $GMD_{240}$ ) y su respectiva relación. El modelo matemático sera:  $Y_{ij} = u + SPC_j + E_{ij}$ ; En donde:  $Y_{ij}$  = Variables respuesta asociada (peso al nacimiento, peso al destete, ganancia media diaria) a la j-ésima unidad experimental,  $u$  = efecto de la media general,  $SPC_j$  = Efecto del j-esimo efecto fijo (inseminación artificial o monta natural) - Error de la j-ésima repetición ( $j=1, \dots, n$ ) experimental asociada a la ij-ésima unidad experimental. Asimismo se hizo un análisis descriptivo y cualitativo para los parámetros reproductivos (DA), acompañado de un análisis económico de acuerdo a datos propios de la finca.

### **6.4 Infraestructura y equipos**

Dicha investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa agropecuaria ‘finca la palma’, adicional se obtuvo acceso a sus animales en general y, asimismo, a la herramienta Software + ganadero®.

## 7 Resultados y discusión

### 7.1 Parámetros productivos

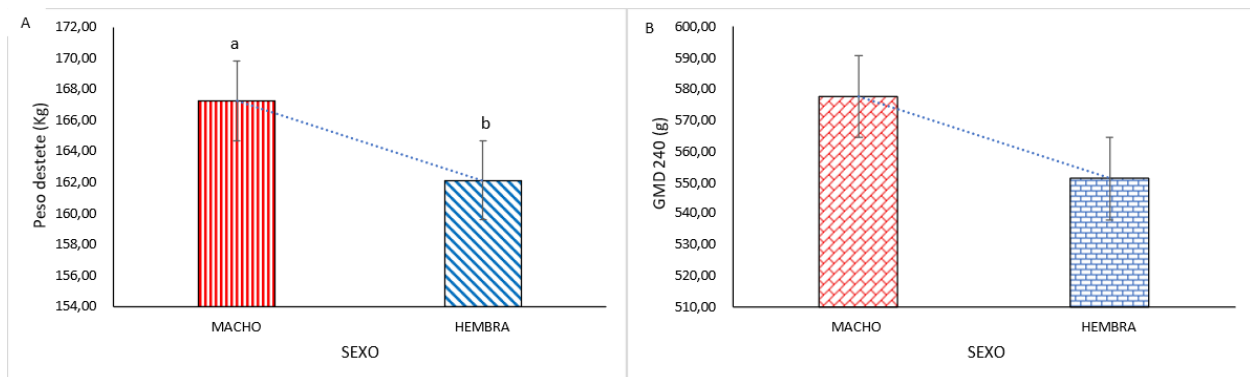
**Tabla 1. Desempeño productivo de terneros en función del tipo de servicio utilizado**

Ítems	<i>Monta natural</i>		MEDIA	<i>Inseminación artificial</i>		MEDIA	Valor P	
	CM	CH		CM	CH		MN vs IA	SEXO
PN	29,75	29,73	29,74	30,07	30,13	30,08	0,105	0,881
PD	168,22	157,34	163,82	166,25	166,91	166,36	0,947	0,007
GMD <sub>240</sub>	588,20	532,43	558,67	566,80	569,96	567,83	0,957	0,011

PN, peso al nacimiento; PD, peso al destete; GMD, ganancia media diaria ajustada a 240 días; CH, cría hembra; CM, cría macho.  
a, b, c Letras diferentes denotan diferencia estadística  $p < 0.05$ .

Según el análisis estadístico observado en la tabla 1, se obtuvo diferencia estadística en comparación del sexo con parámetros productivos como ganancia media diaria ajustada a los 240 días (GMD<sub>240</sub>) ( $p = 0,011$ ) y peso al destete (PD) ( $p = 0,007$ ), donde en los dos casos se obtuvo la diferencia en machos con respecto a hembras, es decir, PD obtuvo un promedio en machos de 167,24kg en comparación a hembras que obtuvo un promedio de 162,12kg, de igual forma en GMD<sub>240</sub> se obtuvo un promedio en machos de 577,50g en comparación a hembras que obtuvo un promedio de 551,19g, sin embargo, en relación con el tipo de servicio no presento diferencia estadística, más si numérica con relación a los parámetros productivos (PN, PD, GMD<sub>240</sub>).

**Figura 5.** Comparación del efecto sexo sobre el peso al destete (PN) y a la ganancia media diaria (GMD<sub>240</sub>) en relación con el tipo de servicio



A: comparación del efecto sexo sobre el peso al destete B: Comparación del efecto seco sobre la ganancia media diaria ajusta a 240 días. <sup>a, b, c</sup> Letras diferentes denotan diferencia estadística  $p < 0.05$ .

## 7.2 Parámetros reproductivos

Los días abiertos son un parámetro reproductivo importante en un hato cárnico, en la finca la palma los días abiertos tuvieron una reducción a 70 días utilizando el tipo de servicio de inseminación artificial a tiempo fijo en comparación con la monta natural que presento 160 días, dicha información fue comparada con diferentes reportes, en donde se evidencia que los días abiertos utilizando IATF generan una tendencia positiva a reducir los días abiertos de un sistema productivo bovino. Los resultados específicos los podemos evidenciar en la tabla 2.

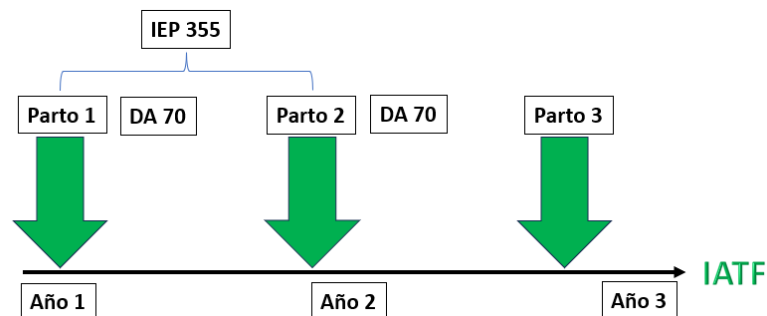
**Tabla 2. Días abiertos comparados con literatura según método reproductivo (IA vs MN)**

	IATF	MN
Finca La Palma	70	160
Barco S. (2018)	98	-
Ramírez et al. (2023)	120	180
Puente J. (2016)	95	130
Saldarriaga E. (2009)	105	215
Fedegan (2006)	-	>170

IATF, inseminación a tiempo fijo; MN, monta natural

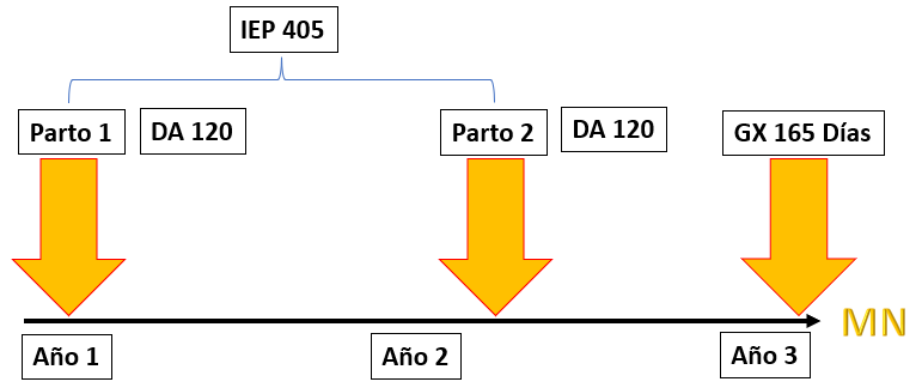
Por otra parte, en la figura 6 se explica de mejor manera la cantidad de partos que podemos obtener por IATF y el intervalo entre partos como parámetro a considerar en comparación a monta natural MN.

**Figura 6. Desempeño reproductivo hembra grupo IATF**



En la figura 7. Se observa la línea de partos en tres años y el intervalo entre partos teniendo en cuenta los días abiertos en comparación con la inseminación artificial observado en la figura 6.

**Figura 7.** Desempeño reproductivo hembra grupo MN



De este modo, se logra evidenciar la reducción de días abierto con la IATF, se logra producir una cría más en el mismo periodo de tiempo, lo cual se traduce en mayor cantidad de kilogramos de cría desteta comercializados, generando mayor rendimiento económico, además de reducir la inversión por cría producida.

### 7.3 Análisis económico

#### Gastos Finca La Palma

Para el análisis económico se tuvo en cuenta el valor de los gastos fijos, e inversión mensual en el predio, de modo que fuera posible contrastarla con los resultados que ofrece cada tipo de servicio, de este modo determinar los costos y ganancia que genera cada uno, los gastos pueden variar mensualmente según necesidades y situaciones específicas, se incluyeron gastos de nómina (tabla 3), gastos de ferretería (tabla 4), gastos de servicios (tabla 5) y gastos medicina (tabla 6).

**Tabla 3. Gastos nomina Finca La Palma**

<i>NOMINA</i>	
Administrador finca	\$ 1.700.000
Administrador ventas	\$ 1.500.000
Vaquero 1	\$ 1.400.000
Vaquero 2	\$ 1.400.000
Operario	\$ 1.200.000
Veterinario	\$ 700.000
Inseminaciones	\$ 475.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 8.375.000</b>

**Tabla 4. Gastos ferretería Finca La Palma**

<i>Ferretería</i>	
Combustible	\$ 800.000
Alambre	\$ 298.000
Grapas y puntillas	\$ 150.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.248.000</b>

**Tabla 5. Gastos servicios Finca La Palma**

<i>SERVICIOS</i>			
<i>Servicios</i>	\$ 728.000		
<i>Impuesto</i>	\$ 1.400.000	\$ 16.800.000	Año
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.128.000</b>		

**Tabla 6. Gastos medicina Finca La Palma**

<i>MEDICINA</i>	
Hormonas	\$ 1.387.500
Vitaminas	\$ 470.000
Desparasitantes	\$ 600.000
Cattle Mastrer	\$ 996.858
Leptoven	\$ 1.020.600
Clostrisan	\$ 490.000
Sal	\$ 1.875.000
Antibióticos	\$ 220.000
Antinflamatorios	\$ 250.000
Ciclo de vacunación	\$ 40.000
Antihistaminicos	\$ 20.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7.369.958</b>

Posteriormente, se tuvo en cuenta el valor promedio del kg de la cría desteta (\$7.600) teniendo en cuenta hembra y macho y el peso promedio de los terneros a un destete de 225 días. Los resultados se pueden evidenciar de manera específica en la tabla 7.

**Tabla 7. Valor promedio cría desteta**

<i>VALOR Kg. CRIA DESTETA (Promedio)</i>	<b>SEXO</b>	<b>VALOR Kg (Aprox.)</b>	<b>PESO DESTETE Kg. (Promedio)</b>	<b>TIEMPO DESTETE (Día)</b>
\$ 7.600	MACHO	\$ 8.400	185	225
	HEMBRA	\$ 6.800	170	
	PROMEDIO	\$ 7.600	177,5	

En continuidad al análisis, se obtuvieron los datos de inversión vs ganancia, donde la ganancia fue la suma de los gastos de la finca la palma en relación a un mes, este resultado se discrimino por día y contribuyo a obtener los resultados de la inversión de hembra día (\$1.821); asimismo, ya en cuestión de ganancia se tuvo en cuenta la ganancia diaria de la cría (kg) para obtener el valor de la misma (\$5.996), no obstante, se procedió a sacar el valor del día abierto (\$7.817), factor determinante en el análisis productivo, reproductivo y económico. Los resultados se describen en la tabla 8.

**Tabla 8. Valor inversión vs ganancia**

Valor inversión mes	\$ 19.120.958
Valor inversión día	\$ 637.365
Valor inversión hembra día	\$ 1.821
Ganancia diaria cría (kg)	0,789
Valor ganancia diaria cría	\$ 5.996
Valor día abierto (da)	\$ 7.817

Al analizar la ganancia mensual de la finca la palma se consideró el inventario de hembras, crías destetas y la cantidad de Kg destetados al mes, a eso se hizo el análisis en costos del valor de la cría y la venta del mes de acuerdo con la cantidad de crías destetas y posterior se

tuvo en cuenta la ganancia del valor de ventas menos los gastos a mes obteniendo como resultado (\$20.224.875) como ganancia mensual a favor de la finca la palma. Los resultados se observan en la tabla 9.

**Tabla 9. Valor ganancia mensual Finca La Palma**

Inventario hembras	350
Crías destetas mes	29
Kg. destetados mes	5177,1
Valor cría desteta	\$ 1.349.000
Valor ventas mes	\$ 39.345.833
<b>Ganancia mes</b>	<b>\$ 20.224.875</b>

Por otro lado, se hizo la simulación del valor de los días abiertos de acuerdo con la cantidad de días obtenidos con el método de inseminación artificial (70 días) en comparación con la monta natural (160 días), resultados obtenidos en el análisis de parámetro reproductivos de la finca la palma apreciados en la tabla 2, dichos resultados muestran el valor en pesos de lo que implica mantener un día abierto. Los resultados específicos se pueden apreciar en la tabla 10.

**Tabla 10. Simulación días abiertos IA vs MN**

<i><b>SIMULACIÓN DÍAS ABIERTOS</b></i>	<i><b>VALOR</b></i>
15	\$ 117.249
30	\$ 234.498
45	\$ 351.747
60	\$ 468.996
70	\$ 547.162
75	\$ 586.245
90	\$ 703.494
120	\$ 937.992
150	\$ 1.172.490
160	\$ 1.250.656
180	\$ 1.406.988
210	\$ 1.641.486
240	\$ 1.875.984

Asimismo, como importancia económica para el método de monta natural, se determinó el valor de mantenimiento de un toro al día y posterior al año, esto se comparó con la cantidad de partos que se obtienen en dos años con dos tipos de servicio (MN y IATF). Los resultados se evidencian en la tabla 11.

**Tabla 11. Mantenimiento toro vs partos**

<i>TORO AL DIA</i>	\$	<i>1.800</i>	<i>TORO AL AÑO</i>	\$	<i>936.600</i>
<i>IATF</i>		2 años	2 partos		90 días
<i>MN</i>		2 años	1 parto		(-)90 días

Finalizando, se tuvo en cuenta el valor de Kg a favor de la inseminación artificial según los días a favor de esta en comparación a la monta natural, esto en favor a obtener rentabilidad utilizando este método. Los resultados se aprecian en la tabla 12.

**Tabla 12. Valor kg en comparación al tipo de servicio**

0,78	kg/día
70,2	kg/90 días
\$ 7.600	valor kg
\$ 533.520	valor kg/90 días/cría

#### 7.4 Discusión de resultados

Holgado F.D., et al. (2016), quienes usando bovinos criollos evaluaron la influencia de la edad de madre, sexo del ternero y la interacción biotipos-edad de la madre con relación al peso al nacimiento y destete de las crías, afirman que existe efecto significativo del sexo de la cría sobre la ganancia de peso; del mismo modo, Rojas y colaboradores (2011), usando biotipo Blanco Orejinegro mencionan también resultados significativos con relación al peso al destete de las crías, influenciado por variables como edad de la madre y variables climáticas. Según Warmadewi & Bidura (2021) concluyo que los tipos de servicio de IA y MN no tienen ningún

efecto significativo sobre el peso corporal al nacimiento de terneras lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo donde se evidencia que no hubo efecto significativo del tipo de servicio en relación con los parámetros productivos, sin embargo el mismo autor encontró que la ganancia promedio de peso corporal antes del destete de los terneros que usaron IA fue más alta que la monta natural, coincidiendo con Oka (2009).

Silva y Pimentel, (2017) exponen en su trabajo, que el manejo de la técnica IA y la implementación de programas de IATF son una alternativa económicamente viable, basados fundamentalmente en las diferencias de kg obtenidos al destete, no solo demostró que tenía efecto positivo en los kg finales de cada ternero sino también en el costo beneficio que implicaba utilizar esta técnica, trabajo citado de (Cutaia et al., 2005), y control en los intervalos entre partos. Esta diferencia se basa principalmente por la implementación del mejoramiento genético a nivel productivo y reproductivo, brindando rentabilidad en la empresa ganadera. (Cutaia et al., 2005, Citado por Silva y Pimentel, 2017), muestra el estudio realizado donde se mide la ganancia de peso de terneros con IATF y se compara con los manejados a partir de monta natural, en donde se evidencia el valor genético con relación a la ganancia de peso. Este tuvo como resultado que el método reproductivo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) si tiene influencia significativa en cuanto a parámetros productivos como peso al destete tanto en hembras como machos sobre la monta natural (MN) confirmando que es posible mejorar los índices productivos en una ganadería de cría aplicando un programa de IATF al comienzo del servicio. Silva y Pimentel, (2017). Resalta la ventaja del mejoramiento genético desde el inicio del desarrollo productivo del ganado bovino en cuanto a ganancia de peso y producción de carne. Según Saldarriaga E., (2012) en su trabajo evidencia la disminución de días abiertos gracias a la implementación de IATF en hatos en los cuales se venían presentando una baja eficiencia

reproductiva; dicho autor confirma mediante su estudio la disminución de no solo los días abiertos sino por ende el intervalo de partos lo cual hace rentable un sistema productivo sea carne o leche, sin embargo rectifica que la IATF podría ser más eficiente si se tienen en cuenta parámetros ambientales y nutricionales, lo cual respalda, Puentes J., (2016) con una reducción de la media de días abiertos en 130.36 días; esto hace que esta diferencia sea significativa en favor de la reducción efectiva de los días abiertos, evidenciando el impacto favorable de la IATF al disminuir el promedio de los días abiertos, asimismo, permitió evidenciar la influencia que esta sobre la capacidad reproductiva como respuesta a programas de IATF que es primordial que vayan de la mano con alternativas nutricionales y sanitarias, resultados que concuerdan con esta investigación.

La eficiencia reproductiva es uno de los aspectos más importantes que se debe tener en cuenta al evaluar la producción de ganado de leche o de carne, por lo que mejorar este factor tendrá un impacto económico considerable (Vera y Muñoz, 1998). Esta puede medirse por edad al primer parto, días abetos, numero de servicios por concepción, intervalo entre partos entre otros que permiten concluir el desempeño del sistema (Casares & Retamoza, 2003).

Cuando hablamos de servicio por concepción lo entendemos como el número de servicios que en promedio se necesitan para que una vaca quede preñada, es así como según literatura se determina el número de servicios aceptables es de 1.5 a 1.8. Este parámetro es importante para conocer los aspectos fisiológicos de la hembra durante el desarrollo embrionario temprano y la implantación, así como los factores que influyen sobre esta fase inicial de gestación (temperatura, manejo, nutrición). Igualmente, este parámetro refleja la fertilidad del macho y refleja su calidad seminal, sea por IA o monta natural (MN) (Monge, C., y Arce, C., 2001).

De acuerdo con estos datos se recalca la influencia que tiene este parámetro en un sistema ganadero, sin embargo, en este trabajo se tuvieron en cuenta datos de vacas gestantes en relación con un servicio por concepción, donde evidenciamos una ganancia superior a favor de la inseminación artificial, pero de igual forma se hace el cálculo sobre valores según literatura mencionados anteriormente

Valor del servicio + DA (Días abiertos) = Costo de inversión

$\$150.000 + 70 \text{ días } (\$547.162) = \$697.162$  costo de inversión de 1 servicio por concepción

$\$150.000 + 30 \text{ días } (\$234.498) = \$384.498$  costo de inversión de un segundo servicio por concepción

$\$697.162 + \$384.498 = 1.081.660$  este valor demuestra que aun aplicando dos servicios por concepción la ganancia para la inseminación artificial es superior a comparación de la monta natural de acuerdo con el valor de la cría desteta del predio

$\$697.162 * 1.5 = 1.045.743$  valor de un servicio por concepción según literatura

Estos resultados concuerdan con Ramírez P., et al. (2023), donde indica la efectividad de la IATF mostrando resultados positivos y significativos en la reducción de días abiertos en comparación con el valor inicial de la finca trabajada donde se evidenciaban valores de DA de 180d, sin embargo después de aplicar por primera vez la IATF arrojaron resultados de 120d, una reducción positiva no solo reproductivamente sino económicamente, lo que confirma una vez más los beneficios y ventajas que tiene este método reproductividad para aumentar la efectividad y rentabilidad de un sistema productivos, concordando con la reducción evidenciada en este trabajo, de igual manera, y apoyando los resultados obtenidos. Barco S., (2018), demuestra que la IATF tiene mejores resultados comparados con otros métodos reproductivo, siendo así uno de

los métodos con mejores resultados a nivel reproductivo en relación con los días abiertos. Silva, M. A. M., & Pimentel, L. A. (2017) indica que un día vacío en un sistema de producción tiene un costo aproximadamente de entre 15 mil y 7 mil pesos por día para producción de leche y carne respectivamente y ratifica que el promedio de días abiertos en la ganadería colombiana esta >170d según informe del PEGA 2019 (FEDEGAN-FNG, 2006), reducir este parámetro con la aplicación de la IATF es el objetivo de este método y de igual manera, beneficiaria satisfactoriamente la rentabilidad de sector ganadero.

En un artículo citado por Silva y Pimentel en el (2017), concluyo a través de ese estudio demuestran que “es posible mejorar los índices productivos en una ganadera de cría aplicando un programa de IATF al comienzo del servicio”. Con estos datos se resalta la ventaja del mejoramiento genético desde el inicio del desarrollo productivo del ganado bovino en cuanto a ganancia de peso y producción de carne, lo cual repercute en tiempo y calidad según las características del semen de elección para el manejo en la empresa ganadera.

Sin embargo, lo anterior se sostiene en la mejora de la genética y no por el uso de uno de los métodos de reproducción, según Martínez, H., y Céron, J., (2017), el análisis de la calidad y cantidad de la alimentación brindada en la finca evaluada indicó que resulta suficiente para que los dos grupos raciales alcancen una mejora en la producción de leche; resultado, presuntivamente, este factor como de alta incidencia sobre la producción, debiéndose mejorar para permitir el descarte del factor genético. En el artículo continúan mencionando que el análisis de las medias del intervalo entre partos, la producción de leche por lactancia, la producción de leche por día, la duración de lactancia, entre los dos manejos reproductivos, inseminación artificial y monta natural, en los dos grupos raciales, no presentaron diferencias estadísticas significativas en el análisis de varianza por Fisher (Martínez, H., y Céron, J., 2017).

Uno de los aspectos limitantes de la eficiencia reproductiva de los sistemas ganaderos en Latinoamérica está representado por la incidencia de las enfermedades infecciosas de la reproducción. A pesar de los esfuerzos realizados para prevenir la difusión de estas en cada uno de los sistemas productivos, tanto las ocasionadas por agentes bacterianos, víricos o protozoos, aún continúan siendo un problema. El impacto de las enfermedades reproductivas sobre la eficiencia genera una escasa rentabilidad y retorno económico lento debido a la pérdida económica generada por la prevalencia de estas enfermedades (Campero, 2000). Las pérdidas pueden presentarse en los distintos estadios del ciclo reproductivo a saber: fallas durante el servicio, fallas en la concepción, mortalidad del embrión, abortos y mortalidad en el periparto y en el período neonatal. Las mismas pueden reducirse mediante su reconocimiento precoz y la implementación de adecuadas medidas de manejo.

La situación en Colombia frente a las enfermedades que afectan la reproducción de ganado de carne como de leche causando grandes pérdidas económicas, debido a la cantidad de los agentes etiológicos que podría ser innumerable y por consiguiente se hablara los que puedan tener más relevancia en nuestro medio. Dentro de ellos están, Diarrea Viral Bovina (DVB), Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Leptospirosis y Neosporosis, estas son las patologías con más frecuencia en Colombia de origen viral, bacteriano y parasitario respectivamente que afecta la reproducción bovina de Colombia (Alfonso, H., 2018). Cabe resaltar que adicional de las enfermedades que afectan la reproducción bovina se encuentran en nuestro medio muchas más, como Leucosis, Campilobacteriosis, Tricomoniasis, Brucellosis entre otras. Dichas enfermedades constituyen en limitación para alcanzar una adecuada producción agropecuaria, independientemente de donde ocurra, produciendo bajos índices productivos y reproductivos que

a su vez repercuten en pérdidas económicas altas en costos de producción y venta de productos (Benavides O., et al., 2011).

Por otro lado, en el apartado económico podemos encontrar una mejora, Díaz en el (2021), sostiene que, aunque inicialmente pareciera costoso, a largo plazo las ventajas son mayores a los sistemas tradicionales carentes de manejo y control en general. La obtención a futuro de mejores pesos al nacimiento, de mejor fenotipo, de mejores ganancias de peso, pesos al destete y precocidad de los vientres al primer servicio deberían ser razones de peso para entrar a un programa de inseminación artificial como único manejo reproductivo de la finca ganadera, esto demostrado en esta investigación en la tabla 12 donde evidenciamos valores a favor económicamente en Kg que se repercuten en ventas que la monta natural está perdiendo.

Ramírez P., (2023) evidencia resultados utilizando IATF similares a los presentados por (Morotti et al., 2018 Citado por Ramírez P., 2023), teniendo en cuenta que a pesar que tuvieron resultados positivos y negativos, se obtiene una gran viabilidad desde el punto de vista económico al comparar la eficiencia reproductiva con la monta natural debido a que al aplicar un presupuesto parcial en el que se destaca la reducción de días abiertos y el incremento en los pesos al destete, mejoran directamente el retorno de la inversión de este tipo de biotecnologías reproductivas como la IATF, concordando con resultados presentados en esta investigación. De igual manera, Gamarra S. y Villanueva P. (2014) indica que la inseminación artificial a tiempo fijo mostro mejor retorno económico que otros métodos reproductivos, asimismo recalca que dichos costos de efectividad de cada proceso o método reproductivo se veía influenciado por parámetros de manejo, ambientales, sanitarios entre otros que pueden afectar o no el éxito de esta, dichos resultados también concuerdan con Saldarriaga F. (2012) evidenciado que la IATF muestra resultados positivos en parámetros productivos y con un valor económico constante lo cual suple

el valor de la implementación de este tipo de servicio, esto a su vez permite tener mejoras económica en el sistema que desee implementar dicho método, de igual forma, esta investigación fortalece la idea de que los resultados económicos tienen a tener mayor retorno utilizando métodos de servicios eficientes como es la inseminación artificial lo cual confirma los resultados obtenidos en este proyecto donde se obtiene 90 días a favor de la IATF en comparación a Kg vendidos y producidos en referencia a la monta natural. Ríos J., (2018) en su trabajo ‘‘Análisis costo-beneficio comparando inseminación artificial a tiempo fijo con inseminación artificial convencional en Hacienda Surrambay, Colombia’’ indica que de manera general la IATF tuvo un efecto positivo generando mayores ingresos por preñeces obtenidas en un mismo periodo como apreciamos en la tabla 11, o de igual manera en la figura 6 donde apreciamos como la IATF presenta mayor partos en un periodo de tiempo a comparación de la monta natural, de este documento. A su vez, los ingresos (USD) para IATF como en IA fueron de USD 24,475 y USD 13,793 respectivamente, valores que tuvieron un retorno de acuerdo a la eficiencia reproductiva del sistema con una relación costo beneficio del 35%, valor positivo para la rentabilidad de un sistema ganadero.

Según valoraciones propuestas por González, C., (2005), con respecto a los días abiertos (DA), días vacíos (DV) e intervalo entre partos (IEP) para las ganaderías doble propósito, la meta ideal, práctica y rentable es obtener una cría al año, en lo cual plantea que tipo de servicio es el mejor, asimismo, afirma que el manejo de registros es importante para evidenciar dificultades y direccionar las alternativas de solución, es así como la implementación de programas de IATF es una alternativa económicamente viable, la cual produce retornos económicos, basados fundamentalmente en las diferencias de kg obtenidos al destete y control en los intervalos entre partos.

Según Silva, M. A. M., & Pimentel, L. A. (2017), los costos relacionados previamente no son exactos, ya que en el programa de IA-IATF se encuentran variaciones debido a las condiciones y estado de los animales, manejo del semen en su aplicación, condiciones ambientales y sanitarias, selección de protocolos, entre otras, al igual que los gastos generales de un hato ganadero que influye en el retorno y sostenibilidad de la producción, como se evidencia en la tabla 8 donde se tuvo en cuenta la inversión vs las ganancias en un protocolo de IATF. Según Silva, M. A. M., & Pimentel, L. A. (2017), la elección del protocolo depende de las condiciones de los animales, presupuesto de inversión y criterio del profesional que aplique y maneje la IA-IATF, así mismo es importante tener en cuenta el riesgo en aplicar y manejar la IA tradicional en vacas cíclicas, sin embargo, estudios como el de Carballo, D., (2023) no muestra cambio significativos en cuanto a porcentaje de preñez por lo cual implementar la IATF puede tener un efecto positivo menor pero presentaría mejoras económicas y sanitarias, igualmente, demuestran como en diferentes etapas fisiológicas puede presentar diferencias significativas o no con relación a la implementación de la IATF, es importante destacar ese estudio coincide con la posibilidad de inseminar vacas con pocos días postparto sin afectar negativamente los resultados, es así como dicho autor concluyo, que las vacas pueden ser tratadas a partir de los 30 días postparto, siempre y cuando el útero haya experimentado una regresión completa y no haya signos de inflamación relacionados con el proceso postparto, como se observó en el trabajo de Machado, et al., (2018).en definitiva, el análisis del contexto de la empresa ganadera en la mayoría de investigaciones y esta propiamente, es más rentable el manejo de la IATF para el mejoramiento genético y mantener buenos parámetros productivos y reproductivos.

## 8 Conclusiones

Se concluye que el uso de toros genéticamente superiores bajo una metodología de servicio basada en IATF, genera progenie con mejor desempeño productivo y reduce los días abiertos en hembras bovinas biotipo cárnico, en comparación de servicio por monta natural.

Es concluyente en la presente investigación que, las variables asociadas al comportamiento específico de la ganancia de peso, desde el nacimiento hasta el destete, presentaron mejor desempeño en el grupo de hembras servidas por inseminación artificial a tiempo fijo.

El manejo reproductivo del sistema basado en IATF, redujo notablemente los días abierto (70 días) en comparación con la monta natural (160 días), lo cual sumado al mayor volumen de kilogramos que se logran destetar, generan un rendimiento y retorno económico superior utilizando métodos de reproducción como la monta natural.

Se puede concluir que la IATF presenta resultados favorables reproductiva y económicamente, permitiendo a un sistema productivo obtener resultados óptimos y positivos para la rentabilidad y sostenibilidad de un hato cárnico, como evidenciamos en los días abiertos reduciendo los mismos a 70 días, esto contribuyendo positivamente en la reducción de costos de acuerdo con el valor del día abierto 1.91 USD. En general, se logró demostrar que la IATF tiende a tener mejores resultados a comparación de un método de reproducción como monta natural en parámetros productivos, reproductivos y económicos que favorecen positivamente un sistema ganadero de vocación cárnica.

## **9 Recomendaciones**

Es primordial el registro de datos de todas las variables productivas, reproductivas y económicas, necesarias para el control y desarrollo eficiente y sostenible de un sistema productivos, es por eso que se recalca el manejo adecuado de herramientas de recolección de datos, de igual manera, se recomienda seguir aplicado el método de IATF teniendo en cuenta todas las variables ambientales, sanitarias, entre otras, que contribuyan a mejorar los resultado obtenidos aplicando dicho método de reproducción. De igual manera, la implementación de estas tecnologías utilizando toros genéticamente superiores requiere de un análisis zootécnico previo de la situación actual del predio para poder determinar el adecuado manejo y el reflejo de resultados positivos.

## 10 Bibliografía

- Acosta, P.L., & Rodríguez R.J, (2011). Porcentaje de preñez en vacas lecheras sometidas a sincronización del celo y la aplicación de progesterona el día 13 pos-servicio. Trabajo de Grado. Ingeniería en Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 13 p
- Arango, J., Ruden, A., Martinez-Baron, D., Loboguerrero, A. M., Berndt, A., Chacón, M., & Chirinda, N. (2020). Ambition meets reality: achieving GHG emission reduction targets in the livestock sector of Latin America. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 65.
- Arboleda Correa, M. P. (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. Trabajo de grado. Medicina Veterinaria. Corporación Universitaria Lasallista. <http://hdl.handle.net/10567/2712>.
- Báez, G., & Grajales, H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Revista MVZ Córdoba*, 14(3), 1867-1875.
- Barco Santamaría, L. C. (2018). Comparación del porcentaje de preñez y días abiertos en vacas holstein con inseminación artificial a tiempo fijo vs inseminación artificial a celo detectado. Trabajo de grado – pregrado. Repositorio de la salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/359>
- Baruselli, P. S., Ferreira, R. M., Sá Filho, M. F. D., & Bó, G. A. (2018). Using artificial insemination v. natural service in beef herds. *Animal*, 12(s1), 45-52.
- Benavides Ortiz, E., López Rozo, M., & Alayón Flórez, L. E. (2011). Enfermedades del ganado en la región. *Rev. Med. Vet.*, 41-62.

Bo, G. A., Cutais, L., Peres, L. C., Pincinato, D., Maraña, D., & Baruselli, P. S. (2019).

Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Bioscientifica Proceedings*, 6, 223-236.

Cadavid Ramírez, P., Granados Parada, M. C., & Casallas Oliveros, L. (2023). Diagnostico económico y gestión de la biotecnología de inseminación artificial a tiempo fijo en un sistema de producción bovino de carne. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Villavicencio. Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia.

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/51128>

Campero, C. 2000. Las enfermedades reproductivas en los bovinos:. Obtenido de

SEDICI.UNLP.EDU.AR:

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29621/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29621/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carballo-Guerrero, D., Carballo-Cruz, G., & Bó, G. A. (2023). Efecto de los días postparto sobre la tasa de preñez en vacas de cría de carne con ternero al pie tratadas para IATF. *Nutrición Animal Tropical*, 17(2), 1-23

Caroprese, E., (2020). MANUAL DE PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN DE CELO E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO-PROYECO (IATF), COMITÉ DE GANADEROS DE ARAUCA. Universidad Cooperativa de Colombia Medicina veterinaria y zootecnia Arauca-Arauca.

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e05e3b3d-0a8f-440e-828a->

cda7e503b7bf/content#:~:text=El%20protocolo%20de%20sincronizaci%C3%B3n%20de,el%20tracto%20reproductivo%20del%20animal.

Casares, R., & Retamoza, R. (2003). Evaluación de la eficiencia reproductiva en ganado bovino del sistema doble propósito, en condiciones de semiestabulación en la granja Santiago del municipio de Santiago de TOLÚ. 67.

Correa, A. 2016. Manual práctico de inseminación artificial en el bovino. Federación de Estudiantes Agropecuarios de Venezuela FEAV. Comisión de estaciones experimentales FCV-UCV. Maracay, Venezuela.

Correa-Rojas E. D., Martínez, R., Echeverri J. 2011. Caracterización productiva de una población de Bovino Blanco Orejinegro (BON) en siete hatos colombianos. AICA 1 (2011): 434-436.-

Costa, G. Z., Queiroz, S. A., Oliveira, J. A., & Fries, L. A. (2008). Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de escores visuais e de ganho médio de peso do nascimento à desmama de bovinos formadores da raça Brangus. *Ars Veterinaria*, 24(3), 172-176.

Custodio Cortazzo, E. (2019). Comparación económica entre inseminación artificial a tiempo fijo y servicio natural [en línea] Tesis de grado. Montevideo: Udelar. FA.

Diaz, L. (2021). Mejoramiento de los parámetros reproductivos y productivos en la finca el secreto mediante la técnica de inseminación artificial bovina. Proyecto aplicado, trabajo de grado. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42104>

- Duffield, T. F., Lissemore, K. D., McBride, B. W., & Leslie, K. E. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of dairy science*, 92(2), 571-580..
- FEDEGAN-FNG. (2006). Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019. 1ra Ed. Sanmartín Obregón & Cía, Bogotá, Colombia.
- Ferreira, J. E., Mello, M. R. B. D., Silva, O. R., Silencio, L. N., Couto, S. R. B. D., & Mello, R. R. C. (2020). Weaning weight and optimization of reproductive efficiency in Nellore females subjected to timed artificial insemination. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49
- Gamarra C., S., & Cabrera Villanueva, P. C. (2014). Análisis técnico-económico de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (OVSYNCH®) en comparación con celo detectado en vacas Holstein. *Anales Científicos*, 75(1), 191.  
<https://doi.org/10.21704/ac.v75i1.950>
- Gasque Gómez Ramón. (2016). Reproducción Bovina. Enciclopedia Bovina. Sitio Argentino de producción animal. Recuperado de: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/245-Reproduccion\\_bovina.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/245-Reproduccion_bovina.pdf)
- Giraldo Giraldo, J. J. (2019). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *Revista Lasallista de investigación*, 16(1), 244-252.
- Giraldo Giraldo, J. J. (2019). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *Revista Lasallista de investigación*, 16(1), 244-252.

- González M., y Tapia M., (2017) *Manual bovino de carne* [en línea]. Coyhaique: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 369. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6669> (Consultado: 25 septiembre 2023).
- González, C. (2005). Calcule los días en producción y la tasa de preñez. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo-Venezuela. VIII (1): 257-264
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a. edición). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V. ISBN: 978-1-4562-6096-5. Universidad de Celaya. Universidad Tecnológica Laja Bajío
- Holgado F., Martínez B., Díaz A., Soraire J. 2016. Influencia del fenotipo de la madre en el peso al nacimiento y ganancia de peso en terneros Criollo argentino. AICA 8 (2016): 13-15.
- Lamb, G. C., & Mercadante, V. R. (2016). Synchronization and artificial insemination strategies in beef cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 32(2), 335-347.
- Lenis Sanin, Y, Carrillo González, D, Barrios, D y Rincón, J. (2021). *Inseminación artificial y liderazgo rural en el agronegocio bovino*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81417>. 67 páginas ISBN 978-958-794-694-9.
- Lenis, Y. Y., Montgomery, A. J., Carrillo-González, D. F., González-Palacio, E. V., Barrios, D., & Elmetwally, M. A. (2022). Agricultural Literacy in Artificial Insemination and

- Agribusiness Management for Social Innovation in Rural Populations Affected by Armed Conflict in Colombia. *Preprints.org*. <https://doi.org/10.20944/preprints202210.0016.v1>
- Linero Murcia, A. (2022). Factores que inciden en la calidad de la canal cárnica bovina en Colombia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. AAI. Medicina Veterinaria Zootecnia [129] <https://repositorio.udca.edu.co/handle/11158/4939>
- Londoño Gil, J. P. (2021). Evaluación reproductiva de la finca La Perla en el municipio de Santa Rosa de Osos, departamento de Antioquia. Trabajo de grado para optar por un título pregrado. Unilasallista Corporación Universitaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Repositorio Unilasallista Corporación Universitaria. Biblioteca digital lasallista. <http://hdl.handle.net/10567/3043>
- Martínez, H. E. O., & Cerón, J. S. A. (2017). Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos en vacas doble propósito obtenidas por inseminación artificial y monta natural en la Finca El Porvenir en Doncello–Caquetá. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias-FAGROPEC*, 9(1), 25-31.
- Mayorga Torres, P. A. (2018). *Viabilidad en la producción de la raza de ganado brangus en pandi-cundinamarca*. Trabajo de grado pregrado. Repositorio Universidad de Cundinamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.12558/1384>.
- McNamara, S., Murphy, J. J., Rath, M., & O'mara, F. P. (2003). Effects of different transition diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows. *Livestock Production Science*, 84(3), 195-206.

- Monge-C., D., & Arce-C., C. E. (2019). Cantidad de servicios por concepción en dos grupos raciales de ganado lechero. *Revista Tecnología En Marcha*, 8(2-3), 9–13.  
<https://doi.org/10.18845/tm.v8i2-3.3350>
- Montes, D., Vergara, O., & Prieto, E. (2008). Determinación de un índice de selección para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 13(2), 1365-1368.
- Montossi, F., & Sañudo, C. (2007). Cooperación Hispano Uruguaya. Diferenciación y valorización de la carne Ovina y Bovina del Uruguay en Europa - influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana. Serie Técnica N° 168. ISBN: 978-9974-38-239-8
- Moreno, T. A. P., & Arroyave, M. R. M. (2019). La incidencia de los registros en la producción de ganado bovino y su importancia para conocer su rentabilidad a lo largo de un ciclo productivo. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 19(23).
- Morera, H. F. A. (2018). Enfermedades de la reproducción bovina endémicas de Colombia. ARTÍCULO DE REVISIÓN/REVIEW ARTICLE. Universidad Cooperativa de Colombia. Villavicencio, Meta. Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia.  
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/1b29790b-345e-4ae2-8d3a-14778ecf80bb/content>
- Mugisha, A., Kayiizi, V., Owiny, D., & Mburu, J. (2014). Breeding services and the factors influencing their use on smallholder dairy farms in Central Uganda. *Veterinary medicine international*, 2014.

Murcia, E. J. (2015). Relación del peso al nacer con el peso al destete y el peso a los 18 meses en un hato de cría brahmán en Tame (Arauca). Universidad de La Salle. Trabajo de grado-pregrado. Editor Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Zootecnia. Repositorio universidad de La Salle. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/214>.

Navarro Krilich, L. M., Dellavalle, F. A., Yostar, J. E., Schultz, M. E., Smahlij, J. M., Romero Monteleone, S. I., ... & Capellari, A. (2019). Correlación entre circunferencia escrotal, peso vivo y edad en toros brahmán, bradford y brangus. XL Sesión de Comunicaciones Científicas 2019. Facultad de Ciencias Veterinarias – UNNE. ISSN 2451-6732. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/49941>

OCDE (2020), Agricultural Policy Monitoring and Evaluation (2020), Publicaciones de la OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico París. [http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/ASF/situation\\_update.html](http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/ASF/situation_update.html) (al 15 de mayo de 2020).

Oka, I. G. L. (2009, September). The advantage of artificial insemination in improving productive performance of bali cattle. In Proceeding international conference on “Biotechnology for a Sustainable Future” (pp. 15-16).

Ossa, G., Suárez, M., & Pérez, J. (2006). Factores ambientales y genéticos relacionados con el intervalo entre partos en la raza Romosinuano. *Revista MVZ Córdoba*, 11(2), 799-805.

Patel, G k., Haque, N., Madhavatar, M., Chaudhari, AK., Patel, D k., Bhalakiya, N., Jamnesha, N., Patel, P., Kumar, R., 2017. Artificial insemination: A tool to improve livestock productivity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1, 307–313.

- Pérez, L. A. Q., Romero, J. A., & Rojas, R. L. (2015). Evaluación de dos protocolos de inseminación artificial a término fijo (IATF) con dos inductores de ovulación (benzoato de estradiol y cipionato de estradiol) en vacas raza criollo caqueteño en el departamento del Caquetá. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(9), 1-11.
- Puentes, J. (2016). *Reducción de los días abiertos mediante implementación de IATF en la Hacienda la Vittoriana*. (Tesis de Pregrado, Universidad de la Salle). Archivo Digital. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/44>.
- Pulido Herrera, J., León Moreno, F., Ossa Saraz, G., Manrique Perdomo, C., & Fajardo, O. W. (2002). La prueba de progenie en Bovinos: una realidad en Colombia. Editor Corporación colombiana de investigación agropecuaria – AGROSAVIA. Instructivo agropecuario. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17212>.
- Queiroz, S. A. D., Costa, G. Z., Oliveira, J. A. D., & Fries, L. A. (2009). Efeitos ambientais e genéticos sobre escores visuais e ganho de peso à desmama de animais formadores da raça Brangus. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 277-283.
- Ramírez Cadavid, P., Granados Parada, M. C., & Casallas Oliveros, L. (2023). Diagnostico económico y gestión de la biotecnología de inseminación artificial a tiempo fijo en un sistema de producción bovino de carne. Trabajo de grado-pregrado. Universidad Cooperativa de Colombia. Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/39753d1c-8d50-4ba6-bb3a-5c4f687a713f/content>
- Ríos, J. (2018). Análisis costo-beneficio comparando inseminación artificial a tiempo fijo con inseminación artificial convencional en Hacienda Surrabay, Colombia. Tesis de grado.

Administración de Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6289>

Sá Filho, M. F., Penteado, L., Reis, E. L., Reis, T. A., Galvão, K. N., & Baruselli, P. S. (2013).

Timed artificial insemination early in the breeding season improves the reproductive performance of suckled beef cows. *Theriogenology*, 79(4), 625-632.

Saldarriaga García, E. F. (2009). Análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo e inseminación artificial a celo detectado, con sus variables económicas y reproductivas.

Informe de práctica profesional. Corporación Universitaria Lasallista. Repositorio Corporación Universitaria Lasallista).

<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/329/1/AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20ENTRE%20INSEMINACI%C3%93N%20ARTIFICIAL%20A%20TIEMP%E2%80%A6.pdf>

Silva, M. A. M., & Pimentel, L. A. (2017). Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *RIAA*, 8(2), 247-259.

Silva, M. A. M., & Pimentel, L. A. (2017). Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *RIAA*, 8(2), 247-259.

Taborda Pérez, N. (2019). Análisis de datos del Software ganadero en ganados Monterrey SA

Obteniendo parámetros productivos y reproductivos para generar una proyección competitiva y eficiente en la empresa. *Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Médica Veterinaria y Zootecnista, Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga*. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/14516>. Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia. Colección de Medicina Veterinaria Zootecnia.

- Tambing, S. N., Toelihere, M. R., & Yusuf, T. L. (2000). Optimasi Program Inseminasi Buatan Pada Kerbau. *Wartazoa*, 10(2), 41-50.
- Terto, G. G., Magalhães, N. A., Gomes, L. A., Correia, H. S., de Sousa Júnior, S. C., Santos, K. R., & Guimarães, J. E. C. (2012). Monta natural versus inseminação artificial em bovinos. *Pubvet*, 6, Art-1472.
- Valergakis, G.E., Arsenos, G., Banos, G. (2007). Comparison of artificial insemination and natural service cost effectiveness in dairy cattle. *Animal*, 1(2), 293–300
- Varlamoff, N. B., Cipolini Galarza, M. F., Jacobo, R. A., Martínez, D. E., & Ragazzi, B. A. (2015). Ganancia de peso en terneros Brahman y Brangus 1/4, 3/8 y 5/8 desde el nacimiento al destete en Corrientes (Argentina). *Crecimiento de terneros. Rev. vet.* 22: 1, 60–63, 2011
- Vera, O., & Muñoz, G., (1998). Estudios citogenéticos em ganado doble propósito: En mejora de la ganadería mestiza de doble propósito. Editores Gonzales, Madrid y soto. Maracaibo, Venezuela, 1998. Pág.: 383-384. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. ISBN: 980-296-672-X
- Villavicencio Estrella, A. N. (2022) Análisis de la diversidad genética de la población de toros Holstein Friesian importados al ecuador entre los años 2000-202. Tesis pregrado. Repositorio digital Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. 69 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10141>.
- Vishwanath, R. (2003). Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology*, 59(2), 571-584.

Warmadewi, D. A., & Bidura, I. G. N. G. (2021). Comparative study of artificial insemination versus natural mating methods on the quality of Bali cattle calves. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 8(2), 82-88.

Warmadewi, D. A., & Bidura, I. G. N. G. (2021). Comparative study of artificial insemination versus natural mating methods on the quality of Bali cattle calves. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 8(2), 82-88.

Washaya, S., Tavirimirwa, B., Dube, S., Sisito, G., Tambo, G., Ncube, S., & Zhakata, X. (2019). Reproductive efficiency in naturally serviced and artificially inseminated beef cows. *Tropical animal health and production*, 51, 1963-1968.

Yitayih, T. T., Moges, T. M., & Kebeto, U. L. (2017). Review on status and constraints of artificial insemination in dairy cattle in developing countries: the case of Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(5).