

**Práctica empresarial Hacienda san Juan de cañas:  
Comparación de 2 protocolos de inseminación artificial a término fijo con  
diferentes inductores de ovulación en vacas Brahman y Senepol.**

**Trabajo de grado para optar por el título de:  
Medica veterinaria**

**Sandra María López Vélez**

**Asesor  
Jhonny Alberto Buitrago Mejía  
Médico veterinario, zootecnista especializado**

**Unilasallista corporación universitaria.  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Medicina Veterinaria  
Caldas- Antioquia  
2021**

## Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Resumen .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>Introducción .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>Objetivos.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Objetivo general.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>Objetivos específicos:.....</b>                                       | <b>8</b>  |
| <b>Marco teórico.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Anatomía reproductiva de la hembra: .....</b>                         | <b>9</b>  |
| vulva:.....  | 9         |
| Vestíbulo vaginal.....   | 9         |
| Vagina .....   | 9         |
| Cérvix o cuello Uterino:.....  | 10        |
| Cuerpo del útero: .....  | 10        |
| Oviducto: .....  | 10        |
| Ovarios: .....   | 11        |
| <b>Etapas del ciclo estral .....</b>                                     | <b>12</b> |
| Estro:.....  | 12        |
| Metaestro:.....  | 12        |
| Diestro: .....   | 13        |
| Proestro: .....  | 13        |
| <b>La Inseminación Artificial a Tiempo fijo (IATF):.....</b>             | <b>14</b> |
| <b>Ventajas de la IATF:.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>Factores asociados al animal que afectan la IATF: .....</b>           | <b>14</b> |
| <b>Protocolos de sincronización:.....</b>                                | <b>15</b> |
| <b>Protocolos Ovsynch (GnRH - PGF-2<math>\alpha</math> -GnRH): .....</b> | <b>15</b> |
| <b>Protocolos con progesterona y estradiol: .....</b>                    | <b>15</b> |
| <b>Materiales y métodos:.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Localización: .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>Tamaño de la muestra y selección de animales: .....</b>               | <b>17</b> |
| <b>Protocolos IATF .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>Evaluación de la sincronización: .....</b>                            | <b>18</b> |
| <b>Evaluación de la IATF: .....</b>                                      | <b>19</b> |
| <b>Resultados:.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>Discusión .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>Conclusión: .....</b>   | <b>28</b> |

### Lista de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Origen y función de las Hormonas reproductivas en la hembra bovina (Acuña, 2006).....                         | 11 |
| Tabla 2 Análisis descriptivo de la población de acuerdo con raza, partos promedio y condición corporal promedio ..... | 20 |
| Tabla 3 Evaluación de presentación de celo el grupo BE .....  | 21 |
| Tabla 4 Evaluación de presentación de celo el grupo CPE.....  | 22 |
| Tabla 5 . Evaluación de signos de cele en el grupo BE .....   | 22 |
| Tabla 6 Evaluación de presentación de celo el grupo CPE.....  | 23 |
| Tabla 7 Tasa de gestación según grupo y raza. ....  | 24 |
| Tabla 8 Prueba estadística de chi-cuadrado de tasa de preñez según el grupo.....                                      | 24 |
| Tabla 9 Prueba estadística de chi-cuadrado de tasa de preñez según la raza. ....                                      | 24 |

## Lista de ilustraciones

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1 Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero (Cerón, 2016)..... | 12 |
| Ilustración 2. Etapas del ciclo estral (Cerón, 2016).....   | 13 |
| Ilustración 3. Protocolo de sincronización basado en progesterona y estradiol. ....   | 16 |
| Ilustración 4 Vacas brahman usadas en los protocolos IATF.....  | 20 |
| Ilustración 5 signos de celo durante la evaluación en vacas Brahman .....   | 21 |
| Ilustración 6 Signos de celo de los grupos BE y grupo CP. ....  | 23 |

## Resumen

**Objetivo:** Comparar 2 protocolos de inseminación a término fijo en vacas Brahman y Senepol con diferentes inductores de ovulación, en la hacienda san juan de cañas.

**Materiales y métodos:** el estudio fue realizado en la hacienda san juan de cañas ubicada en el municipio de Bosconia, la población de estudio estuvo constituida por 70 animales, divididos en dos grupos de 35 en el grupo 1 se utilizó benzoato de estradiol como inductor de la ovulación, mientras que En el grupo 2 se usó Cipionato de estradiol, Sin alteraciones clínicas al momento de ingresar al estudio, la presencia de celo fue determinada mediante observación a campo y la evaluación de la tasa de gestación mediante ecografía transrectal. se registraron los resultados en el programa Epiinfo.exe, a estos se les realizo una prueba de chi-cuadrado. **Resultados y discusión:** la presentación de celo en el grupo BE el 94.2% de los animales presento manifestaciones de celo, En el grupo CPE solo el 68,5% de los animales presento signos de celo, En el grupo BE la tasa de gestación fue de 63% (19 vacas Brahman y 3 Senepol), mientras que en el grupo CPE fue del 40% (10 vacas Brahman y 4 Senepol). **Conclusión:** Pese a que no se encontró diferencia estadística entre el uso de las sales benzoato y cipionato de estradiol se recomienda el uso de la sal benzoato ya que presenta una mayor tasa de gestación.

**Palabras claves:** IATF, Inseminación, protocolo, dispositivo intravaginal, hormonas.

## Introducción

La ganadería es una actividad de gran importancia económica que es desarrollada en sus distintas modalidades (carne, leche o cría) en todo el país, y es considerada fundamental para el desarrollo del agro. Una de las grandes limitantes en la producción ganadera es el desempeño reproductivo de los hatos, siendo constante la búsqueda de nuevas alternativas que permitan mejorar los índices reproductivos de manera sustentable, mejorando así la rentabilidad en las producciones (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002).

Para mejorar los índices reproductivos en un hato es necesario tener en cuenta factores como la alimentación, sanidad y manejo. Después de garantizar estas condiciones se puede obtener aun mejores resultados mediante el uso de herramientas biotecnológicas como la Inseminación artificial (IA), la inseminación artificial a tiempo Fijo (IATF) y la transferencia de embriones (Raso & Esquel, 2012).

La tecnología de IATF ha evolucionado a través del tiempo, inicialmente estos protocolos se basaron en el uso de prostaglandina  $F2\alpha$  ( $PGF2\alpha$ ) y la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), siendo conocido como protocolo Ovsynch, posteriormente surgieron una serie de variantes, siendo los protocolos más recientes realizados con los dispositivos de liberación lenta de progesterona (Odde, 1990). Buscando mejorar la respuesta en la sincronización del estro, además del uso de estos dispositivos, se ha incluido en los protocolos la aplicación de otras hormonas como la gonadotropina coriónica equina (eCG) y el estradiol (Torre, López, Castro, & Monforte, 2010).

También se han realizado algunos estudios usando distintos inductores de ovulación, como los análogos sintéticos de estrógenos, los cuales se han evaluado en bovinos de raza criollo caqueteño (Quijano, Artunduaga, & López, 2015) y cruces de Brahman Rojo por Senepol. (Toro García, 2020). Otros estudios han comparado la eficiencia de benzoato de estradiol y cipionato de estradiol como inductores de ovulación, encontrando diferencias entre ellos en las tasas de gestación, sin embargo, estadísticamente no significativas (Toro García, 2020). No se han encontrado reportes que comparen estos inductores de ovulación en bovinos *bos Indicus*, por lo que este trabajo se pretende evaluar la respuesta ovárica en vacas brahman y Senepol en un programa de inseminación a término fijo con dos diferentes inductores de ovulación, en la Hacienda San Juan De Cañas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Comparar 2 protocolos de inseminación a término fijo en vacas Brahman y Senepol con diferentes inductores de ovulación, en la hacienda san juan de cañas.

### **Objetivos específicos:**

- Establecer la tasa de presentación de celo obtenida con dos inductores de ovulación diferentes en vacas Brahman y Senepol en dos protocolos IATF.
- Determinar la tasa de gestación obtenida con dos inductores de ovulación diferentes en vacas Brahman y Senepol en dos protocolos IATF.

## **Marco teórico**

### **Anatomía reproductiva de la hembra:**

El sistema reproductor de la hembra está constituido por los órganos, internos que incluyen el ovario (conocido como la glándula sexual femenina) y al sistema de conductos formados por el oviducto, útero, cérvix y vagina; y los genitales externos, representados por el vestíbulo, labios vulvares y clítoris (Gazque, 2008).

#### **vulva:**

Es la porción terminal, externa del aparato genital de la hembra. Está ubicada en la región perineal, en ventral del ano (De Jarnette & Nebel, 2006 y Ghezzi, 2011). Desde el exterior del animal, es la única parte del aparato genital que usted podrá ver, está compuesta por dos labios separados por una apertura vertical, situada debajo de la cola e inmediatamente debajo del ano (Walto, 2012). Esta estructura tiene tres funciones principales, dejar pasar la orina, permitir la cópula y sirve como parte del canal del parto. (De Jarnette & Nebel, 2006).

#### **Vestíbulo vaginal**

Es un área pequeña que se origina en el meato uretral externo y termina caudalmente para mezclarse con los labios de la vulva (Nabords & Linford, 2015).

#### **Vagina**

Es el área comprendida entre el cuello del útero y la vulva. (Vélez Raigosa, 2021). Es un tubo de paredes mucosas. Durante la monta natural el toro deposita grandes cantidades de espermatozoides en esta zona (DeJarnette & Nebel, 2018).

**Cérvix o cuello Uterino:**

El cuello uterino es un tubo de paredes gruesas, que sirve de válvula entre los delicados órganos internos y los más fuertes órganos externos. Es firme al tacto, denso y normalmente cartilaginoso (Walto, 2012).

La musculatura cervical se relaja bajo la influencia de los estrógenos posibilitando la apertura del canal cervical lo cual facilita la Inseminación artificial, Entre sus principales funciones están la de facilitar el transporte de los espermatozoides hacia la luz del útero mediante la producción de moco, actúa como reservorio de espermatozoides. Durante la gestación y el diestro el conducto cervical queda sellado por un moco viscoso que actúa como barrera contra el transporte de esperma y la invasión de bacterias (Hafez B, 2006).

**Cuerpo del útero:**

En la hembra bovina el útero está formado por el cuerpo y 2 cuernos cuyo largo es de 20 a 40 cm dependiendo de la edad y raza de la vaca, los cuernos se curvan hacia atrás y hacia arriba. Tiene diversas funciones, dentro de las cuales están, recibir al óvulo fecundado, nutrir y proteger al feto durante la gestación y participar activamente en la expulsión de la cría al momento del parto. Está formado por tres capas, el endometrio (capa más interna), el miometrio o capa muscular y el perimetrio que es la capa externa. (Nabords & Linford, 2015 y Galina Hidalgo, 2008).

**Oviducto:**

Son conductos finos y flexibles que comunican los cuernos uterinos con los ovarios, tiene una longitud aproximada de 25 cm; y se encuentran divididos en forma funcional en

tres segmentos, el infundíbulo, el ámpula, (ampolla) y el istmo. Este es el sitio en donde se da la fecundación (Hernández, 2008).

### **Ovarios:**

Son órganos pares, de forma elíptica de aproximadamente 3 cm de longitud, normalmente aplanados. Están situados en la región sub lumbar, en la entrada de la pelvis, se encuentran sujetos por el mesovario, que tiene origen en el peritoneo. Los ovarios producen los óvulos y elaboran hormonas. En el ovario se distinguen dos zonas, una medula interna, que contiene numerosos vasos sanguíneos; y una zona cortical superficial, que contiene los folículos ováricos en diferentes fases evolutivas (Globe, 2000).

Tabla 1 Origen y función de las Hormonas reproductivas en la hembra bovina (Acuña, 2006)

| Hormona                       | Origen     | Función principal   |
|-------------------------------|------------|---|
| <b>GnRH</b>                   | Hipotálamo | Estimula la liberación de la FSH y la LH.   |
| <b>FSH</b>                    | Hipófisis  | Induce el comportamiento propio del celo.<br>Estimula la descarga preovulatoria de LH.  |
| <b>LH</b>                     | Hipófisis  | <u>Hembra</u> : estimula la maduración de los folículos.<br>Induce la formación y el mantenimiento del cuerpo lúteo en el ovario.<br><u>Macho</u> : estimula la producción de testosterona. |
| <b>Estrógenos</b>             | Ovario     | Induce el comportamiento propio del celo.<br>Estimula la descarga preovulatoria de LH.  |
| <b>Progesterona</b>           | Ovario     | Mantiene la gestación.<br>Disminuye la secreción de la GnRH, impidiendo nuevas ovulaciones.   |
| <b>Prostaglandina F2 alfa</b> | Útero      | Regresión del cuerpo lúteo.   |

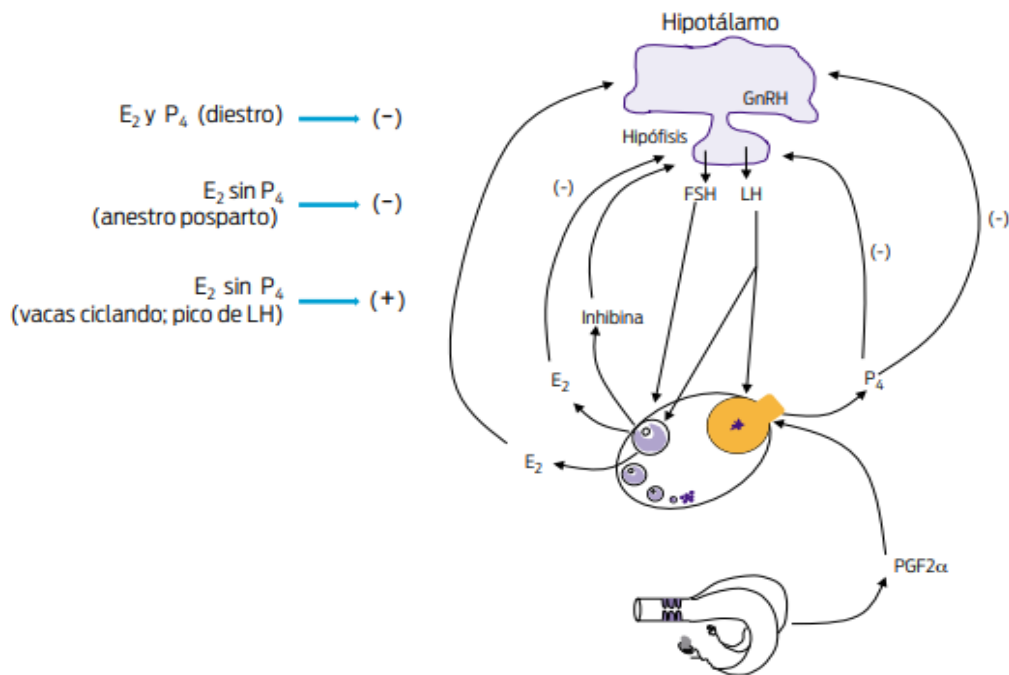


Ilustración 1 Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del hipotálamo-hipófisis-ovario-útero (Cerón, 2016).

## Etapas del ciclo estral

### Estro:

En esta etapa la hembra acepta la cópula o la monta de otra vaca. El estro es provocado por el incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. La duración de esta etapa es de 8 a 18 horas (Hernández, 2008).

### Metaestro:

Inmediatamente finalizado el estro inicia el metaestro que dura de 3 a 5 días. Durante esta fase ocurre la ovulación, que tiene lugar entre 28 a 32 horas después iniciado el celo. Después de la ovulación se produce una hemorragia y el folículo se llena de sangre, convirtiéndose en una estructura conocida como cuerpo hemorrágico,

seguida de la luteinización de las células foliculares que se transformaron en células luteales (Quito & Tintín, 2019).

### **Diestro:**

Una vez que se observan concentraciones significativas de progesterona en la sangre, es el comienzo de la fase lútea o diestro, la que continúa hasta que el cuerpo lúteo comienza a regresar al inicio de la ruptura del cuerpo lúteo (Agudelo, 2008).

### **Proestro:**

El proestro se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. El proestro en la vaca dura de dos a tres días. Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de LH que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento de estradiol sérico, lo que desencadena el estro. (Hernández, 2008).

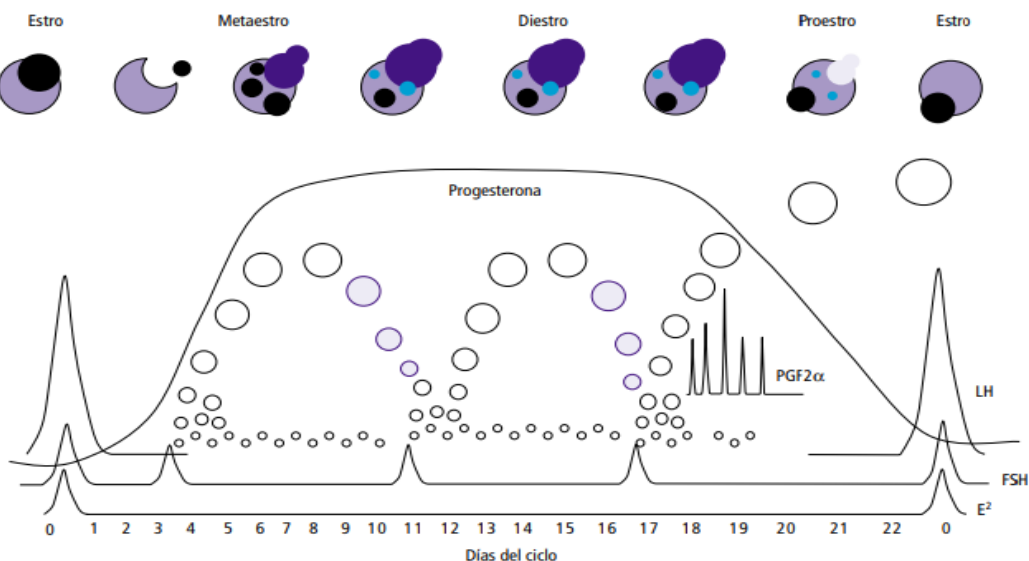


Ilustración 2. Etapas del ciclo estral (Cerón, 2016).

**La Inseminación Artificial a Tiempo fijo (IATF):**

Esta técnica consiste en intervenir en el ciclo estral de la hembra bovina, el uso de hormonas, logrando que los animales ovulen en un determinado período. El control del ciclo estral se efectúa a través del uso de hormonas a través de los denominados protocolos de sincronización, estos generalmente utilizan un dispositivo intravaginal que libera progesterona, este dispositivo se mantiene en el animal por un periodo de 7 a 9 días, estos protocolos se complementan con el uso de prostaglandina y estrógenos, los cuales también intervienen en la sincronización y ovulación, mejorando la calidad de los folículos (Callejas, Ochionero, González Chaves, Cabodevila, & Cledou, 2008).

**Ventajas de la IATF:**

La principal ventaja de la IATF es que permite concentrar el trabajo y permitir un mejor aprovechamiento del personal, además de concentrar los periodos de servicio, también se concentraran los nacimientos, esto permite tener una mayor uniformidad de los lotes (Goitia, Laurenti, Mujica, Valdez, & Munar, 2001).

**Factores asociados al animal que afectan la IATF:**

Entre los Factores inherentes a los animales se encuentran el estado fisiológico de la hembra, la edad de las vacas, animales con varios partos muestran mejores resultados que aquellas que están en su segundo servicio ya que el anestro postparto suele ser más profundo en esta categoría. Estado nutricional de la hembra, este aspecto es fundamental y es de los que más incidencia tiene en los resultados de la técnica. Numerosos trabajos muestran la relación de la condición corporal en el porcentaje de preñez logrado. A mejor condición, mejores resultados, hasta una condición corporal de 3 por encima de la cual no se observan diferencias (Raso & Esquel, 2012).

**Protocolos de sincronización:**

Estos protocolos se pueden dividir en 2, en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF), llamados protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos con progesterona (P<sub>4</sub>) y estradiol conocidos como de control del desarrollo folicular.

**Protocolos Ovsynch (GnRH - PGF-2α -GnRH):**

El protocolo Ovsynch (GPG) sincroniza el desarrollo folicular, la regresión lútea y la ovulación, de modo que la IA puede efectuarse a tiempo fijo (IATF) sin necesidad de detección del celo (Lopez, 2012)El protocolo es el siguiente:

- DÍA 0: Inyectar GnRH.
- DÍA 7: Inyectar PGF<sub>2a</sub>.
- DÍA 9: Inyectar GnRH.
- DÍA 10: IATF a todas las vacas.
- DÍA 17: Inyectar GnRH por la tarde.
- DÍA 19: IATF a todas las vacas.

**Protocolos con progesterona y estradiol:**

El tratamiento consiste en administrar:

- Día 0: 2 mg de benzoato de estradiol (EB) por vía intramuscular junto con la inserción del dispositivo.
- Día 7: se extrae el implante y se aplica PGF
- Día 9: se administra 1 mg de EB.
- Día:10 Se realiza IATF entre las 52 y 56 h de la remoción del dispositivo (Cutaia, 2005).

La función fundamental de la aplicación de estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia de los folículos existentes e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo (Moreno, Cutaia, Villata, Ortisi, & Bo, 2001).



Ilustración 3. Protocolo de sincronización basado en progesterona y estradiol.

Tomado de: (Saldarriaga, 2009).

## **Materiales y métodos:**

### **Localización:**

El estudio se desarrolló en la hacienda San Juan de Cañas, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Bosconia, departamento de Cesar. Este municipio limita al norte con el municipio de El Copey, al oriente con Valledupar, al sur con el municipio de El Paso y al occidente con el departamento del Magdalena. La temperatura promedio es de 38° C, A una altura de 110 metros sobre el nivel de mar y una humedad relativa del 88%, con dos estaciones lluviosas intercaladas por estaciones secas. Este estudio fue realizado entre el 28 de marzo y el 19 de abril del 2021.

### **Tamaño de la muestra y selección de animales:**

Para el estudio se conformaron 2 grupos, cada uno de 35 animales distribuidas de manera aleatoria, constituido por 29 vacas Brahman y 6 vacas Senepol. En el grupo 1 se utilizó benzoato de estradiol (grupo BE) como inductor de la ovulación, mientras que En el grupo 2 se usó Cipionato de estradiol (grupo CPE). Todas se encontraban sin alteraciones clínicas al momento de ingresar al estudio, se confirmó que todos los animales presentaran actividad ovárica (folículos o cuerpos lúteos) mediante ecografía al momento de ser incluidos en el programa, la condición corporal se encontraba entre 2.5 y 3.5 en escala de 5.

### **Protocolos IATF**

#### **Grupo BE:**

- **Día 0:** 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 ml vía IM.

- **Día 8:** se procede a retirar el dispositivo intravaginal, seguido de la aplicación de una dosis de prostaglandina 2 ml vía IM, y 2 ml de gonadotropina coriónica equina vía IM.
- **Día 9:** se aplica nuevamente 1 ml vía IM. De Benzoato de estradiol.
- **Día 10:** se procede a realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) vaca por vaca a las 52 – 56 horas post retirado el dispositivo y se les aplico 2 ml de GNRH vía IM.

#### **Grupo CPE:**

- **Día 0:** se realiza la aplicación del dispositivo intravaginal bovino vía Intravaginal, y se realiza la aplicación de la primera dosis de Cipionato de estradiol con 2 ml vía IM.
- **Día 8:** se procede a retirar el dispositivo intravaginal, seguido de la aplicación de una dosis de prostaglandina 2 ml vía IM, 2 ml de Gonadotropina coriónica equina vía IM y 2ml de Cipionato de estradiol vía IM,
- **Día 10:** se procede a realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) vaca por vaca a las 52 – 56 horas post retirado el dispositivo y se les aplico 2 ml de GNRH vía IM.

#### **Evaluación de la sincronización:**

El éxito de la sincronización fue determinado mediante la tasa de manifestación de celo. La presencia de celo fue determinada mediante observación a campo 2 veces al día por un periodo de 60 minutos observando la presentación de signos como:

- Intranquilidad y Nerviosismo.
- Olfatear genitales de otras vacas.
- Cola lacerada o raspada en su base.
- Monta o intenta montar otras vacas y permite la monta.

- Descarga Vaginal Mucosa.

**Evaluación de la IATF:**

El éxito de IATF se evaluó mediante la tasa de gestación a los 30 días, la cual fue detectada por ecografía transrectal.

**Análisis de datos:**

Se registró los resultados en el programa Epiinfo.exe y la prueba estadística utilizada para la comparación que se hizo al evaluar la raza y el inductor de ovulación fue la prueba de chi-cuadrado.

### Resultados:

En el grupo BE, las vacas Brahman tenían un promedio de 3.8 partos y las vacas Senepol tenían 0,7 Partos, mientras que en el grupo CPE las vacas Brahman tenían un promedio de 1.8 partos y las vacas Senepol de 0,3. En cuanto a la condición corporal en el grupo BE las vacas Brahman se encontraba en promedio de 3.5/5 y las Senepol 2.8/5, mientras que el grupo CPE tanto las vacas Brahman como Senepol presentaban un promedio de condición corporal 3/5 (tabla 2).

Tabla 2 Análisis descriptivo de la población de acuerdo con raza, partos promedio y condición corporal promedio

|                                    | Grupo 1 |         |           | Grupo 2 |         |            |
|------------------------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|------------|
|                                    | Brahman | Senepol | total     | Brahman | Senepol | total      |
| <b>Raza</b>                        | 29      | 6       | <b>35</b> | 29      | 6       | <b>35</b>  |
| <b>Partos promedio</b>             | 3.8     | 0.7     |           | 1.8     | 0.3     | <b>2.1</b> |
| <b>Condición corporal promedio</b> | 3.5     | 2.8     |           | 3       | 3       | <b>6</b>   |



Ilustración 4 Vacas brahman usadas en los protocolos IATF

En cuanto a la presentación de celo en el grupo BE el 94.2% de los animales presento manifestaciones de celo, en su mayoría en el tiempo esperado según el protocolo. El 17% (5 Brahman y 1 Senepol) de los animales empezaron a presentar celo a las 10 horas después de la aplicación del inductor de ovulación, el 60% (16 Brahman y 5 Senepol) a las 12 horas y 14% (5 Brahman) 16 horas después. En su totalidad de los 35 animales, solo se acaloraron 33 y la mayoría de los animales se acaloro en el tiempo establecido por el protocolo (tabla3).

Tabla 3 Evaluación de presentación de celo el grupo BE

| Presentación de celo            | Grupo 1 |         | Total     | %          |
|---------------------------------|---------|---------|-----------|------------|
|                                 | Brahman | Senepol |           |            |
| <b>10 horas post aplicación</b> | 5       | 1       | <b>6</b>  | <b>17%</b> |
| <b>12 horas post aplicación</b> | 16      | 5       | <b>21</b> | <b>60%</b> |
| <b>14 post aplicación</b>       | 5       | 0       | <b>5</b>  | <b>14%</b> |



Ilustración 5 signos de celo durante la evaluación en vacas Brahman

En el grupo CPE solo el 68,5% de los animales presento signos de celo, muchas lo hicieron dos horas antes de lo esperado según el protocolo. El 37% (10 Brahman y 3 Senepol) de los animales se empezaron a presentar celo a las 10 horas después de la aplicación del inductor de ovulación, el 21% (8 Brahman) presento celo a las 12 horas después y el 8% (2 Brahman y 1 Senepol) 16 horas después (tabla 4).

Tabla 4 Evaluación de presentación de celo el grupo CPE

| Presentación de celo            | Grupo 1 |         | Total     | %          |
|---------------------------------|---------|---------|-----------|------------|
|                                 | Brahman | Senepol |           |            |
| <b>10 horas post aplicación</b> | 10      | 3       | <b>13</b> | <b>37%</b> |
| <b>12 horas post aplicación</b> | 8       | 0       | <b>8</b>  | <b>21%</b> |
| <b>14 horas post aplicación</b> | 2       | 1       | <b>3</b>  | <b>8%</b>  |

En el grupo BE, un 40% (9 vacas Brahman y 5 Senepol) de los animales que presentaron signos de celo mostraban la cola lacerada en su base, los animales que no presentaron raya en la base de la cola fueron del 34% (11 Brahman 1 Senepol) y solo el 26% (8 Brahman y 1 Senepol) de los animales realizaron monta (tabla 5).

Tabla 5 . Evaluación de signos de cele en el grupo BE

| Signos de celo                                | Grupo 1 |         | total     | %          |
|---|---------|---------|-----------|------------|
|   | Brahman | Senepol |           |            |
| <b>Cola lacerada o raspada en base</b>        | 10      | 5       | <b>15</b> | <b>43%</b> |
| <b>No presenta raya en la base de la cola</b> | 11      | 0       | <b>11</b> | <b>31%</b> |
| <b>Monta</b>                                  | 8       | 1       | <b>9</b>  | <b>26%</b> |

En el grupo CPE el 40% (9 vacas Brahman y 5 Senepol) de los animales presentaron la cola lacerada en su base, los animales que no presentaron raya en la base de la cola fue 34% (11 Brahman 1 Senepol) y los animales que montaron fue 26% (8 Brahman y 1 Senepol) (tabla 6).

Tabla 6 Evaluación de presentación de celo el grupo CPE

| Signos de celo                                | Grupo 2 |         | total     | %          |
|---|---------|---------|-----------|------------|
|   | brahman | Senepol |           |            |
| <b>Cola lacerada o raspada en base</b>        | 9       | 5       | <b>14</b> | <b>40%</b> |
| <b>No presenta raya en la base de la cola</b> | 11      | 1       | <b>12</b> | <b>34%</b> |
| <b>Monta</b>                                  | 8       | 1       | <b>9</b>  | <b>26%</b> |



Ilustración 6 Signos de celo de los grupos BE y grupo CP.

En el grupo BE la tasa de gestación fue de 63% (19 vacas Brahman y 3 Senepol), mientras que en el grupo CPE fue del 40% (10 vacas Brahman y 4 Senepol), este resultado nos deja ver que el grupo 1, obtuvo una tasa de preñez más alta (tabla 7).

Tabla 7 Tasa de gestación según grupo y raza.

| Variable       | Grupo 1 |         |           |            | Grupo 2 |         |           |            |
|----------------|---------|---------|-----------|------------|---------|---------|-----------|------------|
|                | Brahman | Senepol | total     | %          | Brahman | Senepol | total     | %          |
| Vacas preñadas | 19      | 3       | <b>22</b> | <b>63%</b> | 10      | 4       | <b>14</b> | <b>40%</b> |
| Vacas vacía    | 10      | 3       | <b>13</b> | 37%        | 19      | 2       | <b>21</b> | <b>60%</b> |

A pesar de mostrar diferencias en las tasas de gestación al realizar la prueba de chi cuadrado no se encontró evidencia de asociación entre el tipo de inductor usado y la tasa de gestación, ni la raza (tablas 8 y 9).

Tabla 8 Prueba estadística de chi-cuadrado de tasa de preñez según el grupo.

| STATISTICAL TESTS              | Chi-square | 1-tailed p | 2-tailed p  |
|--------------------------------|------------|------------|-------------|
| Chi-square - uncorrected       | 3,6601     |            | 0,055729261 |
| Chi-square - Mantel-Haenszel   | 3,6078     |            | 0,057507658 |
| Chi-square - corrected (Yates) | 2,8023     |            | 0,09412992  |

Tabla 9 Prueba estadística de chi-cuadrado de tasa de preñez según la raza.

| STATISTICAL TESTS              | Chi-square | 1-tailed p | 2-tailed p  |
|--------------------------------|------------|------------|-------------|
| Chi-square - uncorrected       | 0,2764     |            | 0,599059897 |
| Chi-square - Mantel-Haenszel   | 0,2725     |            | 0,601681455 |
| Chi-square - corrected (Yates) | 0,0435     |            | 0,834847778 |

## Discusión

Los estudios de evaluación con distintos protocolos para IATF con diferentes inductores de la ovulación han sido descritos durante varios años buscando mejorar las tasas de preñez, y su uso puede variar debido a factores como la raza, clima, nutrición, calidad del semen, entre otros (Toro García, 2020).

Durante la ejecución del estudio llamo la atención que los animales del grupo CP presentaran un inicio de celo previo a lo estimado, aunque en algunos se prolongó hasta el día estimado de inseminación. Esta situación se ha reportado en otros estudios que reportaron una manifestación de celo más temprana en vacas y novillas con protocolos de IATF con estradiol en su sal cipionato, respecto a aquellas en las que se había usado estradiol en su sal benzoato (Campaña Campaña, 2019). este factor puede ser considerado una ventaja del uso del cipionato, ya que disminuye un día de encierro en los animales, lo que genera menos estrés y facilita su manejo favoreciendo condiciones para un mayor éxito en la inducción de la ovulación y las tasas de preñez (Madero, De Dominics, Cantallops, Uslenghi, & Callejas, 2012).

La presentación más temprana de celo puede deberse a que el pico de  $17\beta$  estradiol obtenido con benzoato tiene una duración más corta en el organismo, siendo esta de 1h a 23h, pero con una concentración más alta, mientras que el pico obtenido con cipionato es más prolongado en el tiempo, siendo de 13h a 31h, aunque con una concentración menor de  $17\beta$  estradiol, razón por la cual hay una mayor dispersión de la ovulación (CPE: 54h a 78h vs BE: 66h), lo cual puede ser un factor determinante al momento de inseminar. (De Araújo Andrade, y otros, 2012).

Otra razón puede ser porque la concentración del CPE es mayor en plasma sanguíneo debido al tamaño de la molécula y su lenta metabolización hepática con respecto al BE (Silva Quiroz, 2014).

Por otro lado, Peralta et al (2010) comparó el efecto de BE vs ECP en la tasa de presentación del estro en vacas y novillas cebú, donde se encontró que el mayor porcentaje de hembras en estro sucedió con CE 72 % y con BE 79 % en contraste con el grupo de control 35 %, donde documentaron que no existió diferencia significativa entre los grupos (Peralta-Torres, Aké-López, & Centurión-Castro, 2010). Al igual que en este estudio otros reportes no han encontrado diferencias en las tasas de gestación obtenidas en protocolos IATF usando benzoato o cipionato de estradiol en otro tipo de animales como vacas de leche y vacas Angus (Campaña Campaña, 2019; Biondini, Zangrilli, Preisseger, & Callejas, 2011; Braz, Chayer, & Callejas, 2013; De Araújo Andrade, y otros, 2012).

También (Silva Quiroz, 2014), evaluó dos protocolos utilizando BE y ECP en vacas doble propósito con IATF en el trópico amazónico colombiano. Obtuvieron como resultados para BE: 57% y ECP: 69,3%. No se observó diferencia significativa en las tasas de preñez entre ambas sales de estradiol administradas al finalizar el tratamiento.

Es importante señalar que si bien no existe diferencias estadísticas en estas tasas de gestación, cuando se considera el efecto biológico y productivo en los animales se puede apreciar un mejor desempeño con el benzoato, pues en este estudio presento una tasa de gestación 13% mayor, lo que implica que en la ganadería se obtendrán 8 crías más por año por cada 70 animales, lo que es relevante en términos de rentabilidad y productividad en la empresa ganadera.

La tasa de gestación obtenida durante el periodo de estudio se considera alta cuando se compara con otros estudios realizados en la misma región (Cesar), pues las difíciles condiciones agroambientales de la zona serían un factor que influye negativamente en este parámetro (Burrow, 2012).

**Conclusión:**

Los protocolos usados en este estudio presentan una buena opción para el manejo reproductivo mediante IATF en vacas Brahaman y Senepol en la región del Cesar (Colombia). Pese a que no se encontró diferencia estadística entre el uso de las sales benzoato y cipionato de estradiol se recomienda el uso de la sal benzoato ya que presenta una mayor tasa de gestación, lo que se traduce en mas crías por año.

## Referencias

- Bo, G., Peres, L., Cutaia, L., & Barusellí, P. S. (2007). Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Soc Reprod Fertil Suppl*, 64(34), 15.
- Pereira de Carvalho, J. B., Tonizza de Carvalho, N. A., EL Reis, Nichi, M., de Souza, A. H., & Sampaio Baruselli, P. (2008). Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* × *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, 15(69), 9.
- Acuña, v. (2006). *Reproducción animal*. Mexico: intervet mexico: interamericana.
- Agudelo, J. I. (2008). *Manueal de reproduccion bovina*. CHILE.
- Biondini, M., Zangrilli, G., Preissegger, G., & Callejas, S. (2011). Efectos de la sal de estradiol y de la duración del tratamiento con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF. *Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)*, 22(2), 3.
- Braz, M., Chayer, R., & Callejas, S. (2013). Effect of two treatments of synchronization of ovulation and three levels of reproductive tract scoring on pregnancy rate of 15 months heifers inseminated at a fixed time. *Taurus*, 58(14), 6.
- Burrow, H. M. (2012). Importance of adaptation and genotype × environment interactions in tropical beef breeding systems. *animal*, 6(5), 11.
- Callejas, S., Ochionero, P., González Chaves, S., Cabodevila, J., & Cledou, G. (2008). Efecto de la permanencia de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la eficiencia sobre reproductiva de vaquillonas. *investigación veterinaria*, 10(1), 9.
- Campaña Campaña, A. M. (2019). *IATF en base a progesterona, con dos diferentes fuentes de estrógenos en hembras bovinas de biotipo lechero*. Santo domingo: Ciencias de la ingeniería e industrias facultad: ingeniería agropecuaria.
- Cerón, J. H. (2016). *Fisiología Clínica de la reproducción de los bovinos lecheros*. Mexico : universidad autonoma de mexico .
- Cutaia, L. E. (2005). *Programas de inseminación artificial atiempo fijo: análisis de costos e implementación*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/38-costos\\_tiempo\\_fijo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/38-costos_tiempo_fijo.pdf)
- De Araújo Andrade, B. H., Ferraz, P. A., Rodrigues, A. S., Loiola, M. V., Chalhoub, M., & De Lisboa Ribeiro Filho, A. (2012). Eficiencia do cipionato de estradiol e do benzoato de estradiol em protocolos de indução da ovulação sobre a dinâmica ovariana e taxa de concepção de fêmeas nelore inseminadas em diferentes momentos. *Archives of Veterinary Science*, 17(4), 4.
- De Jarnette, M., & Nebel, R. (2006). *Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/97-fisiologia.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/97-fisiologia.pdf)
- DeJarnette, M., & Nebel, R. (2018). *Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina*. Obtenido de perulactea: <http://www.perulactea.com/2018/05/18/anatomia-y-fisiologia-de-la-reproduccion-bovina/>
- Galina Hidalgo, C. (2008). *Reproduccion de animales domésticos 3A ED*. limusa.
- Gazque, R. G. (2008). *Enclíclopedia bovina*. Mexico.

- Ghezzi, M. (2011). *Anatomía regional y veterinaria de Argentina*.
- Globe, H. (2000). *Anatomía aplicada al Bovino*. Costa Rica : Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.
- Goitia, O., Laurenti, S., Mujica, I., Valdez, A., & Munar, C. (2001). *Programa de inseminación artificial a tiempo fijo*. Obtenido de Munar: [http://www.buenretirovergara.com/Documentos/manual\\_procesos\\_IATF.pdf](http://www.buenretirovergara.com/Documentos/manual_procesos_IATF.pdf)
- Hafez B, H. E. (2006). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Mexico: Nueva Editorial Interamericana.
- Hernández, J. C. (2008). *Manual de la materia: Práctica de profundización en reproducción animal (Manejo reproductivo en bovinos)*. Mexico.
- J, A. J. (2016). *El ciclo estra bovino. Regulación neuroendocrina*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/246-El\\_Ciclo\\_Estral.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/246-El_Ciclo_Estral.pdf)
- Lopez, H. (22 de 2 de 2012). *Estrategias para incrementar la eficiencia reproductiva del hato lechero*. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/estrategias-incrementar-eficiencia-reproductiva-t29383.htm>
- Madero, S., De Dominics, O., Cantallops, F., Uslenghi, G., & Callejas, S. (2012). Efecto de dos dosis de cipionato de estradiol y del rango horario para la IATF sobre la tasa de preñez en vaquillonas. *Revista veterinaria*, 23(1), 3.
- Mahecha, L., Gallego, L. A., & Peláez, F. J. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Rev Col Cienc Pec*, 15(2), 13.
- Marin Cossio, L. C., Parra Arango, J. L., Peña Joya, M., Cachón Jaramillo, L., Gongora O, A., & Riveros Pinilla , D. A. (2008). Comparación de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 23(S), 10.
- Meneghetti, M., Sá-Filho, O., P. R., Lamb, G., & Vasconcelos, J. (2009). Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows. *Basis for development of protocols. Theriogenology*, 15(2), 72.
- Moreno, D., Cutaia, L., Villata, L., Ortisi, F., & Bo, G. (2001). Follicle wave emergence in beef cows treated with progesterone releasing. *Theriogenology*.
- Nabords, B., & Linford, R. (2015). *Anatomy of the Reproductive System of the Cow*. Misisipi: Copyright ©.
- Odde, K. (1990). Una revisión de la sincronización del estro en ganado posparto. *Animal Science Journal*, 3.
- Peralta Torres, J., Aké López, J., Centurión Castro, F., & Magaña Monforte, J. (2010). Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas *Bos indicus*. *scielo*, 22(2), 4.
- Peralta-Torres, J., Aké-López, J., & Centurión-Castro, F. Y.-M. (2010). Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas *Bos indicus*. *Universidad y ciencia*, 22(6).
- Quijano, P. L., Artunduaga, R., & López, R. (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. *Revista electrónica de Veterinaria*, 19(9), 12.
- Quito, S. X., & Tintín, L. M. (2019). *Valoración de ovocitos obtenidos mediante Ovum pick-up en vaquillas sometidas a protocolos alternativos de sincronización de la onda folicular y estimuladas con FSH-LH*. Cuenca – Ecuador .
- Raigosa, C. V. (2021). *Resultado de la tasa de preñez alcanzada en vacas doble propósito de pequeños y medianos productores del municipio de Marinilla bajo un protocolo de IATF*. Caldas antioquia .
- Raso, M., & Esquel, I. (2012). *Inseminación Artificial a Tiempo Fijo*. Obtenido de Ganaderia: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_ganaderia46\\_inseminacion\\_ovina.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia46_inseminacion_ovina.pdf)
- Silva Quiroz, L. J. (2014). *Evaluación De Dos Protocolos Para Inseminación Artificial A Tiempo Fijo (IATF) Bajo Condiciones De Trópico Amazónico Colombiano*. florencia caqueta.
- Toro García, D. (2020). *Comparación de dos inductores de la ovulación en un programa de IATF con semen sexado en ganadería de ceba*. Bucaramanga.
- Torre, J. P., López, J. A., Castro, F. C., & Monforte, J. M. (2010). Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas Bos indicus. *Universidad y ciencia*, 26(2), 3.
- Vélez Raigosa, C. (2021). *Resultado de la tasa de preñez alcanzada en vacas doble propósito de pequeños y medianos productores del municipio de Marinilla bajo un protocolo de IATF*. Caldas.
- Veterinarias, L. d. (2005). *Fisiología de reproducción bovina*. Obtenido de axonveterinaria: [http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/criaysalud/36/cys\\_36\\_40-41\\_Fisiologia%20de%20la%20reproduccion%20bovina.pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/36/cys_36_40-41_Fisiologia%20de%20la%20reproduccion%20bovina.pdf)
- Walto, R. E. (2012). Manual de inseminación artificial. *American Breeders Service (ABS)*.

