

**Evaluación de un protocolo de IATF en vacas Holstein de leche en San
José de la montaña, norte de Antioquia**

Trabajo de grado para optar por el título de medico veterinaria

Jhon Jaime Aguilar Barrientos

Asesor

Jhonny Alberto Buitrago Mejía

Médico veterinario, zootecnista especializado

Unilasallista Corporación Universitaria

Ciencias Administrativas y Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Caldas, Antioquia

2024

Contenido

Resumen	5
Introducción	6
Justificación	8
Objetivos.....	10
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	10
Marco Teórico.....	11
Hormonas Presentes en el Ciclo Estral	11
Fases del Ciclo Estral:	13
Estro.....	13
Metaestro	13
Diestro.....	13
Proestro	13
IATF (Inseminación a Término Fijo).....	14
Ventajas de la IATF.....	15
Factores Asociados al Animal que Afectan la IATF	16
Protocolos de Sincronización.....	17
Hormonas Presentes en la Leche	18
estrógenos.....	18
progesterona	18
Somatotropina.....	19
Importancia de la Erradicación del Estradiol en los Protocolos.....	19
Materiales y Métodos	21
Localización	21
Tamaño de la Muestra y Selección de Animales	21
Protocolo de IATF Sin Estradiol.....	22
Evaluación de la Sincronización	23
Evaluación Gestacional	23
Resultados.....	24
Discusión	29
Conclusión.....	31
Referencias.....	32

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 grafico ciclo estral de la vaca (Gonzales, 2018).....	14
Ilustración 2 protocolo de sincronización sin estradiol (F. Cuadro, 2022)...	18
Ilustración 3 puntos de referencia en la condición corporal. (Lents, 2008)	25
Ilustración 4- vaca con parche indicador de celo a nivel del anca	¡Error!
Marcador no definido.	
Ilustración 5-chequeo reproductivo con ecografía	28

Lista de tablas

Tabla 1 Hormonas reproductivas y su función durante el ciclo estral	12
Tabla 2 Descripción de la población de acuerdo con la raza, partos promedio, condición corporal promedio y promedio de producción.	24
Tabla 3- evaluación de presentación de celos.	25
Tabla 4- evaluación de presentación de signos de celo.....	27
Tabla 5- evaluación de preñez.	27

Resumen

La inseminación artificial en tiempo fijo (IATF), es una técnica fundamental en la reproducción, que ha revolucionado la ganadería. Tradicionalmente, esta técnica ha requerido el uso de estrógenos para la sincronización del ciclo reproductivo de la vaca y aumentar la tasa de preñes. Sin embargo, el uso de estrógenos ha suscitado preocupaciones relacionadas con la salud humana.

Este estudio explora protocolos alternativos a la IATF que no necesiten del uso de estrógenos. El objetivo es evaluar la tasa de éxito de un protocolo de IATF sin estradiol en vacas Holstein, en términos de eficacia reproductiva. A través de una revisión de la literatura y un análisis de datos en finca el vergel.

Los resultados indican que es posible implementar protocolos de IATF sin estrógenos que mantengan o mejoren los índices de preñeces. Estos protocolos ofrecen beneficios significativos, como la reducción de riesgos asociados con el uso de estrógenos sobre la salud del consumidor.

La implementación de estos protocolos puede representar un avance importante hacia la tendencia mundial de la erradicación de la aplicación de estradiol en la reproducción animal. Los hallazgos de este estudio proporcionan una base sólida para la transición hacia métodos más modernos y que se alinean mejor con los objetivos de exportar leche o carne de las producciones modernas.

Palabras Clave: Protocolos, ganadería, producción agropecuaria y Vacas Holstein.

Introducción

En los últimos años la ganadería se ha venido desarrollado como una actividad económica de gran importancia en sus diferentes fines en Colombia y en gran parte del mundo considerándose como una de las más importantes para el desarrollo del campo. Dado que la población humana ha ido en aumento, la producción de alimentos es cada vez más necesaria, por lo que la producción agropecuaria se ha visto obligado a evolucionar y buscar formas de ser más productivos supliendo esta necesidad, esta evolución implica el desarrollo de nuevas técnicas para mejorar la producción en los hatos, especialmente en el área de la reproducción, dado que sé que esta se ha catalogado una de las principales debilidades en la producción ganadera (Mahecha, Gallego, & Francisco, 2002).

Para garantizar un adecuado desempeño reproductivo se requiere tener control de la nutrición, sanidad y manejo, por lo tanto, para buscar mejoras en el ámbito reproductivo debemos garantizar una buena nutrición, confort y bienestar, para poder implementar nuevas biotecnologías como la sincronización y la inseminación artificial y obtener mejores resultados (Miguel & Inta, 2012).

Dentro de las técnicas de sincronización e inseminación que se usa con mayor frecuencia es la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), este tipo de protocolos de sincronización se basan en el uso de prostaglandina (PF2 α) y hormona liberadora de

gonadotropina(GNRH), desarrollando protocolos como el ovsynch, luego de estos surgió una serie de protocolos en los cuales se usan dispositivos DIP (Dispositivo intravaginal profundo) el cual consiste en un implante plástico de un solo uso en forma de Y que libera progesterona(P4) de forma periódica, con estos se logra una mejor sincronización del estro, además de esto se ha implementado el uso de la gonadotropina coriónica equina (ECG) (Peralta & Torres, 2010).

En este trabajo, se evaluará un protocolo de IATF, sin el uso de estradiol, considerando los aspectos prácticos de la implementación de este protocolo en una producción ganadera.

Justificación

La sincronización de celo en ganado lechero es un aspecto crítico de la reproducción, que influye directamente en la eficiencia productiva y económica de las producciones lecheras. Tradicionalmente, el protocolo de sincronización de celo ha implicado el uso de estradiol, una hormona sintética que, si bien ha demostrado ser efectiva, plantea algunas preocupaciones en términos de seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental, ya que los residuos excretados a través de la leche o carne incrementan el riesgo de cáncer de mama y útero en las mujeres y disminuyen la cantidad de espermatozoides en hombres, (Bórges, Cutaia, & Souza, 2009).

La producción lechera enfrenta desafíos técnicos en cuanto a su eficiencia reproductiva, dada la alta demanda de producción láctea y los ciclos de lactancia que pueden interferir con la detección precisa del celo, por lo tanto, es crucial desarrollar protocolos de sincronización de celo que sean efectivos y seguros para las vacas lecheras, al tiempo que maximizan las tasas de concepción y minimizan los costos y riesgos asociados (Ferguson, 1993).

Debido a esto surge la necesidad de explorar alternativas de los protocolos convencionales de sincronización de celo que dependan del uso de estradiol. La implementación de un enfoque basado en la eliminación de esta hormona podría ofrecer beneficios significativos en términos de reducción de riesgos para la salud humana y animal, así como de minimización del impacto ambiental asociado con el uso

de hormonas exógenas (Bórges, Cutaia, & Souza, 2009).

Los hallazgos de este estudio contribuirán en el campo de la reproducción bovina, también proporcionarán información práctica y aplicable para los productores de leche que buscan mejorar la gestión reproductiva en sus explotaciones.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la tasa de éxito de un protocolo de IATF sin estradiol en vacas Holstein en producción en el norte de Antioquia.

Objetivos Específicos

Determinar la frecuencia de signos de celo presentados por vacas Holstein en producción sometidas a un protocolo IATF sin estradiol.

Evaluar la tasa de concepción en vacas Holstein en producción sometidas a un protocolo IATF sin estrógenos.

Marco Teórico

Hormonas Presentes en el Ciclo Estral

La tasa de concepción durante la temporada de monta tiene un efecto directo en la rentabilidad de unidad productiva, por lo que el conocimiento básico del ciclo estral bovino puede incrementar la efectividad del manejo reproductivo. Luego de que las novillas alcanzan la pubertad, la cual es determinada por su primera ovulación, o después del periodo de anestro postparto en vacas, comienza un periodo cíclico de celos (Salverson & George, 2004). Los ciclos estrales dan la oportunidad a la novilla o vaca de fecundarse cada 21 días más o menos, durante cada ciclo estral, los folículos se desarrollan a manera de oleadas, las cuales están controladas por cambios en las concentraciones hormonales (Agustín & Henry, 2021).

Ciclo Estral Bovino

Este está dirigido por un eje hormonal en la cual intervienen diferentes hormonas en cada etapa de este con funciones diferentes que contribuyen a un mismo fin. Las principales hormonas que intervienen en la función reproductiva se resumen en la tabla 1 (Lucy, 1992).

Tabla 1*Hormonas reproductivas y su función durante el ciclo estral.*

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

Fuente (Acuña & Victor, 2006)

Fases 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 transformaran en células latéales (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).

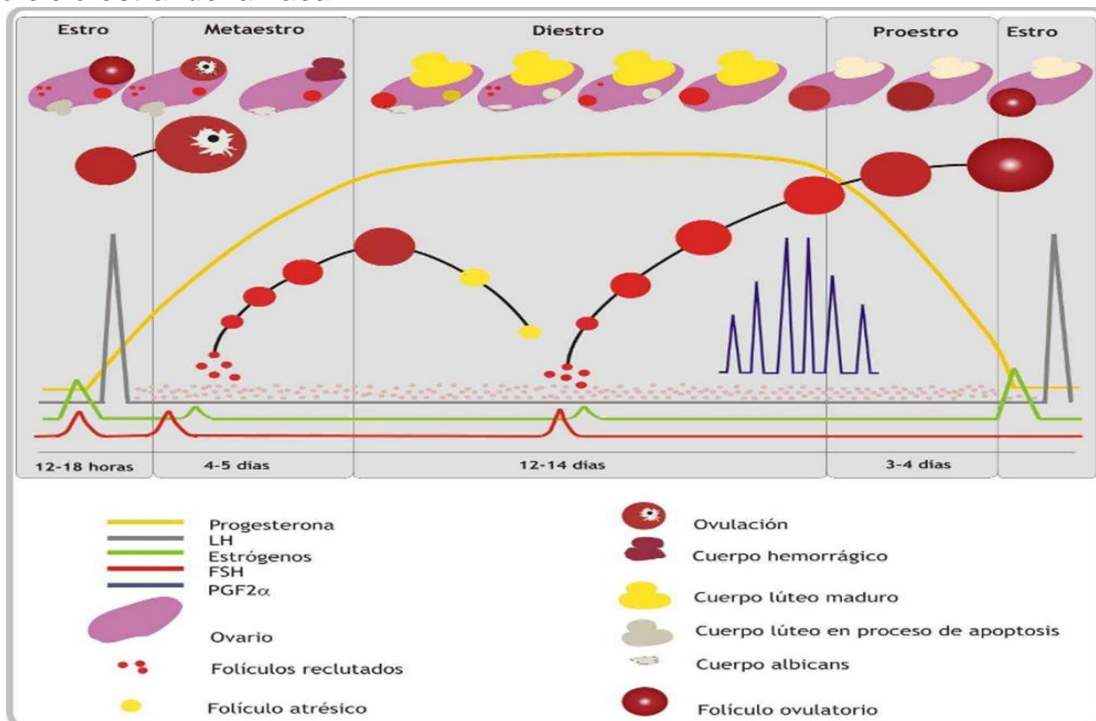
Proestro

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 1

Gráfico ciclo estral de la vaca



Fuente (Gonzales, 2018).

IATF (Inseminación a Término Fijo)

Para mejorar los resultados reproductivos en los hatos se realiza un control artificial del ciclo estral, siendo la IATF (inseminación artificial a tiempo fijo) el método más conocido y utilizado. Esta técnica consiste en intervenir en el ciclo estral mediante el uso de hormonas, logrando que los animales ovulen en un período de tiempo predeterminado (Cruz, 1995).

El control del ciclo estral se efectúa a través del uso de hormonas mediante los denominados protocolos de sincronización, los cuales generalmente utilizan un dispositivo intravaginal que libera progesterona, y es mantenido 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, 2008).

Ventajas de la IATF

El uso de la IATF presenta ventajas como

- concentración del trabajo y aprovechamiento del personal,
- menor tiempo de servicio (IA + de repaso con toro 60 días = 90% preñez),
- concentración de los nacimientos, uniformidad del lote,
- servicio con toros superiores a todo el hato, aumentando carne, leche y genética de reemplazos,
- menor cantidad y mayor calidad de toros,
- anticipar anestro posparto, acortando el intervalo parto primer servicio (20 días),
- más kilos al destete, más hembras preñadas, mayor número de partos,
- disminución del pisoteo de los potreros y movimientos de ganado, y acortar intervalo entre servicios, elegir época del año (Goitia, 2000).

Factores Asociados al Animal que Afectan la IATF

Entre los Factores asociados a los animales se encuentran el estado fisiológico y la edad. Animales con múltiples partos muestran mejores resultados que aquellas que están en su segundo servicio ya que el anestro postparto suele ser más profundo en esta categoría. Numerosos trabajos muestran la relación de la condición corporal con la tasa de gestación, obteniendo mejores resultados en animales con mejor condición, hasta una condición corporal de 3 siendo esta una condición óptima en una escala de 1 a 5. por encima de la cual no se observan diferencias (Esquel, 2012).

Las vacas débiles de patas o con mala conformación estructural de patas y pezuñas exhiben menos actividad de monta y permanecen menos tiempo para ser montadas que las que tienen aplomos más correctos y mejor conformación. También se ha relacionado la incidencia de lesiones podales con el recorte preventivo de pezuñas (Henle, 2009).

Protocolos de Sincronización

Para la realización de estos protocolos hay diferentes técnicas y métodos se han reportado algunos protocolos que carecen de benzoato de estradiol como los que se describen a continuación

Protocolos Ovsynch (GnRH - PGF-2 α -GnRH) GPG

DÍA 0: aplicar GnRH.

DÍA 7: aplicar PGF2a.

DÍA 9: aplicar GnRH.

DÍA 10: IATF a todas las vacas.

DÍA 17: aplicar GnRH por la tarde.

DÍA 19: IATF a todas las vacas (Lopez, 2013).

Protocolos SPLIT-SYNCHI a Base de Progesterona(p4)

DIA 0: colocación dispositivo intravaginal más 2.5 ml de butrofina (GNRH)

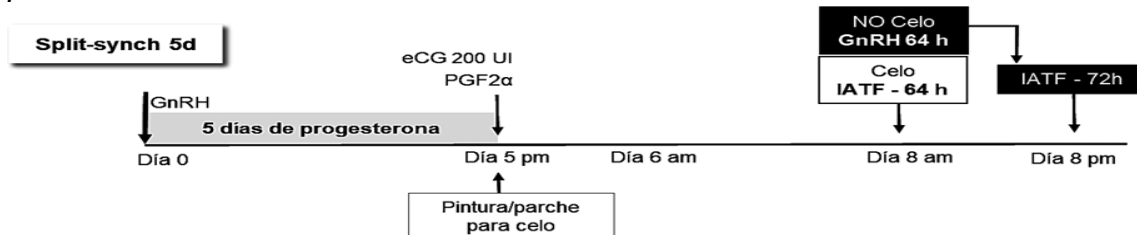
DIA 7: retirar dispositivo y aplicar 2 ml de sincrocio (pf2alta) y 2,5 ml de (ECG)

DIA 9. am: inseminar en caso de presentar celo y aplicar 2,5 ml (GNRH)

DIA 10. pm: realizar la inseminación artificial (Cuadro, 2022).

Ilustración 2

protocolo de sincronización sin estradiol.



Fuente (Cuadro, 2022).

Hormonas Presentes en la Leche

La leche bovina es un alimento rico en proteínas el cual se consume durante generaciones sin ocasionar ningún tipo de daño a la salud humana, esta contiene diferentes hormonas que son eyectadas por la ubre dependientes del estado reproductivo del semoviente que la produzca (Glauber, 2007).

estrógenos

son hormonas sexuales que se encuentran en la leche bovina en pequeñas cantidades. Estos estrógenos son producidos naturalmente por las vacas y pueden variar dependiendo de su ciclo reproductivo, normalmente están presentes en vacas que aún no están en gestación y aparece durante el periodo de estro, las fuentes exógenas de estrógenos tienen una excreción lenta a través de la leche (Glauber, 2007).

Progesterona

es otra hormona sexual que se encuentra en la leche bovina en cantidades muy bajas. Al igual que los estrógenos, la cantidad de progesterona puede variar

dependiendo del ciclo reproductivo de la vaca, esta se encuentra presente principalmente en vacas durante todo su estado de gestación (Glauber, 2007).

Somatotropina

también conocida como hormona del crecimiento, es una hormona producida por las vacas de forma natural. Algunos productores de leche pueden utilizar somatotropina bovina recombinante (rBST) para aumentar la producción de leche en las vacas. Sin embargo, su uso está regulado en algunos países debido a preocupaciones sobre posibles efectos en la salud humana y animal (Glauber, 2007).

Importancia de la Erradicación del Estradiol en los Protocolos

Los protocolos de IATF que utilizan comercialmente desde hace más de dos décadas en novillas y en vacas de carne, pero no los de las vacas lecheras en lactación, utilizan benzoato de estradiol (BE) al inicio de la sincronización para promover la emergencia de la nueva onda folicular (Nava, 2020), sin embargo recientemente la Unión Europea (UE) ha impuesto como exigencia que no se utilicen sales de estradiol en los programas reproductivos de los animales cuya carne y lácteos vayan a ser exportados con ese destino, aun cuando no existe evidencia científica que las sales de estradiol en las dosis que se utilizan en los protocolos de IATF puedan dejar residuos en el animal y puedan llegar a ser nocivas para los consumidores, las autoridades de muchos países han suspendido la venta y el uso de estrógenos para mantener el mercado de la UE (Resolución DGSG/N° 269/020) (Nava, 2020).

A partir de 2021 se ha anunciado que las sales de estradiol estarán prohibidas de forma definitiva en las ganaderías y la carne proveniente de animales que hayan

recibido al menos una dosis de sales de estradiol en su vida productiva no podrá destinarse a la UE. Aunque los estrógenos se van a poder continuar utilizando en animales cuya carne se destine a otros mercados, ante este nuevo escenario es necesario evaluar las alternativas de uso de protocolos de IATF que prescindan de estrógenos utilizando protocolos sin sales de estradiol y evaluando las alternativas a manejar en los programas de IATF (Nava, 2020).

Materiales y Métodos

Localización

El estudio fue realizado entre el 20 de febrero y el 14 de abril del 2024 en la finca el vergel, ubicada en el municipio de san José de la montaña, departamento de Antioquia. Este municipio limita al norte con el municipio de San Andrés de Cuerquia, al este con santa rosa de osos, al sur con el municipio de Belmira y Liborina. La temperatura promedio es de 16° C, A una altura de 2579 metros sobre el nivel de mar y una humedad relativa del 72%.

Tamaño de la Muestra y Selección de Animales

Se utilizaron 12 vacas, 4 de raza Jersey 8 de raza Holstein, de distintas edades, con una condición corporal entre 3,0 y 3.5 en escala de 5. previo al estudio se realizó un examen físico de todos los animales y se certificó que se encontraban libres de patologías reproductivas (quistes, metritis, entre otras), adicionalmente se verifico que tuvieran actividad ovárica mediante ecografía (presencia de folículos o cuerpos lúteos) al momento de iniciar el protocolo. Todos los animales fueron sometidos al siguiente protocolo el mismo día después del ordeño de la mañana.

Protocolo de IATF Sin Estradiol

DIA 0

- implantación de dispositivo intravaginal de progesterona al 0,6% vía intravaginal.
- Administración de 2,5 ml equivalentes a 0,010 mg de acetato de buserelina (butrofina[®]) vía IM.

DIA 8

- Se retira el dispositivo intravaginal.
- Se aplica una dosis de Pgf2 α (sincrocio[®]) 2 ml equivalentes a 0,0053 mg. vía IM, y 2,5 ml de Gonadotropina coriónica equina (sincro ECG[®]) equivalentes a 50 UI. vía IM.

Día 9

- Se realiza la aplicación de butrofina (GNRH) 2,5 ml vía IM.

Día 10

- Se realiza la inseminación.

Evaluación de la Sincronización

Para la detección de celo se utilizó un parche (imagen 5) detector de monta (KaMar®), para determinar cuales estaban permitiendo la monta y mediante la observación de signos en el potrero y los patios de espera como:

- Disminución de la producción.
- Olfatear genitales de otras vacas.
- Intentan montar otras vacas y permiten la monta.
- Descarga Vaginal Mucosa trasparente.
- Nerviosismo e incremento de actividad
- Borrado de la tiza en la base de la cola.

Evaluación Gestacional

Se evaluó la tasa de concepción mediante la verificación gestacional a los 30 días pos-servicio mediante ecografía transrectal.

Resultados

De las 12 vacas evaluadas 2 son de la raza jersey y 8 de la raza Holstein las cuales se encuentran realizando su tercera lactancia y con una condición corporal de entre 3.2 y 3.5 en escala de 5, la raza Holstein tuvo una producción promedio de 27 litros/día, mientras que la raza jersey tuvo una producción de 23 litros/día. A todas las vacas se les instauró el mismo protocolo el mismo día.

Tabla 2

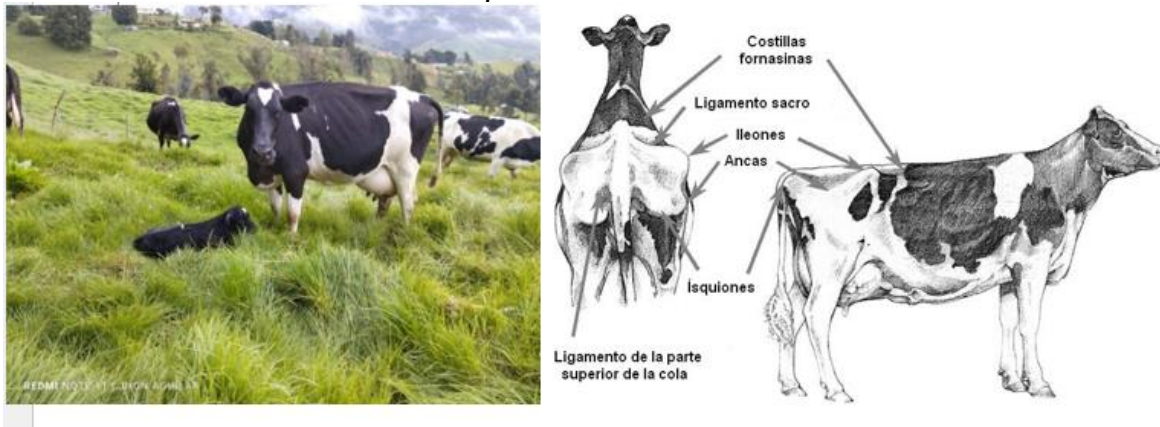
Descripción de la población de acuerdo con la raza, partos promedio, condición corporal promedio y promedio de producción.

	Jersey	Holstein
Raza	2	8
Partos promedio	3	3
Condición corporal	3.2	3.5
Promedio producción	23 litros/día	27 litros/día

Fuente (*propia*).

Ilustración 3

puntos de referencia en la condición corporal



Fuente (Lents, 2008)

Al evaluar la presentación de celo posterior a la sincronización se encontró que el 75% (9/12) tuvieron presentación de celo, de las cuales el 33% (3/9) correspondieron a la raza Jersey y el 67% (6/9) restantes fueron de raza Holstein. El 17% (2/12) presentaron el celo a las 8 horas posterior al retiro del dispositivo. El 25% (3/12) de las vacas no presentaron signos etológicos de celo, pero si presentaron flujo vaginal (tabla 3).

Tabla 3

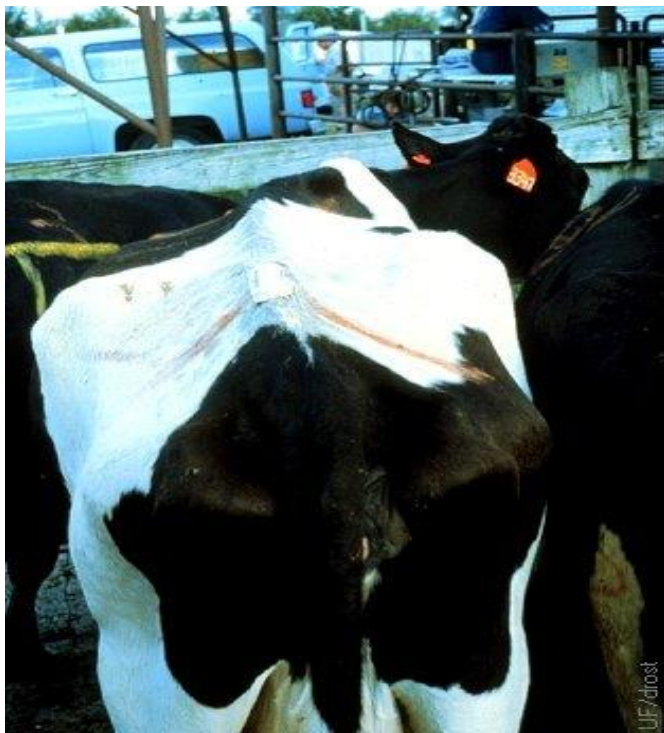
Evaluación de presentación de celos.

Presentación de celo	Holstein	Jersey	Frecuencia relativa
8 h pos-retiro dispositivo	2	0	17
Signos etológicos de celo	4	3	58
No signos de celo	2	1	25

Fuente (propia).

Ilustración 4

Vaca con parche indicador de celo a nivel del anca



Fuente (Murray, 2021).

Todas las vacas evaluadas presentaron signos de estro, sin embargo, solo el 50% (6/12) presentaron todos los signos etológicos y fisiológicos evaluados, un 25% (3/12) presentaron pocos signos etológicos, y el 25% (3/12). restante solo presento descarga vaginal mucoide trasparente.

Tabla 4*Evaluación de presentación de signos de celo.*

	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Todos los signos (6)	6	50%
2-3 signos	3	25%
solo 1 signo	3	25%

Fuente (propia).

La tasa de concepción a los 30 días fue del 67% (8/12) de las cuales el 37% (3/8) fueron de raza Jersey y el 63% (5/8) fueron de raza Holstein.

Tabla 5*Evaluación de preñez.*

	Servidas	Gestantes	Vacías
Holstein	8	5	3
Jersey	4	3	1
Total	12	8	4

Fuente (propia)

Ilustración 4

Chequeo reproductivo con ecografía



Fuente (propia).

Discusión

Desde hace tiempo, se han llevado a cabo estudios sobre diferentes protocolos de IATF con el propósito de mejorar las tasas de preñez. Estos estudios han probado varios inductores de ovulación para encontrar la opción más efectiva. Sin embargo, más allá del tipo de inductor que se utilice, es fundamental tener en cuenta varios factores importantes como la raza de los animales, el clima, la nutrición y la calidad del semen, entre otros. Estos elementos pueden influir significativamente en los resultados y en el éxito de los protocolos de inseminación (Toro, 2020).

Dentro de los ciclos reproductivos naturales los principales indicadores de estro en la especie bovina incluyen el intento de monta y la receptividad a la misma, además de la dilatación cervical (Valencia, 2008), siendo estos signos evidentes en este estudio con los protocolos de IATF utilizados, siendo incluso más alta respecto a lo reportado previamente para protocolos sin estradiol a base de GNRH (Quito & Tintín, 2019). Aunque un pequeño porcentaje de las hembras no presento monta a pesar de estar en celo estos hallazgos sugieren que el uso de estrógenos no fueron un factor determinante para la expresión de estro en la población de estudio

Al evaluar las tasas de preñez a los 45 días en este estudio fue ligeramente superior a lo reportado para vacas de raza Holstein con protocolos de IATF sin el uso de estradiol. (Bórges, Cutaia, & Souza, 2009). Al comparar los resultados con estudios realizados en novillas Holstein de 14 a 16 meses utilizando benzoato de estradiol (BE), las tasas de gestación fueron similares. Es importante tener en cuenta que este estudio

se realizó con una muestra relativamente pequeña, lo que puede influir en los resultados, además de haber una influencia generada por el tipo de toro utilizado para la inseminación, ya que algunas razas pueden ofrecer mejores resultados que otras (Biondini, Zangrilli, & Callejas, 2011)., también es necesario considerar otros factores que pueden influir en la tasa de concepción, como el proceso adecuado de inseminación y las habilidades del operario. (Torres, Castro, & Magaña Monforte, 2010). Es necesario entender que la tasa de preñez no es un aspecto aislado, sino que refleja el manejo y el cuidado que se le brinda a los animales antes, durante y después del servicio.

En este estudio el resultado del protocolo de IATF valorado por la tasa de concepción obtenida puede considerarse eficiente y rentable, ya que, en la región del norte de Antioquia, donde se realizó este estudio (una zona de trópico alto), se reporta que la tasa de preñez promedio es del 58% (Burrow, 2012).

En resumen, los resultados de nuestro estudio no mostraron diferencias importantes en las tasas de preñez al comparar los dos tratamientos principales: benzoato de estradiol y GnRH. Ambos dieron resultados bastante parecidos a los reportados en la literatura. Esto sugiere que, en este caso, no hay una ventaja clara entre los dos métodos en cuanto a las tasas de preñez.

Conclusión

El protocolo de sincronización sin estradiol usado en este estudio permitió obtener resultados similares a aquellos obtenidos en protocolos con estradiol, lo que constituye una alternativa para explorar y poder tener productos de origen animal sin residuos de estradiol, disminuyendo su impacto en la salud pública.

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. *publimed*, 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*, 9.
- Acuña, & Victor. (2006). reproducción animal. *reproduccion animal*.
- Agudelo, J. I. (2008). *MANUAL DE PRODUCCIÓN BOVINA*. CHILE .
- Agustín, & Henry. (2021). Eventos reproductivos de la hembra y el macho.
- Bavera. (2004). protocolos de IATF en vacas lecheras.
- Biondini, Zangrilli, & Callejas, S. (2011). Efectos de la sal de estradiol y de la duración del tratamiento con. *Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)*, 3.
- Bórges, G. A., Cutaia, L. E., & Souza, A. H. (2009). ACTUALIZACIÓN SOBRE PROTOCOLOS DE IATF EN BOVINOS DE LECHE UTILIZANDO DISPOSITIVOS CON PROGESTERONA. - *Instituto de Reproducción Animal Córdoba*.
- 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*, 6.
- Burrow, H. M. (2012). mportance of adaptation and genotype × environment interactions in tropical beef breeding systems. *animal*, 11.

- Callejas, S., Ochionero, P., & González Chaves, S. (2008). Efecto de la permanencia de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la eficiencia sobre reproductiva de vaquillonas. *investigación veterinaria*, 10. [/https://www.redalyc.org/pdf/1791/179114155004.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1791/179114155004.pdf)
- Campaña Campaña, A. M. (2019). IATF en base a progesterona, con dos diferentes fuentes de estrógenos en hembras bovinas de biotipo lechero. *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. DOI:10.22201/fmvz.9786070286902e.2016
- Cruz, R. E. (1995). *Revista Argentina de Producción Animal*.
- Cuadro, C. G.–O. (2022). Alternativas al uso de estradiol en programas de IATF en bovinos de carne. *Alternativas al uso de estradiol en programas de IATF en bovinos de carne*.
- Cutaia, L. E. (2005). PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL ATIEMPO FIJO: ANÁLISIS DE COSTOS E IMPLEMENTACIÓN . *Sitio Argentino de Producción Animal*, 10.
- de Araújo Andrade, B. H., Ferraz, P. A., Rodrigues, A. S., Loiola, M. V., Chalhoub, M., & De Lisboa Ribeiro Filho, A. (2012). Eficiência 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*, 4.
- De Jarnette, M., & Nebel, R. (2006). Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 6.

- Esquel, R. &. (2012). inseminación artificial a termino fijo.
- Ferguson, S. D. (1993). *Reproductive programs in dairy herds.*, 161-178.
- Galina Hidalgo, C. (2008). *REPRODUCCIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS 3A ED.*
limusa .
- Gazque, R. G. (2008). *Enclíclopedia bovina.* Mexico.
- Ghezzi, M. (2011). *Anatomía regional y veterinaria de.* Argentina.
- Glauber, C. E. (2007). fisiología de la lactancia en vacas. *fisiología de la lactancia en vacas.*
- Globe, H. (2000). *Anatomía aplicada al Bovino.* Costa Rica : Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.
<https://books.google.com.co/books?id=MeU2Ru8k1qoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Goitia. (2000). ventajas de la iatf en ganaderia. *ventajas de la iatef en ganaderia.*
- Goitia, O., S.O., L., I.F., M., & C.J., V. A. (2000). PROGRAMA DE INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO. *Centro Biotecnológico de Reproducción Bovina, 7.*
- Gonzales, K. (2018). ciclo estral de la vaca. *ciclo estral de la vaca.*
- Hafez. (2002). *presentacion de celo en protocolos de IATF.*
- Hafez B, H. E. (2006). *Reproducción e inseminación artificial en animales.* mexico: Nueva Editorial Interamericana.
- Henle, G. (2009). CICLO EsTRAI: Fisiología básica y Estrategias PARA MEJORAR IA dETECción dE CEIOs. *CICIO EsTRAI: Fisiología básica y Estrategias PARA MEJORAR IA dETECción dE CEIOs.*

- 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 ESTRAL BOVINO. REGULACIÓN NEUROENDOCRINA. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 6.
- Lents, C. R. (2008). . Influence of nutrient intake and body.
- Lopez, H. (2013). Estrategias para incrementar la eficiencia reproductiva del hato lechero. *ABS Global*.
- Lucy, S. B. (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Animal Science*. 70:361-362.
- 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* , 3.
- Mahecha, I., Gallego, L. A., & Francisco, P. (2002). situacion actual de la ganaderia en colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad.
- 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*, 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*, 72.
- Miguel, R., & Inta, E. (2012). *inseminacion artificial a termino fijo*.
- 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 ©.
- Nava, g. (2020). REPORTE SOBRE LA INCONVENIENCIA DE RESTRINGIR EL USO DE BENZOATO DE ESTRADIOL EN PROGRAMAS DE IATF EN URUGUAY. *REPORTE SOBRE LA INCONVENIENCIA DE RESTRINGIR EL USO DE BENZOATO DE ESTRADIOL EN PROGRAMAS DE IATF EN URUGUAY*. https://academiadeveterinaria.uy/wp-content/uploads/2020/06/ROU_Estradiol_Informe-De-Nava-2020.pdf
- Odde, K. (1990). Una revisión de la sincronización del estro en ganado posparto. *Animal Science Journal*, 3.
- Peralta, & Torres, A. L. (2010). protocolos de sincronizacion con CIDR en novillas y vacas bos indicus. *protocolos de sincronizacion con CIDR en novillas y vacas bos indicus*.
- 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*, 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. *UNIVERSIDAD DE CUENCA*, 19.
- 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 .

<https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/acc0f23a-ee80-4d20-b627-29aa44d78fa5/content>

Raso, M., & Esquel, I. (2012). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo. *ganaderia*, 4.

Salverson, R., & George, P. (2004). El ciclo estral bovino. *El ciclo estral bovino*.

Toro, D. (2020). COMPARACIÓN DE DOS INDUCTORES DE LA OVULACIÓN EN UN PROGRAMA DE IATF CON SEMEN SEXADO EN GANADERIA DE CEBA. Bucaramanga. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/915e6ce6-a925-4f54-bb58-0688219eb7e2/full>

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* , 3.

Torres, P., Castro, C., & Magaña Monforte. (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*, 4.

Valencia, G. C. (2008). reproducción de los animales domésticos tomo 2. *animales domesticos*.

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, Antioquia.

Veterinarias, L. d. (2005). FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO . *Sitio Argentino de Producción Animal*.

VICTOR, A. (2006). REPRODUCCION ANIMAL. *REPRODUCCION ANIMAL*.

Walto, R. E. (2012). Manual de inseminación artificial. *American Breeders Service (ABS)*.