

Validación de un protocolo de sincronización de celo, con Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en ganado doble propósito en la hacienda Surrambay, Chigorodó, Colombia

Arsenio Josué Aguilar Sánchez

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Validación de un protocolo de sincronización de celo, con Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en ganado doble propósito en la hacienda Surrambay, Chigorodó, Colombia

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Arsenio Josué Aguilar Sánchez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Validación de un protocolo de sincronización de celo, con Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en ganado doble propósito en la hacienda Surrabay, Chigorodó, Colombia

Arsenio Josué Aguilar Sánchez

Resumen: El anestro posparto genera un impacto negativo en los parámetros reproductivos y en la economía de los hatos ganaderos. El objetivo de este estudio fue validar la IATF mediante la sincronización de celos con Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en comparación con la IA convencional, en la hacienda Surrabay de ganado doble propósito en Colombia. Se comparó celos sincronizados con IATF y IA con celo natural. Se utilizaron 177 vientres con ternero al lado de razas Brahman gris, Brahman rojo y cruces con *Bos taurus*; los cuales fueron palpados vacíos y detectados con anestro posparto. Se realizaron tres rondas de IATF en cuarto lotes, dos IATF en dos lotes y una IATF para dos lotes, respectivamente. El protocolo utilizado fue: al día cero se colocó el implante (DIB- PRIX[®]) de tres usos y 2 mg de Benzoato de Estradiol, al día ocho se retiró el implante y aplicó 300 UI de (eCG) de SincroeCG[®] más 1 mg de Cipionato de estradiol (SincroCP[®]) con 1.5 mg de Cloprostenol (Prostal[®]) y se utilizó inseminación artificial a tiempo fijo al día 10. Los resultados muestran una preñez (PP) de 44.1 en IATF y 56.1% en celos naturales, respectivamente. Sin embargo, la fertilidad observada fue de 27.0 y 42.0% para IATF y celos naturales, respectivamente. Aun con menor fertilidad, el uso de IATF redujo el número de días abiertos (50.2 días). La aplicación del protocolo logró generar un 13.8% más de preñez, impactó positivamente el manejo económico de la ganadería.

Palabras clave: Destete temporal, eficiencia reproductiva, fertilidad, manejo hormonal.

Abstract: Postpartum anestrus generates a negative impact on the reproductive parameters and in the economic balance of livestock herds. The objective of this paper is to validate the IATF through the synchronization of jealousy with artificial insemination at fixed time comparing with the conventional IA in the hacienda Surrabay a dual-purpose cattle farm in Colombia. Comparing jealousy synchronization with IATF and the IA of natural jealousy. An total of 177 empty lactating bellies were used with a genetic composition based on gray Brahman, red Brahman and crosses with *Bos taurus*, which were empty palpated and presented postpartum anestrus. There were made three rounds of IATF with four batches, two IATF in two batches and one IATF for two batches, respectively. The protocol used was: on day zero three-usage implant (DIB-PRIX[®]) was placed and 2 mg of Estradiol Benzoate was applied, on day eight the implant was removed and 300 UI of (eCG) from SincroeCG[®] was applied plus 1 mg of SincroCP[®] Estradiol Cypionate, 1.5 mg of Cloprostenol from Prostal[®] and artificial insemination at fixed time on day 10 was used. The results showed pregnancy (PP) of 44.1 and 56.1%, respectively. However, the observed fertility was 27.0 and 42.0% for IATF and natural estrous respectively. Even with less fertility, the IATF reduced the number of open days to 50.2 days. The application of the protocol managed to generate 13.8% more pregnancies, positively impacts the economic management of livestock.

Key words: Fertility, hormonal management, reproductive efficiency, temporary weaning.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	14
5. RECOMENDACIONES.....	15
6. LITERATURA CITADA	16
7. ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Composición racial y distribución de los lotes.....	4
2. Productos utilizados en la investigación.....	5
3. Cronograma del protocolo de sincronización.....	6
4. Condición corporal, Intervalo parto concepción, Intervalo entre parto histórico y esperado para los grupos Brahman puro y cruce <i>Bos indicus</i> × <i>Bos taurus</i>	8
5. Número de rondas IATF realizadas y parámetro reproductivos obtenidos en Brahman gris, Brahman rojo, cruce <i>Bos indicus</i> × <i>Bos taurus</i> (F1), <i>Bos indicus</i> y cruce <i>Bos indicus</i>	9
6. Distribución de los servicios realizados en el 2017 en un lote de 82 vacas durante un período de 98 días.....	9
7. Valores medios del Intervalo entre parto esperado para el grupo de vientres sometidos a tres, dos y una ronda IATF durante 2018.	10
8. Valores medios del Intervalo parto concepción de acuerdo al lote durante el 2017 y 2018.	10
9. Comparación de la efectividad de la IATF (2018) e IA convencional (2017).	11
10. Costo (USD) y dosis (mL) de los productos utilizados en el protocolo.	12
11. Costo del protocolo de IATF y costo por vaca preñada (USD).	13

Figura	Página
1. Esquema del protocolo de sincronización de celo e IATF.	4

Anexos	Página
1. Descripción de la lista de abreviaturas.	18
2. Descripción de la composición y vía de aplicación de cada producto.	19

1. INTRODUCCIÓN

El sector ganadero en Colombia es parte importante en la economía del país, ya que el sector agropecuario contribuye aproximadamente con el 8.5% del PIB nacional. Así mismo, la ganadería participa con el 1.6, el 20 y el 53% sobre el crecimiento nacional, el sector agropecuario y el sector pecuario, respectivamente. Frente a otros sectores de la economía agrícola, la producción de la ganadería colombiana dobla y triplica a otros sectores, como el avícola, el cafetero y el floricultor. Adicionalmente, contribuye a la generación de empleo en más del 25% del total de puestos de trabajo generados en el sector agrícola y aproximadamente el 7% sobre el empleo total de la economía colombiana (Profesionales de Bolsa S.A. 2011).

Pese a ser uno de los sectores pecuarios más importantes, esto, debido a la economía globalizada actual y a los drásticos cambios climáticos. Está pasando por un momento coyuntural, las razones son múltiples entre las cuales se encuentran el poco apoyo gubernamental, el bajo índice de investigación, la baja disponibilidad de forrajes, alto número de praderas deterioradas, cambios climáticos severos, bajos precios de venta, altos costos de producción, alto valor de insumos agropecuarios, aumento en el valor de materias primas, el ingreso a la nación de productos del sector a un precio muy por debajo del nacional, el nivel educativo de los productores, el enfoque productivo de los mismos, la economía de auto sustento entre otros; son algunos de los factores que afectan el sector ganadero de Colombia, convirtiéndolo en un sector con poco desarrollo de procesos productivos e innovación tecnológica (FEDEGAN 2015).

El sector ganadero busca mejorar la productividad de carne, leche y rusticidad, por medio de los cruzamientos, lo que ha conllevado al deterioro de las líneas raciales, repercutiendo en la disminución de calidad y cantidad de producción, e influyendo directamente en la rentabilidad. Actualmente los adelantos biotecnológicos proponen mejorar los niveles productivos de una empresa ganadera, a partir de la Inseminación Artificial (IA) y la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), donde se está manejando e introduciendo el mejoramiento genético, prácticas que incrementan el valor productivo y reproductivo de los bovinos, haciendo rentable el negocio ganadero y mejorando la competitividad del sector (Marizancén y Artunduaga 2017).

El método de reproducción más eficiente sin ninguna duda, es la inseminación artificial, ya que permite el mejoramiento genético de los hatos ganaderos en una forma rápida y eficaz, sin embargo, en explotaciones extensivas y con índices reproductivos bajos como prevalecen en el trópico, su implementación resulta ser muy complicada y en ocasiones

imposible. Además, los operarios o el personal a cargo de la labor de la detección de celosno dedican el suficiente tiempo para estar seguros de los síntomas de las vacas y así tener un registro del momento oportuno en que se deben inseminar (Saldarriaga 2009).

La incorporación de las técnicas de inseminación artificial y transferencia embrionaria (en ambos casos a tiempo fijo) y la aplicación de herramientas de sincronización y re sincronización de celos, han demostrado ser capaces de aumentar la cantidad de terneros nacidos, incrementando la productividad y rentabilidad de las explotaciones ganaderas. Además, el empleo de semen y embriones de alta calidad involucra el avance genético de los rodeos. Se resalta que tales beneficios biotecnológicos requieren un adecuado control del rodeo, incluyendo la identificación de los vientres y la correcta ejecución de los procedimientos reproductivos, sanitarios y nutricionales (Baruselli *et al.* 2015).

El uso de la sincronización de celos para la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) actualmente se está convirtiendo en una herramienta útil, permitiendo tener mejores tasas de preñez. Esto se logra con el uso de métodos de sincronización con dispositivo intravaginales que al momento de ser retirados, estimulan el momento de la ovulación y así, se puede realizar el servicio de inseminación sin necesidad de esperar la presentación de celo, si este no se da (Phillips *et al.* 2010). En un estudio previo mencionan que el tiempo de ovulación ocurre entre las 48 y 54 horas pos retiro del dispositivo intravaginal (Butler *et al.* 2012), lo que concuerda a lo encontrado por (Cutaia *et al.* 2003 a) que aunque no encontraron diferencias significativas las tendencias numéricas indican que el momento adecuado de realizar la inseminación artificial a tiempo fijo es a las 54 horas pos retiro del dispositivo.

Para obtener mejores resultados en un programa de sincronización de celos es necesario realizar un protocolo donde involucre conocer la fisiología del bovino; por lo tanto, se coloca el dispositivo intravaginal con liberación de progesterona es necesario preparar la función ovárica por medio del estímulo al crecimiento de las ondas foliculares, logrando con la aplicación de Benzoato de Estradiol al momento de colocar el implante y después de retirarlo. También, es necesario mantener folículos de buena calidad lo que se logra mediante la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) (Cutaia *et al.* 2003 b).

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la validación de la IATF mediante la sincronización de celos en la hacienda Surrambay de ganado doble propósito en Colombia. La implementación de estas técnicas en la hacienda será un ejemplo para los demás ganaderos de la zona y de esa forma puede contribuir con el mejoramiento genético de las mismas. Los objetivos del estudio fueron:

- Evaluar un protocolo de sincronización para la ovulación y realización de inseminación artificial a tiempo fijo, en ganado doble propósito en la hacienda Surrambay, Chigorodó, Colombia.
- Determinar la fertilidad y el porcentaje de preñez en los diferentes métodos.

2. METODOLOGÍA

Ubicación del estudio.

La investigación se realizó entre febrero y junio de 2018, en la hacienda Surrabay con ganadería doble propósito, ubicada en el km 40 en Chigorodó – Mutatá Colombia; con una temperatura y precipitación promedio anual 32 °C y 4000 mm/año. Dicha propiedad se encuentra a una altura de 75 msnm y una humedad relativa de 80%, el tipo de explotación es una ganadería de cría para sustituir ganaderías de ceba.

Criterios de inclusión para la evacuación de los animales.

En base a la condición corporal ≥ 2.5 y ≤ 4 en la escala de 1 a 5, que cuenten con 60 días posparto, una edad promedio de 2 a 10 años y no haber tenido ningún tipo de enfermedad o anomalía durante el parto y/o periodo de recuperación posparto del tracto reproductor.

La elección de los vientres a incluir se realizó mediante la evaluación de su sistema reproductor por medio de una palpación rectal, en donde el médico veterinario los calificó como aptos o no aptos considerando el estado anatómico o fisiológico y la salud de la misma.

Se seleccionó un grupo de 177 animales (vientres paridos) entre 57 y 144 días, sometidos a un programa de IATF, los cuales se trabajaron en el primer semestre del año 2018. Todas las vacas fueron manejadas en Pastoreo Rotacional Intensivo (PRI) con pastura Panameña (*Ischaemum indicum*). Además, se les suministró sal mineral y agua *ad libitum*. Descripción de la lista de abreviaturas (Anexo 1).

Los vientres seleccionados se dividieron en ocho lotes con tamaño de 9 a 30 vientres cada uno y se conformaron grupos por composición raciales: Brahman gris, Brahman rojo, ganados cruzados (*Bos indicus* × *Bos tauros*), ganado encastado (*Bos indicus*) y (*Bos indicus*) (Cuadro 1).

Los 177 vientres se dividieron a partir del lote A al H, los atos para los lotes A-D, E-F y G-H, fueron recopilados de acuerdo al número de rondas de IATF las cuales fueron de tres, dos y una ronda IATF respectivamente.

Cuadro 1. Composición racial y distribución de los lotes.

Lote	n	Raza	Cruzadas	CC	% IPCh (días)	% IEPh (días)
A	23	Brahman gris		2.9	171.1 ± 87.7	456.1 ± 87.7
B	23	Brahman rojo		2.8	151.8 ± 39.3	436.8 ± 39.3
C	22		B.i × B.t	2.6	181.4 ± 86.4	466.4 ± 86.4
D	24		B.i × B.t	2.8	194.1 ± 79.3	479.1 ± 79.3
E	9	Brahman gris		2.8	152.7 ± 51.8	437.7 ± 51.8
F	18	Brahman rojo		2.5	145.6 ± 54.6	430.6 ± 54.6
G	28		B.i × B.i	2.9	187.9 ± 54.8	472.9 ± 54.8
H	30	B.i		2.7	166.1 ± 95.1	451.1 ± 95.1

n: número de animales; **IPCh**: Intervalo Parto Concepción histórico; **IEPh**: Intervalo Entre Parto histórico; **CC**: Condición Corporal; **B.i**: *Bos indicus*; **B.t**: *Bos taurus*.

Protocolo de sincronización de celo e IATF.

Se utilizó un solo protocolo de sincronización de celo e IATF (Figura 1). Descripción de la composición y vía de aplicación de cada producto según el criterio del médico veterinario (Anexo 2). Los productos fueron:



DIB-PRIX^{®1}: Dispositivo Intravaginal Bovino.

BE²: Benzoato de estradiol.

eCG³: Gonadotropina coriónica equina.

ECP⁴: Cipionato de Estradiol

PGF₂α⁵: Prostaglandina.

IATF⁶: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.

Figura 1. Esquema del protocolo de sincronización de celo e IATF.

Procedimiento.

Los vientres seleccionados fueron sometidos al protocolo de sincronización, al día 0 se le colocó el dispositivo intravaginal bovino (DIB- PRIX[®]) de tres usos tomando este como el día cero, todos los productos hormonales usados (Cuadro 2) se aplicaron por vía intramuscular profunda con agujas calibre 18 × 1½ pulgadas, según el protocolo de sincronización. Los vientres fueron agrupados durante el periodo de tiempo comprendido

de 48 horas después de retirado el DIB para sincronizar celo, estos fueron sometidos a inseminación artificial a tiempo fijo, los vientres vacíos fueron re sincronizadas el mismo día de la palpación hasta completar tres IATF, luego de pasar por la tercera IATF, los animales no preñados pasan a monta natural 15 días después de la última inseminación, por un periodo de 60 días.

Al día 8 del protocolo las crías fueron apartadas por 48 horas de las madres (destete temporal), y se volvieron a reencontrar el día de la inseminación, con el fin de bajar los niveles de prolactina que tiene un efecto negativo, sobre las hormonas de la reproducción. Luego de esto los vaqueros regresaron las vacas a sus potreros, las crías quedaron en el corral con suplementación alimenticia para terneros.

Las inseminaciones fueron realizadas por el médico veterinario a fin de eliminar la variabilidad y el efecto del inseminador. El semen que se utilizó fue proveniente de un semental importado por la propia hacienda y su calidad biológica (concentración y vitalidad) verificada en el Laboratorio de Reproducción Animal de Medellín.

Cuadro 2. Productos utilizados en la investigación.

Producto	Principio activo	Función	Dosis
DIB-(PRIX [®])	Progesterona 1g	Progesterona	1.0 Implante
Desinfectante de equipo DIB	Glutaraldehido	Solución desinfectante	100 ml/20 L de agua
SincroCP [®]	Cipionato de Estradiol	Estrógeno	1.0 mL
Prostal [®] -Over	Cloprostenol	Análogo a PGF ₂ α	2.0 mL
Estradiol multisitios-Over	Benzoato de Estradiol	Estrógeno	2.0 mL
SincroCG [®] -Ourofino	Gonadotropina coriónica equina	Acción dual (FSH/LH)	1.5 mL

mL: mililitro; **L:** litros.

Para los usos dos y tres de los implantes se lavarón con agua potable y desinfectados sumergiéndolos en una solución de agua + solución a base de glutaraldehido y cloruro de dimetilbencilamonio por 10 minutos, se dejaron secar al aire libre y se colocaron nuevamente en sus empaques, luego estos fueron reutilizados para reimplantar las vacas, 38 días para la segunda re sincronizada y 40 días para la tercera después de la inseminación (día 10 y día 58), para acompañar con progesterona el nuevo ciclo estrol, en vientres que no quedaron preñados en el primer servicio y segundo servicio para ayudar a mantener la preñez en los vientres que hayan sido preñadas. Estos implantes se retiraron 8 días después de reimplantadas la segunda y tercera re sincronizada, el diagnóstico de preñez se realizó por medio de palpación rectal y ecografía a los 50 días para la segunda re sincronización (día 98) y 48 días para la tercera (día 146) después de la inseminación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cronograma del protocolo de sincronización.

Uso 1			Uso 2			Uso 3			Toro
Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día
0	8	10	48	56	58	98	106	108	146
	R. DIB [®]			R. DIB [®]			R. DIB [®]		
C. DIB [®]	eCG	IATF	C. DIB [®]	eCG	IATF	C. DIB [®]	eCG	IATF	V.M.N
BE	ECP PGF _{2α}		BE	ECP PGF _{2α}		BE	ECP PGF _{2α}		

PGF_{2α}: Prostaglandina F2 alfa; **BE**: Benzoato de Estradiol; **R. DIB**: Retiro Dispositivo Intravaginal Bovino; **C. DIB**: Colocar Dispositivo Intravaginal Bovino; **ECP**: Cipionato de Estradiol; **eCG**: Gonadotropina Coriónica Equina; **IATF**: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo; **V.M.N**: Vacía a Monta Natural.

Toma de datos.

El tipo de datos analizados fue cuantitativo, los cuales fueron recolectados por la persona encargada de analizar la información, que en este caso fue el médico veterinario de la hacienda. Recolectó los datos en campo en cada ocasión que se le aplicó el protocolo de IATF a cada lote del estudio, posterior a esto se pasó al “Software” Ganadero de la hacienda. Luego de recolectar los datos, los envió a través de correo electrónico al ejecutor de la tesis.

Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), para la comparación de IEPH y IEPe se usó una prueba t-TEST, un análisis de varianza con una prueba de media (LSD) para realizar las separaciones de medias en los cuatro primeros lotes; utilizando los lotes como bloques. Así mismo como tratamientos las razas y/o cruces. Esto se realizó con ayuda del programa de análisis estadístico denominado “Statistical Analysis System” (SAS[®], versión 9.4). Además, se usó estadística descriptiva no paramétrica por lo cual se usó el programa Excel. Se analizaron las siguientes variables: Intervalo Entre Parto histórico (IEPh), Intervalo Entre Parto esperado (IEPe), Intervalo Parto Concepción (IPC), Número de Servicios por Vaca Preñada (NSVP) y Porcentaje de Preñez (PP).

Variables medidas. Los parámetros medidos fueron:

Intervalo entre partos esperado (IEPe). Es la sumatoria del intervalo de días abiertos más 285 días, es la duración promedio de la gestación (González Stagnaro 2001).

Intervalo de parto concepción (IPC). Cantidad de días transcurridos después del parto hasta el momento de la concepción (González Stagnaro 2001).

Número de servicios por vaca preñada (NSVP). Número de inseminaciones que se necesitan para que la vaca quede gestante. Es la suma de los servicios realizados en las vacas que resultaron preñadas entre la cantidad de vacas confirmadas preñadas en un periodo (González Stagnaro 2001).

Porcentaje de Preñez (PP). Total de vacas que resulta preñadas indistintamente del número de servicios/ total de vacas servidas indistintamente del número de servicios $\times 100$.

Costo del protocolo de IATF y por vaca preñada (USD). El costo incurrido al comprar los fármacos del protocolo por vaca tratada y el impacto total en los costos por vaca preñada sumado el costo de todas las pajuelas utilizadas para preñar una vaca.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de finalizado el estudio, se evaluaron las vacas preñadas de los cuatro primeros lotes sometidos a tres rondas IATF, estos resultados son inferiores a los establecidos por Hincapié *et al.* (2008) quienes reportan que arriba de 425 días de intervalo entre parto se considera un valor problema (Cuadro 4). Se realizaron un total de 289 servicios en un total de 177 vientres incorporados al tratamiento hormonal, para un resultado de 78 vacas preñadas en los 8 lotes seleccionados.

El estudio no tiene en cuenta la última re sincronización para los lotes E-F, y a su vez la segunda re sincronización para los vientres que conforman los lotes G-H (Cuadro 5). En el mismo periodo de tiempo para el año pasado en un grupo de 267 vientres se realizaron 100 servicios en un total de 82 vientres con IA convencional, para lograr un total de 42 vacas preñadas (Cuadro 6).

Cuadro 4. Condición corporal, Intervalo parto concepción, Intervalo entre parto histórico y esperado para los grupos Brahman puro y cruce *Bos indicus* × *Bos taurus*.

	n Br	n Bx	Brahman	Cruces (F1)	P
CC	26	19	2.9 ± 0.2 a	2.8 ± 0.2 b	<0.0452
IPC (días)	26	19	109.9 ± 31.3 a	131.6 ± 34.6 b	<0.0368
IEPh (días)	26	19	451.1 ± 73.7 a	488.4 ± 90.0 b	=0.01426
IEPe (días)	26	19	394.9 ± 31.3 a	416.6 ± 34.6 b	<0.0368

a y b = Valores en la misma fila con distinta letra difieren entre sí (P<0.05); **CC**: Condición Corporal; **IPC**: Intervalo Parto Concepción; **IEPh**: Intervalo Entre Parto histórico; **IEPe**: Intervalo Entre Parto esperado; **P**= Probabilidad; **n Br**: número de Brahman; **n Bx**: número de *Bos indicus* × *Bos taurus*.

Cuadro 5. Número de rondas IATF realizadas y parámetros reproductivos obtenidos en Brahman gris, Brahman rojo, cruce *Bos indicus* × *Bos taurus* (F1), *Bos indicus* y cruce *Bos indicus*.

IATF aplicadas	Lote	Raza	Total	P	S/L	NSVP	PPA	CC	IEPe (días)	IEPh (días)	RIEP (días)
3	A	Br.g	23	13	48	3.6	56.5	2.9	400.1	456.1	56.0
	B	Br.r	23	13	48	3.9	56.5	2.8	389.6	436.8	47.2
	C	F1	22	7	47	6.7	31.8	2.6	429.6	466.4	36.8
	D	F1	24	14	49	3.5	58.3	2.8	412.1	479.1	67.0
2	E	Br.g	9	6	11	1.8	66.6	2.8	379.0	437.6	58.6
	F	Br.r	18	8	28	3.5	44.4	2.5	403.6	430.6	27.0
1	G	F1*	28	14	28	2.0	50.0	2.9	428.4	472.9	44.5
	H	B.i	30	3	30	10.0	10.0	2.6	394.0	451.1	57.1

Br.g: Brahman gris; **Br.r:** Brahman rojo; **F1:** cruce *Bos indicus* × *Bos taurus*; **B.i:** *Bos Indicus* y **F1*:** cruce *Bos indicus*. **IEPe:** Intervalo Entre Parto esperado; **IEPh:** Intervalo Entre Parto histórico; **RIEP:** Reducción Intervalo Entre Parto; **P:** Preñadas; **S/L:** Servicios por lote; **NSVP:** Número de Servicios por Vaca Preñada; **PPA:** Porcentaje de Preñez Acumulada; **CC:** Condición Corporal.

Cuadro 6. Distribución de los servicios realizados en el 2017 en un lote de 82 vacas durante un período de 98 días.

Año	n	Preñadas	Servicios realizados en 98 días					PPA
			26-Febrero	Marzo	Abril	Mayo	4-Junio	
2017	82	42	1	58	26	13	2	51.2 (42/82)

n: número de animales; **PPA:** Porcentaje de Preñez Acumulada.

Intervalo entre parto esperado (IEPe). En los cuatro primeros lotes hubo diferencias ($P < 0.05$; Cuadro 4) entre los dos métodos siendo la IATF, $n = 26$ y $n = 19$ con 394.9 días y 416.6 días respectivamente el que presenta un menor IEPe, con una diferencia de 56.2 días y 71.8 días con respecto a la IA convencional, $n = 26$ y $n = 19$ de 451.1 días y 488.4 días. El resultado para la IATF, es inferior a los establecidos por Hincapié *et al.* (2008) quienes reportan que arriba de 425 días de IEP se considera un valor problema. Los resultados de los lotes C y G superan el rango óptimo establecido por Hafez y Hafez (2002) de 12 -14 meses (Cuadro 5). Así mismo, se obtuvo una reducción de 48.5 días en el IEPe, en el cuadro 7 se detallan los resultados en orden descendente comenzando con vientres sometidos a tres sincronizaciones y terminando con el total acumulado.

Intervalo parto concepción (IPC). El promedio del año 2017 fue de 168.8 días, con el protocolo al que fueron sometidas en el 2018, este se redujo a 118.6 días, dando como resultado 50.2 días abiertos menos por vaca preñada (Cuadro 8). A excepción del lote G, los valores encontrados en este estudio son aceptables según Vélez *et al.* (2002) quienes sugieren sean menores a 140 días, estos días se pueden prolongar según el periodo de

recuperación o involución uterina pos parto de la vaca, este factor es directamente proporcional al manejo nutricional y prácticas sanitarias de la hacienda (Cuadro 8).

Cuadro 7. Valores medios del Intervalo entre parto esperado para el grupo de vientres sometidos a tres, dos y una ronda IATF durante 2018.

Preñadas	Total vientres	PPA	CC	% días		
				IEPe	IEPh	RIEP
47***	92	51.1	2.8	407.8	459.6	51.8
14**	27	51.8	2.6	391.3	434.1	42.8
17*	58	29.3	2.8	411.2	462.0	50.8
Total 78	177	44.1	2.7	403.4	451.9	48.5

PPA: Porcentaje de Preñez Acumulada; **IEPe:** Intervalo Entre Parto esperado; **IEPh:** Intervalo Entre Parto histórico; **RIEP:** Reducción de Intervalo Entre Parto; *****:** tres rondas IATF; ****:** dos rondas IATF; *****: una ronda IATF.

Cuadro 8. Valores medios del Intervalo parto concepción de acuerdo al lote durante el 2017 y 2018.

Año	Lote								%
	A	B	C	D	E	F	G	H	
IPC 2017	171.1	151.8	181.6	194.1	152.7	145.6	187.9	166.1	168.8
IPC 2018	115.1	104.6	136.8	127.1	94.0	118.6	143.4	109.0	118.6
RIPC	56.0	47.2	44.8	67.0	58.7	27.0	44.5	57.1	50.2

IPC: Intervalo Parto Concepción. **RIPC:** Reducción del Intervalo Parto Concepción.

Número de servicios por vaca preñada (NSVP). Se obtuvo como resultados para IATF 3.71 y 2.38 para IA convencional, generándose un uso adicional de 1.33 pajillas para la IATF. El parámetro ideal sugerido por Wattiaux (2001) es 1.7 a 2.5 servicios, estando los valores encontrados en este estudio por encima de lo recomendado (Cuadro 9).

Porcentaje de Fertilidad (PF). A su vez, para determinar el porcentaje de fertilidad de los diferentes métodos de inseminación artificial se dividió el total de preñeces obtenidas sobre el total de servicios logrando así para la IATF un 27.0% y en un 42.0% en el método convencional (Cuadro 9).

Porcentaje de Preñez (PP). El estudio comenzó el 26 de febrero y terminó el 4 de junio del 2018, equivalente a 98 días para el año en curso y el anterior, aun con menor fertilidad la IATF incrementó el número de vacas servidas la cual fue de 95 servicios adicionales respecto a la monta anterior superando a los 82 totales en la IA convencional. El porcentaje de preñez acumulada fue de 44.1% para IATF y 56.1% para IA convencional, este se determina por la relación entre preñez sobre el total de hembras servidas. Estas diferencias

posiblemente se deban a que en el estudio utilizaron Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) mientras que el año anterior se utilizó Inseminación Artificial a Celo Detectado (IACD), lo que concuerda con Day y Grum (2007) quienes analizaron un grupo de más de 1700 vacas con IATF y otras con IACD y concluyeron que con una ronda IATF los promedios de preñez oscilan en 37% mientras que con IACD son alrededor de 62% o más (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de la efectividad de la IATF (2018) e IA convencional (2017).

Resumen general	IATF	IA convencional
Vacas elegibles para IA en el hato	252	267
Número de vacas servidas con IA	177	82
Número de servicios realizados	289	100
NSV	1.63 ± 0.21	1.22 ± 0.21
NSVP	3.71 ± 0.66	2.38 ± 0.66
% fertilidad observada con IA	1/3.71 (27.0)	1/ 2.38 (42.0)
% preñez	44.1 (78/177)	56.1 (46/82)
Numero de preñeces en el hato	78/252 (31%)	46/267 (17.2%)

NSV: Número de Servicios por Vaca; **NSVP:** Número de Servicios por Vaca Preñada; **IATF:** Inseminación Artificial a Tiempo Fijo; **IA:** Inseminación Artificial.

Costo del protocolo y por vaca preñada. Los costos generados por el estudio se detallan en el Cuadro 10, incluye los productos, implementos y servicios utilizados en la IATF, se especifica la marca, laboratorio, presentación y el costo (Costo/presentación, Costo/animal) expresado en dólares norte americanos.

El costo/animal se obtuvo al dividir el contenido del producto entre la dosis por vaca, esto arroja el total de animales por producto, finalmente este total se divide entre el precio del producto dando un valor de USD 9.97 (Cuadro 10) por otro lado hay que sumar el valor de la funda de inseminación (USD 0.12) en conjunto del valor de una pajilla de semen (USD 3.48) para obtener un costo del protocolo de USD 13.57/ vaca para una ronda IATF.

Teniendo en cuenta que el costo del protocolo por vaca, valor del semen y costo por vaca preñada, con el protocolo utilizado de acuerdo al número de rondas realizadas de IATF en el 2018 fue de USD 46.30 a una ronda, USD 46.50 a dos rondas y USD 68.50 a tres rondas respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 10. Costo (USD) y dosis (mL) de los productos utilizados en el protocolo.

Descripción del producto y servicios	Presentación (mL)	Precio (USD)	Valor por animal (USD)
DIB (dispositivo intravaginal de progesterona de 1 mg (para 3 usos)	Paquete de 10 dispositivos/3 usos	62.75	2.09
Pistola para DIB (valor diferido en una vida útil de 5000 usos)	Unidad	17.43	3.48x10 ⁻³
Benzoato de estradiol (2 mg/animal o 2 mL/animal)	Frasco de 100 mL	11.51	0.23
Gonadotropina coriónica equina (eCG) (300UI o 1.5 mL/animal)	Frasco de 30 mL	52.71	2.64
Cipionato de estradiol (1 mg o 1 mL/animal)	Frasco de 50 mL	16.72	0.33
D (+) cloprostenol (1.50 o 2 mL/animal)	Frasco de 50 mL	5.61	0.22
Jeringa desechable + aguja	Una jeringa/cada 10 animales	0.07	0.01
Guantes quirúrgicos	Caja de 100 unid. (uno por cada 10 animales)	10.46	0.01
Guantes desechables de palpación	Caja de 100 unid. (uno por cada 10 animales)	9.41	0.01
Desinfectante de equipo DIB	Un galón (100 mL/cada 100 animales)	17.82	4.45x10 ⁻³
Proporcional analista de datos			0.05
Proporcional administrador			0.17
Proporcional vaqueros			0.40
Servicio veterinario (por animal sincronizado)			3.49
Inseminador (valor por preñez)			0.31
Costo total			9.97

Tasa de cambio 1.00 USD = 2868.22 pesos colombianos.

Cuadro 11. Costo del protocolo IATF y costo por vaca preñada (USD).

IATF	n	Costo del protocolo por vaca	Costo total del protocolo	Cantidad de pajillas utilizadas	CTP + semen + funda de inseminación	Número de vacas preñadas	Costo por vaca preñada
3	92	27.49	2529.08	192	3220.28	47	68.50
2	27	18.89	510.03	39	650.43	14	46.50
1	58	9.97	578.26	58	787.06	17	46.30

Costo pajilla semen: USD 3.48; **Costo funda de inseminación:** USD 0.12;

CTP: Costo Total del Protocolo.

4. CONCLUSIONES

- Al aplicar el protocolo de IATF se redujeron los días abiertos, interrumpiendo el anestro posparto.
- Aun con menor fertilidad, el número de vacas preñadas por IA aumentó con la IATF comparado con la IA a celo natural.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar el protocolo de sincronización de la ovulación e IATF para vacas en anestro y lactantes.
- Establecer diferentes prácticas de manejo reproductivo a fin de detectar de forma oportuna las vacas en anestro posparto.
- Implementar buenas prácticas de manejo agropecuario para mejorar la calidad y la oferta de forraje, como el Pastoreo Racional Voisin (PRV).

6. LITERATURA CITADA

- Baruselli P, Marques M, Vieira L, Konrad L, Crudeli G. 2015. Aplicación de biotecnologías para una mayor producción de terneros. Revista Veterinaria. [consultado 2018 jun 22]. 26(2):154-159. eng.
<http://www.vet.unne.edu.ar/uploads/revistas/archivos/9a51be995ec8b614eab7207fbd2ab2c4932c4068.pdf>
- Butler S, Phillips N, Boe-Hansen G, BÓ G, Burns B, Dawson K, McGowan M. 2012. Animal level factors affecting ovarian function in *Bos indicus* heifers treated to synchronize ovulation with intravaginal progesterone releasing devices and oestradiol benzoate. In: Butler S ed. Reproduction in Domestic Animals. (Australia): Blackwell Verlag GmbH. p. 463-471.
- Cutaia L, Tribulo R, Baruselli P, Bo G. 2003 a. Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. 5:119-132.
- Cutaia L, Tribulo R, Moreno D, Bo G. 2003 b. Pregnancy rates in lactating beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and equine chorionic gonadotropin (eCG). In: Cutaia L ed. Theriogenology. (Australia): Blackwell Verlag GmbH. p. 216-235.
- Day, M.L y M.S. Grum. 2007. Estrategias de apareamiento para optimizar la eficiencia reproductiva en hatos de carne. En: Clínicas Veterinarias de Norte América. Teriogenología Bovina. Trad. Mauricio Manzo Sagardia. Ed. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. pp 70-72
- FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos) 2018. Plan de Inversiones y Gastos. [internet]. Colombia: FEDEGAN; [consultado 2018 jun 22].
<http://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>
- González Stagnaro. 2001. Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. En: Reproducción Bovina. Ed. Fundación Girarz. Maracaibo, Venezuela. Cap 14. pp 203-248.
- Hafez, B. y E.S.E. Hafez. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. México. Editorial McGraw Hill. Séptima Edición. p 183.

- Hincapié, J.J., E.C. Pipaon; G.S. Blanco. 2008. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. 3a.ed. Litocom Editores, Tegucigalpa, Honduras. pp 3-20.
- Marizancén M, Artunduaga L. 2017. Mejoramiento Genético en Bovinos a través de la Inseminación Artificial y la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo. Rev. Inv. Agr. Amb. 2017; 8(2): 247-259. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6285365.pdf>
- Phillips N, Fordyce G, Bums B, Williams P, Meyer D, McGowan M, Bó G. 2010. Does the amount of progesterone in intravaginal implants used to synchronise oestrus affect the reproductive performance of Brahman heifers artificially inseminated at a fixed time. In: Phillips N ed. Reproduction in Domestic Animals (Australia): Blackwell Verlag GmbH. p. 392-397.
- Profesionales de Bolsa S.A. 2011. Informe del Sector Ganadero Colombiano. Análisis de mercado [internet]. Colombia; [consultado 2018 jun 23]. http://www.profesionalesdebolsa.com/aym_images/files/Documentos/Analisis%20de%20mercado/FCP/Informe%20Especial%20Ganadero/2011/02_Ganadero_Febrero_2011.pdf
- Saldarriaga García E. 2009. Análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo e inseminación artificial a celo detectado, con sus variables económicas y reproductivas. [Tesis]. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias Corporación Universitaria Lasallista, Calda-Antioquia, Colombia. 47.
- Vélez, M., J.J. Hincapié, I. Matamoros y R. Santillán. 2002. Producción de ganado lechero en el trópico. Cuarta Edición. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. Pp 137.
- Wattiaux, M. 2001. Manejando la eficiencia reproductiva del hato. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin. 84 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de la lista de abreviaturas.

Lista de abreviaturas

- BE: Benzoato de Estradiol
- CC: Condición Corporal
- DIB: Dispositivo Intravaginal Bovino
- ECP: Cipionato de Estradiol
- eCG: Gonadotrofina coriónica equina
- FSH: Hormona folículo estimulante
- IA: Inseminación Artificial
- IACD: Inseminación Artificial a Celo Detectado
- IATF: Inseminación Artificial a Tiempo fijo
- ICP: Intervalo Parto Concepción
- ICPh: Intervalo de Parto Concepción histórico
- IEP: Intervalo Entre Parto
- IEPh: Intervalo Entre Parto histórico
- IEPe: Intervalo Entre Parto esperado
- LH: Hormona Luteinizante
- mg: Miligramo
- ml: Mililitro
- mm: Milímetro
- msnm: Metros sobre el nivel del mar
- P₄: Progesterona
- PGF_{2α}: Prostaglandina Factor 2 alfa
- RIDA: Reducción de Intervalo de Días Abiertos
- RIEP: Reducción Intervalo Entre Parto
- S/L: Servicios/Lote
- UI: Unidades Internacionales

Anexo 2. Descripción de la composición y vía de aplicación de cada producto.

- DIB-PRIX[®] es un dispositivo intravaginal que contienen 1 g de progesterona (P4), por vía intravaginal.
- BE[®] que contiene 1 mg/mL de Benzoato de Estradiol, por vía intramuscular.
- ECP de SincroCP[®] (Lab - Ourofino) que contiene 1 mg/mL Cipionato de Estradiol, por vía intramuscular.
- Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) de SincroCP[®] (Lab - Ourofino), que contiene 200 UI/mL, por vía intramuscular.
- Prostal[®] (Lab - Over) como fuente de PGF₂ α , que contiene 0.075 mg/mL de D (+) Cloprostenol por vía intramuscular.