

**UNIVERSIDAD EVANGELICA BOLIVIANA
FACULTAD DE AGROPECUARIA Y VETERINARIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**MODALIDAD DE GRADUACIÓN
TESIS DE GRADO**

TÍTULO:

**EFFECTO DE LA PÉRDIDA DE IMPLANTES
DURANTE LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS
SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VIENTRES
NELORE**

PROFESIONAL GUÍA:

MVZ. NARELL ARANIBAR VELASCO

POSTULANTE:

MAURICIO RAMIREZ SANCHEZ

**PREVIA OPCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIATURA EN MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
2021**

HOJA DE APROBACIÓN

La presente Tesis de Licenciatura titulada: **EFFECTO DE LA PÉRDIDA DE IMPLANTES DURANTE LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VIENTRES NELORE**, realizada por **MAURICIO RAMIREZ SANCHEZ**, bajo la dirección del Comité de Investigación de Grado de La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha sido aceptado como requisito para optar el título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia, previa exposición y defensa del mismo.

COMITÉ DE TESIS

.....
MVZ. Wilman Guzmán Méndez

.....
MSc.MVZ. Enrique Gonzáles Apaza

.....
MSc.MVZ. Patricia Bravo Vaca

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
2021**

TRIBUNAL CALIFICADOR

La presente Tesis de Licenciatura titulada: **EFFECTO DE LA PÉRDIDA DE IMPLANTES DURANTE LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VIENTRES NELORE**, realizada por **MAURICIO RAMIREZ SANCHEZ**, como requisito para optar el título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha sido aprobado por el siguiente tribunal.

.....

.....

.....

.....

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
2021**

DEDICATORIA

A Dios, por darme las fuerzas necesarias para salir adelante

A mis padres, por ser la razón de mi existencia

A mis Hermanos, por su amistad y apoyo permanente.

AGRADECIMIENTOS

- A **DIOS**, por guiar mis pasos y mostrarme el camino de la humildad y trabajo.
- A mis Padres: por su cariño y apoyo incondicional en todo momento.
- A la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UEB, personal académico y administrativo.
- A mi asesor de Tesis, MVZ. Narell Aranibar Velasco, por su apoyo incondicional.
- A mis compañeros de Carrera y amigos de siempre por los momentos compartidos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice de contenido	vi
Índice de tablas	ix
Índice de gráficos	x
Resumen.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Hipótesis	4
II. REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Endocrinología de la reproducción.....	6
2.1.1. Hormonas que participan en el ciclo estral.....	7
2.1.2. Fases del ciclo estral.....	11
2.1.3. Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino	13
2.1.4. Control, sincronización e inducción de la ovulación	17
2.1.5. Dispositivos intravaginales	18
2.2. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).....	19
2.2.1. Introducción.....	19
2.2.2. Ventajas de la IATF.....	20
2.3. Factores a tener para la implementación de un programa de IATF	21
2.3.1. Estado fisiológico de los vientres	21

2.3.2. Instalaciones y personal.....	22
2.3.3. Sanidad.....	22
2.3.4. Calidad Seminal.....	23
2.3.5. Condición Corporal.....	23
2.4. Indicadores para medir la eficiencia reproductiva.....	23
2.5. Trabajos relacionados con la pérdida de dispositivos intravaginales.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Área geográfica del estudio.....	30
3.2. Tipo de investigación.....	30
3.3. Unidad experimental.....	30
3.4. Metodología.....	30
3.4.1. Protocolo de sincronización.....	31
3.4.2. Manejo post IATF.....	31
3.5. Análisis estadístico.....	32
3.5.1. Variables de estudio.....	32
3.5.2. Método estadístico.....	32
3.6. Análisis de costos operativos.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Tasa de preñez total.....	33
4.2. Pérdidas de implantes y tasa de preñez.....	35
4.3. Análisis de costos operativos por vaca preñada.....	39
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1. Conclusiones.....	42
5.2. Recomendación.....	43

VI. CITAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tasas de preñez en vacas Nelore sometidas a un programa de IATF en propiedades ganaderas de la zona integrada de Santa Cruz. Periodo 2020 – 2021	33
Tabla 2. Pérdidas de implantes en vacas Nelore en un programa de IATF en propiedades ganaderas de la zona integrada de Santa Cruz. Periodo 2020 – 2021	35
Tabla 3. Tasas de preñez en vacas con pérdidas de implante en un programa de IATF en propiedades ganaderas de la zona integrada de Santa Cruz. Periodo 2020 – 2021	38
Tabla 4. Tasa de preñez real y proyectada en función de las vacas vacías que han perdido su implante en un programa de IATF	39
Tabla 5. Costos operativos por vaca preñada y proyección de costos incluyendo a vacas preñadas con implante perdido en un programa de IATF	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tasas de preñez de vacas Nelore en IATF en dos propiedades ganaderas de Santa Cruz, Bolivia	34
Gráfico 2. Pérdida de implantes en vacas Nelore durante la sincronización de celos para IATF en dos propiedades ganaderas de Santa Cruz, Bolivia	36

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA
CARRERA: MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
MODALIDAD: TESIS DE LICENCIATURA
NOMBRE: MAURICIO RAMIREZ SANCHEZ
TÍTULO: EFECTO DE LA PÉRDIDA DE IMPLANTES DURANTE LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN BOVINOS NELORE

RESUMEN

No se evidencia información técnica y económica sobre el impacto de las pérdidas de implantes intravaginales durante la sincronización de celos para IATF en las tasa de preñez, a nivel de la ganadería bovina productora de carne en Santa Cruz. Razón a ello, este trabajo tuvo el objetivo de Medir el efecto de la pérdida de implantes durante la sincronización de celos sobre la tasa de preñez en bovinos Nelore en la zona integrada de Santa Cruz. Para este propósito, y utilizando un método de investigación descriptiva, se trabajó registros individuales reproductivos de vientres Nelore sometidas a un programa de IATF de dos propiedades ganaderas: Propiedad Jabalí, con 1.843 vacas en IATF, y propiedad Las Cachas, con 413 vientres con IATF. El análisis de la significancia estadística de la variable de respuesta (tasa de preñez, pérdida del implante y tasa de preñez vs pérdida de implante) por efecto del factor (propiedades ganaderas), fue determinado a través del método de Chi Cuadrado. Los costos operativos fueron determinados por vaca preñada. De acuerdo a los resultados, se concluye. Se obtuvo una tasa de preñez total de 48,5 %; siendo en la propiedad Jabalí de 47,9 % y en la propiedad Las Cachas con 51,1 %, estos valores no difirieron estadísticamente. Estas tasas de preñez se encuentran dentro del rango obtenido en bovinos productores de carne en Santa Cruz. Las pérdidas de implantes en vacas Nelore fue de 1,46 %; entre propiedades no se evidenció diferencias. Sin embargo, trabajos similares registran mayores pérdidas, principalmente en vaquillas. La proyección de las tasas de preñez considerando a vacas vacías con pérdida de implantes, genera un aumento general de dichas tasas en 0,4 % para la propiedad Jabalí y de 0,5 % en Las Cachas; es decir, que la pérdida de implantes significó la pérdida de preñez en 7 vacas en la propiedad Jabalí y de 2 en Las Cachas. Referente a los costos operativos de la IATF, se registra un promedio de 283 Bs por vaca preñada; siendo de 292 Bs para la propiedad Jabalí y 274 Bs para Las Cachas. Proyectando más vacas preñadas ante una situación sin pérdidas de implantes, los costos por vaca preñada disminuyen en 2 y 3 Bs, respectivamente. Finalmente se recomienda: Considerando que las pérdidas de implantes de progesterona durante la sincronización de celos para IATF en vacas Nelore, tiene un efecto negativo sobre la productividad y rentabilidad en la explotación de bovinos productores de carne, se recomienda generar las medidas necesarias para impedir dichas pérdidas, a través de un control más intenso del proceso de sincronización.

Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
2021

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La actual situación de la ganadería exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. En este contexto, la optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar las ganancias. A pesar de haber consenso general entre los productores y técnicos de que la Inseminación Artificial (IA) es la técnica más apropiada para acelerar el avance genético y el retorno económico en una explotación de cría, el porcentaje del rodeo bovino incluido en estos esquemas en el mundo continúa siendo bajo. Las principales limitaciones para el empleo de la IA en el ganado manejado en condiciones pastoriles son fallas en la detección de celos, anestro posparto y pubertad tardía. Este problema es mayor en ganado *Bos indicus* o cruza *Bos indicus* debido a las particularidades en el comportamiento reproductivo y la dificultad de la observación de celos (Bó y Cutaia, 2015).

Para evitar los problemas de la detección de celos en los hatos de cría se han desarrollado protocolos de sincronización de la ovulación que permiten además inseminar un gran número de animales en un período de tiempo establecido. Estos tratamientos se conocen con el nombre de protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). Podemos dividir a los protocolos de IATF en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina F2a (PGF), llamados protocolos Ovsynch (45) y los que utilizan dispositivos con progesterona y estradiol (Bó y Cutaia, 2015).

En este contexto, y en dependencia de varios factores, como de la condición corporal de los animales, la efectividad de preñez por IATF es del 50 % en vaquillonas y 45 % en vacas con cría al pie. Son promedios de rangos que varían

entre el 30 y 60 %. Pero también se debe considerar que el posterior repaso con toros se efectúa sobre los celos que se encuentran concentrados de los animales que no quedaron preñados (Baruselli, 2003).

De acuerdo a Arrastua (2017), el principal objetivo de la implementación de la Inseminación Artificial (IA) en establecimientos de cría es el de producir un progreso genético en el rodeo. Sin embargo, es muy bajo el porcentaje de rodeos de los países del Mercosur que están incluidos en estos procesos. Dentro de las causas más importantes que dificultan el uso masivo de esta tecnología podemos citar los relacionados con el manejo y la ineficiencia de la detección de celos en los animales; siendo la pérdida del implante intravaginal durante la sincronización de celos, una causa de esta limitante.

Al respecto, hay poca bibliografía o artículos publicados en referencia a la pérdida de dispositivo. En Bolivia, Perales y Ortiz, refieren que en vaquillas Nelore registran una pérdida de 24 % del implante intravaginal, sin que ello afecte a la tasa de preñez final.

Arrastua (2017), en la Argentina, va más allá, y analiza los factores subyacentes a estas pérdidas de implantes: siendo el establecimiento, la categoría (vaca, vaquillonas de 15 y de 24 meses), la marca del dispositivo, el número de usos, la subespecie animal (*Bos Taurus* o *Bos Indicus*), la estructura ovárica, el grado de desarrollo reproductivo (GDR) y la condición corporal (CC). El porcentaje de pérdida de dispositivos fue para los Set A, B y C de 0,84%; 0,71 % y 0,78 %, respectivamente. Solo se registró un efecto significativo de la condición corporal sobre la pérdida de los dispositivos en el set C (escala 1 a 9, CC \leq 4: 1,81%; CC $>$ 6: 0,19 %). En base a los resultados obtenidos se concluye que los factores analizados no afectan la pérdida de dispositivos intravaginales en protocolos de IATF, con excepción de la CC. Los animales con CC \leq 4 tienen mayor

probabilidad de perder el dispositivo que aquellos con un CC > 6. No obstante, la información generada deberá ser corroborada en futuros ensayos.

Otros trabajos, mencionan que los valores oscilan entre 0,5 % y 2% (Bó et al., 2002, Martínez et al., 2014) de pérdidas de dispositivos.

Por tanto, no existente estudios regionales, donde se mida el efecto de variables sobre las pérdidas de dispositivos intravaginales; entre ellos, la condición corporal, razas, grado de desarrollo reproductivo y peso, por lo que surge de interés aportar información en este aspecto.

1.2. Definición del problema

En la bibliografía existen pocos trabajos que evalúen el porcentaje de animales que pierden el dispositivo intravaginal y su efecto sobre las tasas de preñez, de manera que no se ha cuantificado dichas pérdidas de dispositivos utilizados en protocolos hormonales para IATF en ganaderías de cría, principalmente en bovinos productores de carne; lo cual impide analizar los factores que influyen en dichas pérdidas.

Por tanto, el problema se define como: ausencia de información sobre la proporción de pérdidas de implantes intravaginales en programas de sincronización de celos; además, desconocimiento de los factores relacionados a esas pérdidas y su impacto en las tasas de preñez en bovinos productores de carne en Santa Cruz.

1.3. Justificación

Existe la necesidad de validar trabajos realizados en medir las pérdidas de dispositivos intravaginales con progesterona utilizados en programas de IATF a nivel nacional; ya que la eficiencia reproductiva del este proceso de

sincronización de celos se basa principalmente en el aporte hormonal (progesterona) del dispositivo para que la hembra cicle y pueda ser inseminada.

Se indica que estas pérdidas pueden ser un factor que reduzcan las tasas de gestación y de preñez, así como afectar la productividad y rentabilidad ganadera; razón a ello, con este trabajo se generará información técnica y económica oportuna y eficiente, permitiendo así al profesional ligado al sector reproductivo y a los ganaderos en general una correcta y oportuna toma de decisiones.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Medir el efecto de la pérdida de implantes durante la sincronización de celos sobre la tasa de preñez en bovinos Nelore en la zona integrada de Santa Cruz.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer la tasa de preñez total en vacas Nelore en un programa de IATF en dos propiedades ganaderas de Santa Cruz central.
- Determinar el porcentaje de pérdidas de implantes intravaginales durante la sincronización de celos para IATF en vacas Nelore
- Analizar el efecto de las pérdidas de implantes sobre la tasa de preñez total.

1.5. Hipótesis

Ho: La tasa de preñez en bovinos Nelore no es influenciada por la pérdida de implantes durante la sincronización de celos en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo.

Ha: La tasa de preñez en bovinos Nelore es influenciada por la pérdida de implantes durante la sincronización de celos en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Endocrinología de la reproducción

El Ciclo Estral de la vaca está controlado por la secreción de hormonas del Hipotálamo, Apófisis, Ovarios y Útero. Estas son Hormonas Liberadoras de Gonadotrofinas (GnRH) del Hipotálamo, las Hormonas Folículo Estimulante (FSH) y Luteinizantes (LH) de la Hipófisis, Estrógenos, Progesterona e inhibina de los Ovarios y la Prostaglandina del útero (Hafez, 1996).

La destrucción del Cuerpo Lúteo en la vaca no preñada se produce entre los días 16 y 19 de su ciclo estral. El desarrollo folicular ovárico se caracteriza por la presencia de ondas de crecimientos folicular. Una onda ha sido definida como el desarrollo sincrónico de un gran número de folículos, seguido por la secreción y el crecimiento de un folículo dominante y supresión de folículos subordinados. Durante el ciclo estral se produce el crecimiento de uno o dos folículos dominantes anovulatorios, previo a la maduración final del folículo ovulatorio (Hafez, 1996).

El crecimiento y maduración del folículo pre-ovulatorio provoca un incremento en la secreción de estradiol, el cual causa cambios estrogénicos en el oviducto y útero, comportamiento del celo y la liberación pre-ovulatoria de FSH y LH. El pico pre-ovulatorio de la LH provoca el reinicio de la meiosis, ovulación y luteinización del folículo ovulado para formar el cuerpo hemorrágico. El cuerpo hemorrágico se transforma en cuerpo lúteo y provoca cambios en el oviducto y el útero debido a la secreción de progesterona que permitirá el desarrollo embrionario y establecimiento de la preñez. Si la preñez no ocurre se destruirá el cuerpo lúteo y comenzará un nuevo ciclo estral (Hafez, 1996).

2.1.1. Hormonas que participan en el ciclo estral

Hormona es toda sustancia segregada a la circulación a partir de una glándula endócrina y que es reconocida a distancia por órganos específicos que responden de forma característica. Este concepto clásico no puede mantenerse actualmente, ya que muchas hormonas son formadas en la circulación a partir de precursores o en los mismos órganos por transformaciones de prehormonas circulantes. Hormona es una sustancia liberada por un órgano o estructura celular que ejerce su efecto en forma muy específica en otra estructura del mismo animal. Las *prostaglandinas*, por ejemplo, son producidas por varios órganos o parte de ellos y son de constitución química muy diferente a las hormonas anteriormente descubiertas (De Alba, 1985).

2.1.1.1. Oxitocina

Etimológicamente, significa en griego nacimiento rápido y químicamente es un nonapéptido sintetizado principalmente por las neuronas magnocelulares hipotalámicas, localizadas en el núcleo supraóptico y paraventricular, almacenándose en la neurohipófisis. La oxitocina es el más potente agente uterotónico conocido; la sensibilidad del miometrio a la oxitocina aumenta antes y durante el parto y este aumento es regulado por la concentración de receptores de oxitocina (Rutter y Russo, 2002).

Las funciones fisiológicas de la oxitocina son: la contracción de la musculatura uterina y estimular a las células mioepiteliales de los alvéolos mamarios. En la vaca se produce oxitocina en el cuerpo lúteo e interviene activamente en el proceso de luteólisis (IRAC, 2003).

2.1.1.2. Hormonas Liberadoras de Gonadotrofinas (GnRH)

Esta hormona induce la liberación tanto de la hormona luteinizante (LH) como de la hormona folículo estimulante (FSH). La función principal de la GnRH es inducir la síntesis y liberación de LH y FSH (IRAC, 2003).

2.1.1.3. Hormona Folículo Estimulante (FSH)

En la hembra, la FSH estimula el crecimiento y maduración de los folículos en el ovario y participa, junto con la LH, estimulando la síntesis de estradiol en los folículos en desarrollo, estos folículos son grupos celulares que rodean a un óvulo, y también se llaman folículos de Graaf. Las células de la granulosa son las que poseen receptores para la FSH y producen además de estradiol otra hormona llamada inhibina que actuará junto con el estradiol suprimiendo la liberación de FSH por la hipófisis. La vida media de la FSH es de 2 – 5 h (De Alba 1985 e IRAC, 2003).

El incremento en los niveles preovulatorios de FSH parece estar gobernado por los mismos mecanismos que determinan el pico de LH, es decir, un estímulo de la secreción de la GnRH provocado por un feedback positivo con los estrógenos ováricos. Algunos trabajos han reportado que en la vaca se produce un segundo incremento en los niveles de FSH alrededor de 24 h luego del pico de LH, se ha vinculado este incremento con el crecimiento de los folículos del ciclo siguiente. Este segundo incremento de FSH no está gobernado por los mismos mecanismos que el preovulatorio. En este caso la GnRH parece no tener ningún efecto, siendo la desaparición de los retrocontroles negativos ováricos (principalmente inhibina y estradiol) producida por la ovulación lo que permite un aumento tónico de FSH (Ungerfeld, 2002).

2.1.1.4. Hormona Luteinizante (LH)

Actúa conjuntamente con la FSH para inducir la secreción de estrógeno a partir del gran folículo ovárico. La oleada preovulatoria de LH causa la ruptura de la pared folicular y por consiguiente la ovulación (Hafez, 1996).

Tiene un peso molecular de 30000 daltons y una vida media de 30 min, actúa con la FSH para inducir la secreción de estrógenos de los folículos ováricos. Las células de la teca interna contienen receptores de LH. El pico preovulatorio de LH induce a

una cadena de reacciones enzimáticas que terminará en la ruptura de la pared folicular y por consiguiente ocurrirá la ovulación (IRAC, 2003).

2.1.1.5. Progesterona (P4)

Hormona producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. A nivel de hipotálamo ejerce un efecto “feed back” negativo sobre el control de la actividad tónica de la secreción de GnRH. Dado que durante el dominio de la progesterona no se requiere de una participación activa de la vulva y vagina, se observa una mucosa pálida como consecuencia de que no hay congestión ni edema. En el miometrio, inhibe las contracciones permitiendo que se lleve a cabo la gestación y en el cervix se produce la formación de un tapón mucoso formado por un mucus denso, opaco y de poca cantidad, esto transforma al útero en una cámara de incubación (Callejas, 2001).

Es secretada por las células luteinitas del cuerpo lúteo, por la placenta y por la glándula suprarrenal. Prepara al endometrio para la implantación del embrión y el mantenimiento de la preñez. La regulación de la secreción de la progesterona en la vaca es estimulada principalmente por la LH (Callejas, 2001).

2.1.1.6. Estrógenos (E2)

Los estrógenos, son hormonas producidas por los folículos ováricos. En el modelo que explica su síntesis, la LH interacciona con su receptor ubicado en las células de la teca interna y estas producen andrógenos. Los andrógenos pasan a través de la membrana basal a las células granulosas, sobre la que actúa la FSH, que estimula a un sistema aromatizante que transforma los andrógenos en estrógenos, los cuales pasan al líquido folicular y a la circulación general.

Posteriormente llegan a su órgano blanco y ejercen múltiples efectos, entre los principales órganos blancos de los estrógenos se encuentran, el sistema nervioso central, la vulva, la vagina, el útero y el oviducto. En el sistema nervioso central se

estimula la conducta del celo, en la vulva y vagina se produce un aumento del flujo sanguíneo (hiperemia), congestión y aumento de color. En el ambiente uterino, los estrógenos actúan como una hormona de crecimiento produciendo proliferación de las células endometriales. En la cerviz producen relajación, aumenta su diámetro y aparece abundante secreción mucosa, filante y transparente (Palma, 2001).

Estradiol 17 β .- Es el estrógeno biológicamente activo producido por el ovario, junto con cantidades menores de estrona, actúa en el SNC para inducir el estro conductual en la hembra.

2.1.1.7. Prostaglandinas

A diferencia de otras hormonas, las prostaglandinas no se localizan en ningún tejido en particular. La mayor parte de ellas actúan localmente en el sitio donde son producidas, por medio de una acción parácrina (IRAC, 2009).

Prostaglandina F2 α (PGF2 α)

La PGF2 α tiene propiedades luteolítica en animales domésticos. Si el animal queda gestante, algunas señales (proteína trofoblástica bovina) son enviadas del embrión al útero para evitar la liberación de PGF2 α lo que permite que el CL del ciclo se convierta en el CL de la preñez. La PGF2 α es un agente luteolítico natural que termina la fase del CL del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo estral en ausencia de fecundación (Hafez, 1996 e IRAC, 2003).

Prostaglandina E2 (PGE2)

Esta hormona actúa durante el parto, estimula la contracción del útero, dilata el cervix y los vasos sanguíneos, no tiene acción luteolítica (IRAC, 2003).

2.1.1.8. Inhibina

Es producida en las células de la Granulosa en la hembra, inhibe la liberación de FSH por la hipófisis sin alterar la liberación de la LH y participa en la liberación diferencial de LH y FSH por la hipófisis (Hafez, 1996).

2.1.2. Fases del ciclo estral

2.1.2.1. Fase Folicular o de Regresión Luteal (Proestro)

Este periodo cuya duración es de tres días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación del estro (Callejas, 2001).

En el momento de la luteólisis las concentraciones de progesterona en sangre decaen abruptamente. La caída de las concentraciones de progesterona elimina la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotrofinas. Consecuentemente, aumenta la frecuencia de los pulsos de LH (un pulso cada 60 min) y en menor grado, la de FSH. El incremento en la frecuencia de pulsos de LH estimula el desarrollo del folículo dominante, que secreta cantidades crecientes de estradiol (IRAC, 2009).

Perfil hormonal de la fase folicular:

- Progesterona: 0,2 - 5 ng/mL
- Estrógeno: 50 - 100 pg/mL
- FSH: 100 ng/mL
- LH: 8,5ng/mL
- Prolactina: 2ng/mL
- Andrógenos: 0,3- 1,0 ng/mL

2.1.2.2. Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro)

Esta fase comienza con la receptividad del macho e involucra todos los cambios que permiten la ovulación y el comienzo de la formación del cuerpo lúteo. Durante este periodo se producen importantes fenómenos: inicio del celo, onda preovulatoria de gonadotrofinas y ovulación, el intervalo entre el inicio de la luteólisis y el comienzo del celo es de 58 – 60 h aproximadamente. Después de la descarga preovulatoria, no se detectan pulsos de LH durante 6 – 12 h lo que refleja el agotamiento del contenido hipofisiario de esta hormona (IRAC, 2009).

Perfil hormonal de la fase periovulatoria:

- Progesterona: 5 - 10 ng/mL
- Estrógeno: 5 - 20 pg/mL
- FSH: 100 ng/mL
- LH: 8 - 50 ng/mL (pico de LH)
- Prolactina: 2ng/mL
- Andrógenos: < 0,1 ng/mL

2.1.2.3. Fase Luteal (Diestro)

El desarrollo completo del cuerpo lúteo toma aproximadamente tres días (día dos a cinco del ciclo). A pesar de que algunos folículos comienzan a crecer en el primer día del ciclo, la progesterona secretada por un cuerpo lúteo activo evita que ellos maduren y por lo tanto se degeneren durante los días 16 – 18 del ciclo, si el útero no ha detectado la presencia de un embrión mandara una señal hormonal (prostaglandina) que produce la regresión del cuerpo lúteo. Esta regresión remueve la inhibición de las fases finales del crecimiento folicular y le permite al folículo dominante completar su maduración. Esto conduce a un nuevo celo y al comienzo de un nuevo ciclo (IRAC, 2009).

Perfil hormonal de la fase luteal:

- Progesterona: 10 - 50 ng/mL
- Estrógeno: 5 - 20 pg/mL
- FSH: 100 ng/mL
- LH: 8,5ng/mL
- Prolactina: 3 – 4 ng/mL
- Andrógenos: < 0,1 ng/mL

2.1.3. Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino

2.1.3.1. Rol de la progesterona en el control del ciclo estral

La exposición a niveles elevados de progesterona seguida de su declinación parecen ser pre requisitos para una diferenciación normal de las células de la granulosa, una expresión normal del celo y el desarrollo post ovulatorio del cuerpo lúteo con una fase luteal normal (Bo, 1998). El mecanismo involucra el efecto del incremento de la frecuencia de los pulsos de LH sobre la producción de estrógenos foliculares, desarrollo de los receptores de LH y luteinización.

La presencia de una fuente exógena de progesterona permite imitar la acción inhibitoria de los niveles luteales de esta hormona sobre la secreción pulsátil de LH, con la supresión del crecimiento del folículo dominante y el consiguiente desarrollo sincrónico de una nueva onda del desarrollo folicular. El retiro de esta fuente exógena de progesterona permite el aumento de la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH y el crecimiento de un folículo dominante que ovulará entre 48 y 72 horas después (Bó, 1998).

2.1.3.2. Rol del estradiol en el control del ciclo estral

Los estrógenos son hormonas esteroideas, producidas por el folículo ovárico cuya síntesis se explica de la siguiente manera: La Hormona Luteinizante

hipofisiaria (LH) interacciona con su receptor ubicado en las células de la teca interna y produce andrógenos; estos pasan a través de la membrana basal y entran en las células granulosas. En estas actúa la Hormona Folículoestimulante hipofisiaria (FSH), quien estimula una enzima aromatasas que transforma a los andrógenos en Estrógenos, los cuales pasan al líquido folicular y a la circulación general. Posteriormente llegan a su blanco y ejercen su acción mediante el modelo de receptor móvil o intra celular. Los estrógenos tienen acciones sobre distintos órganos blanco, como las trompas de falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central. A nivel uterino, actúan como hormonas tróficas provocando la proliferación de células y glándulas endometriales; las que aumentan su secreción (Mapletotf, 2003).

En el miometrio producen una hipertrofia de la capa muscular circular y longitudinal y sensibilizan sus células a la acción de la oxitocina, por lo cual favorecen la contractibilidad y conductibilidad de las mismas. También producen congestión de los vasos sanguíneos con edema del estroma. En el cérvix producen relajación, aumentan su diámetro y aparece una abundante secreción mucosa filante y transparente. En la vagina y la vulva se congestionan los vasos y aparece edema, además, en la vagina se estimula el crecimiento del epitelio hasta la cornificación. En las trompas de falopio se produce la hipermotilidad y se estimula su crecimiento. En el sistema nervioso central se estimula la conducta de celo y en el hipotálamo ejercen un “feed back” negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico.

El uso de estradiol exógeno en el control del ciclo estral tiene como objetivo desencadenar la luteólisis, cuando es aplicado en la mitad del ciclo o impedir el crecimiento de un nuevo cuerpo lúteo cuando es aplicado luego de la ovulación. Así mismo el estradiol al ser aplicado al momento de la aplicación del progestágeno suprime la onda folicular presente e induce el desarrollo de una nueva onda folicular en promedio de 3 a 4 días (Bó, 1998).

2.1.3.3. Rol de la prostaglandina en el control del ciclo estral

Las prostaglandinas son ácidos grasos no saturados de 20 carbonos, que consisten en un ciclo pentano con dos cadenas laterales alifáticas, son sintetizadas a partir de ácido araquidónico libre en la mayoría de los tejidos del cuerpo y sirven de hormonas locales, actuando sobre tejidos cerca del lugar de sus síntesis. Las prostaglandinas son estructuralmente clasificadas en 9 grupos mayores, A a I, cuando uno conteniendo subgrupos denotados por los subscritos 1, 2 y 3. En los animales domésticos, la prostaglandina más importante parece ser PGF₂ (De la Sota, 2003).

Las prostaglandinas en el sistema reproductivo juegan un rol de la ovulación, luteólisis, transportando gametas, en la motilidad uterina, expulsión de membranas fetales y transporte de esperma machos y hembras. La PGF₂ causa una rápida regresión del cuerpo lúteo funcional con una rápida declinación de la producción de progesterona. La luteólisis es comúnmente seguida por un desarrollo de folículos ováricos y celo con una ovulación normal. En bovinos, el celo ocurre a los 2 – 4 días después de la luteólisis. El mecanismo preciso de luteólisis inducida por PGF₂ es incierto, pero podría estar relacionado con cambios del flujo sanguíneo en venas útero – ováricas, inhibición de la respuesta ovárica normal de las gonadotrofinas, o estimulación de enzimas catalíticas. PGF₂ también tiene un efecto estimulador directo sobre el músculo liso uterino causando contracción y un efecto relajante en cerviz (De la Sota, 2003; Hafez, 1996).

2.1.3.4. Uso de hormonas exógenas en la manipulación del ciclo estral

Las siguientes hormonas se encuentran disponibles en el mercado para la manipulación del ciclo estral.

Prostaglandina Sintética: Es un análogo de prostaglandina a base de: D+clorprostenol 0,075 mg/mL y posee una acción luteolítica, también se la utiliza para efectos terapéuticos como tratamiento de quistes luteales, producir abortos, endometritis y eliminación de gestaciones anormales.

Benzoato de estradiol: Contiene 0,1 g/mL de benzoato de estradiol oleoso para ser aplicado por vía intramuscular, se ha demostrado que los estrógenos administrados en la fase luteal, inducen la regresión del folículo dominante y la emergencia de una nueva onda folicular sincrónica, mientras que la administración en las fases folicular inducen la liberación de la LH y la ovulación.

Cipionato de Estradiol: La dosis es de 0,5 mg/mL. de benzoato de estradiol oleoso para ser aplicado por vía intramuscular, para el complemento en la sincronización de ovulaciones al momento de retirar el dispositivo intravaginal.

Gonadotropina Coriónica Equina (eCG): También llamada gonadotropina del suero de la yegua preñada (PMSG), es una proteína que contiene hexosa y hexosaminosa. Se encuentra la fuente de esta hormona en las copas endométricas de útero de la yegua preñada. Dada su acción dual FSH – LH, la eCG actúa estimulando en forma directa el desarrollo folicular y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas. La administración de eCG potencia la acción sincronizante de los progestágenos, asegurando una perfecta sincronía de celos fértiles. Está indicada para la inducción de la ovulación, superovulación y tratamiento del anestro en bovinos y otras especies. La dosis sugerida en Bovinos para sincronizar celo es de 400 a 600 UI por animal por vía intramuscular (Syntex, 2017).

Progesterona Inyectable MAD-4: Es una progesterona natural inyectable de efecto retardado, con una concentración de 25 mg por mililitro. Es un producto novedoso, que significó años de desarrollo e investigación para lograr ajustar la

curva cinética de absorción y la estabilidad farmacológica. Alcanza su nivel plasmático máximo a las 4 horas de inoculada, manteniendo niveles superiores a 1 ng/mL por cinco días, decayendo de una manera similar al descenso fisiológico de progesterona al final de un ciclo estral normal. MAD-4 tiene otras múltiples formas de uso, según el criterio profesional, como ser su utilización en programas de destete temporario o precoz con entore posterior, usos en protocolos Ovsynch en vaquillonas para evitar los celos prematuros, etc.3.2. Sincronización de celos.

Son técnicas biológicas que consisten en la manipulación del ciclo estral mediante el empleo de hormonas exógenas con el objetivo de concentrar la presentación de celos o eliminarlo permitiendo un mayor uso de la inseminación artificial y mejorando la eficiencia reproductiva (De la Sota 2003).

2.1.4. Control, sincronización e inducción de la ovulación

El control y sincronización de la ovulación se sitúa dentro de un contexto mucho más amplio como es el control de la reproducción entendiendo como tal el gobierno de los elementos manipulables del proceso reproductivo. En la sincronización de celo lo que se pretende es actuar sobre el intervalo entre la fase folicular y la fase luteínica, modificando, por tanto, la duración del ciclo estral.

Esta se consigue mediante dos métodos:

a) Induciendo la regresión del cuerpo lúteo de un grupo de animales de forma que todos ellos inicien la fase folicular y muestren el celo en un espacio de tiempo bastante similar (inyecciones de prostaglandinas).

b) Ampliando artificialmente, mediante un bloqueo hormonal, la fase luteínica de tal manera que al cesar dicho bloqueo e inyectarles gonadotrofinas exógenas los animales inicien conjuntamente una fase folicular seguida de un celo

sincronizado (inyecciones de progesterona, implantes de progesterona o progestágenos, esponjas vaginales impregnadas de progestágenos) (Baruselli, 2003).

Los tratamientos de control y sincronización de la ovulación tienen por objeto el intentar regular, el momento exacto de la ovulación, y el número de folículos que puedan llegar a liberar ovocitos fértiles, lo cual se puede conseguir interviniendo en los procesos de reclutamiento y selección de los folículos. Estos objetivos permitirán que se realice la inseminación artificial en el momento óptimo, evitando el envejecimiento de los ovocitos y que se pueda calcular el momento de la fertilización.

La inducción de la ovulación y/o el aumento de la tasa de la ovulación pueden conseguirse aumentando los niveles de gonadotrofinas en sangre antes de que se realice la atresia folicular, es decir, tres a cinco días antes de la ovulación (Baruselli, 2003).

2.1.5. Dispositivos intravaginales

Dispositivo intravaginal bovino, cada dispositivo contiene progesterona micronizada 0.5 g; silicona inerte c.s.p . Cada dispositivo está indicado para sincronización de celo en vaquillonas ; sincronización de celos en programas de inseminación artificial a tiempo fijo(IATF); resincronización de retornos al servicio; tratamientos de anestros post parto; disminución del periodo parto concepción (Biogenesis, 2012).

Es ideal para novillas de todas las razas de corte y leche, proporcionando mayor practicidad y conveniencia. También tiene un diseño único, que evita la confusión antes y después de su utilización en diferentes categorías animales, con un vásta con revestimiento de silicona especial, proporcionando la liberación controlada de la progesterona.

Ventajas y Beneficios

- Adecuado para novillas de todas las razas.
- Facilita la diferenciación del monodose y multidosis, gracias a su diseño anatómico.
- Cola blanca con rotación 360 °.
- Flexibilidad de uso.
- Práctica y comodidad.
- Menor tasa de pérdida durante la sincronización (Biogénesis, 2019).

2.2. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

2.2.1. Introducción

Es una biotecnología que consiste en inseminar un gran número de animales en un día predeterminado sin la necesidad de detectar celo para tal efecto se aplican protocolo de sincronización de la ovulación que consiste en el empleo de fármacos que contienen hormona reproductiva (Cutaia, 2003).

Considerando las dificultades existentes para la detección de celos, actualmente investigadores de todo el mundo vienen desarrollando protocolos que sincronizan la ovulación mediante la aplicación de hormonas y posibilitan el empleo de la IA a tiempo fijo, independientemente de la manifestación del comportamiento de celo. Tales protocolos posibilitan el aumento de la utilización de la IA, principalmente debido a su facilidad de ejecución.

Actualmente ya existe tecnología para realizar con eficiencia la inseminación artificial sin necesidad de la detección de celo. Los primeros tratamientos de sincronización preconizaban inducir el estro y detectarlo, para posteriormente realizar la IA. Los protocolos más modernos tienen el objetivo sincronizar la

ovulación, independientemente de las manifestaciones de celo. De esa manera, es posible inseminar un gran número de animales en un día pre-determinado, sin los trastornos causados por la necesidad de detección de celo (IRAC, 2003).

2.2.2. Ventajas de la IATF

Las nuevas herramientas farmacológicas disponibles permiten el desarrollo de varios programas (llamados protocolos) de sincronización de la ovulación e Inseminación Artificial a tiempo fijo. Las principales ventajas de la IATF son:

- Elimina la necesidad de observación de celos, evitando los errores de detección.
- Posibilita inseminaciones de vacas en el momento adecuado, disminuyendo el desperdicio de semen, material y mano de obra.
- Induce la ciclicidad en vacas en anestro transicional, permitiendo la inseminación de esas hembras.
- Disminuye el intervalo entre partos, aumentando el número de terneros nacidos.
- Posibilita la programación de las inseminaciones en un corto periodo.
- Concentra el retorno del celo en las hembras que no preñaron en la primera inseminación, facilitando el diagnóstico de celo en el repaso.
- Posibilita altas tasas de preñez, en el inicio de la estación de monta.
- Concentra la mano de obra, disminuyendo el número de horas extras con los inseminadores, evitando problemas laborales.
- Disminuye el descarte y el costo de reposición de matrices en el halo.
- Disminuye la inversión en toros.

Mejora la calidad de vida del hombre de campo, que no necesita más detectar celo todos los días por lo menos dos veces al día, como venía siendo realizado desde las 6 hrs. hasta las 7 hrs. y desde las 18 hrs. hasta las 19 hrs. (Bó y col., 2006).

2.3. Factores a tener para la implementación de un programa de IATF

Llegado el momento de poner en marcha un programa de IATF es necesario tener en cuenta algunos factores de manejo, nutricionales y sanitarios. A continuación, realizaremos un breve listado de aquellos factores a tener en cuenta, es necesario aclarar que la falla en alguno de estos puntos puede poner en riesgo el éxito de un programa de IATF.

2.3.1. Estado fisiológico de los vientres

Para la realización de la IATF, uno de los primeros puntos a tener en cuenta a la hora de la elección del tratamiento es la categoría de vientres con la cual vamos a trabajar. Previamente a la realización de un programa de IATF en vaquillonas es necesario cerciorarse de que estas se encuentren por lo menos en el 65% de su peso adulto.

Por otro lado, es recomendable realizar un tacto pre servicio a los fines de determinar su grado de desarrollo ginecológico, el porcentaje estimado de ciclicidad del rodeo, en el caso de las vacas con cría al pie debemos tener en cuenta en primer lugar la edad de los terneros, para esto es necesario llevar un registro de las fechas de nacimiento. Las vacas no deberían ser IATF antes de los 60 días posparto. Por otro lado, como vimos anteriormente, la CC es un factor crítico. En el caso de llevar a cabo un programa convencional de IATF las vacas deberían encontrarse en una CC de 2,5 como mínimo y en un plano de aumento de peso. El tacto pre servicio, si bien no es indispensable, es muy recomendable para determinar patologías ováricas y uterinas (no muy comunes en ganado de carne) pero sobre todo para determinar el porcentaje de ciclicidad y cerciorarse que no haya vacas preñadas al momento de iniciado el tratamiento (Bó y col., 2006).

2.3.2. Instalaciones y personal

Es fundamental tener en cuenta al momento de la programación de un planteo de IATF el tipo y estado de las instalaciones y personal entrenado en el manejo de este tipo de programas. Como vimos anteriormente, el tratamiento de sincronización es bastante estricto en cuanto a los tiempos de realización de cada actividad.

Antes de determinar la cantidad de animales que van a ser tratados se debería conocer los tiempos requeridos para cada actividad a desarrollar y esto va a depender fundamentalmente del tamaño de los corrales, manga, del tipo de casilla de operar y de la cantidad de personal con el cual se cuenta. Lo recomendable sería no tardar más de 2 a 3 horas durante cada tratamiento y por otro lado realizar la IATF en un período de 4 h, desde las 52 a 56 h de retirado el dispositivo.

Disponer de potreros cercanos a la manga y con buena disponibilidad de pasturas es de suma importancia durante todo el tratamiento ya que de esta forma se minimiza el traslado de animales. Es de fundamental importancia evitar toda situación que genere estrés a los animales durante los tratamientos, ya que esto afecta significativamente los resultados. Los animales deben disponer dentro de lo posible de sombra y agua (Bó y col., 2006).

2.3.3. Sanidad

Se estima que el 40 a 50% de las fallas reproductivas en bovinos se deben a enfermedades transmisibles. Indudablemente iniciar un programa de IATF en un establecimiento con fallas sanitarias conduciría a un fracaso y por la tanto a una pérdida económica importante. Es por esto que previamente al inicio de un programa de IATF deberíamos contar con información acerca del estado sanitario de los vientres (Bó y col., 2006).

2.3.4. Calidad Seminal

La calidad del semen a utilizar es uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de realizar un programa. Inseminar con un semen de mala calidad tiraría por la borda todos los esfuerzos realizados con el manejo de las vacas, su nutrición, tratamiento, etc. El semen a utilizar debe tener, como mínimo un 25% de células móviles a una velocidad 3 (0=sin movimiento, 5=movimiento rápido donde es difícil seguir una célula) inmediatamente después del descongelado y un 15% de células móviles a una velocidad de 2 luego de 2 horas de incubación a 37°C. La concentración estándar de una dosis de semen debe ser de entre 5 y 10 millones de células móviles. Con respecto a la morfología, el semen debe tener un mínimo del 70% de espermatozoides normales y con no más del 15 a 20% de defectos de cabeza y del 25% de defectos de cola y acrosoma (Bó y col., 2006).

2.3.5. Condición Corporal

Son medidas visuales que se toman en cuenta en los animales para determinar el estado físico, que se mide en una escala 1-5, donde 1 es flaca y 5 es demasiada gorda, es importante que los animales tengan una condición corporal de 3 antes de entrar a servicio (Bó y col., 2006).

2.4. Indicadores para medir la eficiencia reproductiva

2.4.1. Tasa de concepción (TC)

Tasa de concepción o eficiencia técnica, se refiere al porcentaje de hembras que quedaron gestantes del total inseminadas o montadas en un periodo dado, generalmente se evalúa para periodos de un mes, por época y anual. En el mundo, las tasas de concepción promedian alrededor del 50% (Cutaia, 2003).

Índice de concepción: Porcentaje de vacas que son confirmadas preñadas luego del servicio. La división de uno por el índice de concepción es igual a servicio por concepción.

Cálculo: Número de vacas preñadas en relación a las efectivamente inseminadas y/o cubiertas por 100.

$$\text{TASA DE CONCEPCIÓN} = \frac{\text{Vacas preñadas}}{\text{Vacas servidas}} \times 100$$

Factores que afectan la tasa de concepción

Temperaturas ambientales altas tienen un efecto directamente adverso en la supervivencia del huevo de una vaca, el espermatozoide de un toro, o el desarrollo embrionario en el tracto reproductor de la vaca. El huevo y el espermatozoide pueden no formar un embrión saludable, o un embrión en desarrollo moriría, resultando en un aborto temprano. Este problema resultaría en una caída de la tasa de concepción abajo del 20% durante meses de verano. A menudo, la fertilidad no se normalizará hasta tarde en abril o mayo, aunque las temperaturas ambientes llegaran a no ser estresantes en marzo o abril temprano. La causa de una tasa de concepción baja parece ser un incremento en la temperatura corporal de las vacas a causa del tiempo caliente. Métodos prácticos para bajar la temperatura corporal de una vaca incluyen proveer sombra o rocíos de agua como se describió previamente (Souza, 2004).

2.4.2. Tasa de preñez (TP)

La tasa de preñez es el número de hembras preñadas en relación al número de hembras introducidas en un programa reproductivo (Hafez, 1996).

Cálculo: Número de vacas preñadas por IA o MN durante un periodo determinado/Número total de vacas que están en el programa durante el mismo periodo de tiempo por 100.

$$\text{TASA DE PREÑEZ} = \frac{\text{Vacas preñadas}}{\text{Total de vacas en el programa}} \times 100$$

$$\text{TASA DE PREÑEZ} = \text{Tasa de servicios} \times \text{Tasa de concepción}$$

Factores que afectan la tasa de preñez

Una reproducción exitosa demanda mucha experiencia de parte del productor. Muchos factores afectan las posibilidades de preñez:

- Fertilidad de la vaca
- Fertilidad del toro
- Eficiencia de detección de celo
- Eficiencia de inseminación

El índice de preñez es el producto de estos cuatro factores. Una consecuencia de la relación de multiplicación entre los factores, es que el mejoramiento de un factor (ej., fertilidad de la vaca), tendrá un pequeño beneficio en el porcentaje de preñez, si cualquiera de los otros tres factores posee una baja eficiencia. Solo un problema puede disminuir en forma severa el porcentaje de preñez.

Fertilidad de la vaca: La fertilidad de la vaca se encuentra influenciada por muchos factores. La edad del animal posee una influencia muy fuerte. Las novillas y las vacas de segunda lactancia son generalmente más fértiles que las vacas de primera lactancia y las vacas adultas. La más alta fertilidad se obtiene durante los meses más fríos del año y cuando las vacas son:

- Libres de enfermedades reproductivas;
- Libres de problemas de parto;
- Libres de desbalances nutricionales, especialmente ni muy flaca ni muy gorda al momento del parto.

La fertilidad es alta cuando la vaca deja de perder peso y comienza a reponer las reservas corporales unos meses luego del parto.

Fertilidad del Toro: La circunferencia testicular se encuentra relacionada con la fertilidad de los toros adultos. Las eyaculaciones diarias de un toro sano, por tiempo prolongado, no le afectan la fertilidad. La fertilidad varía con:

- Edad y madurez sexual;
- Nutrición adecuada;
- Enfermedades venéreas;
- Libido (impulso sexual).

En el caso de la inseminación artificial, la fertilidad del toro es afectada por la dilución del semen, procesado, almacenamiento y manejo de la recolección hasta que se deposita en el útero de la vaca.

Tasa de detección de celo: Es la cantidad de animales observados en estro durante un lapso de 21 días dividida por el total de animales x 100. En general este valor promedia alrededor del 50%, lo que significa que se observa el celo en aproximadamente la mitad de las vacas disponibles (Hafez, 1996).

Eficiencia de Inseminación: En general, la eficiencia de la inseminación es cerca de 100% cuando un toro sano es utilizado en servicio natural. En el caso de la inseminación artificial, este factor se mide principalmente por la habilidad del productor e inseminador para:

- Determinar el momento correcto para inseminar;
- Manejar el semen congelado en forma correcta;
- Depositar el semen descongelado en precisamente en la entrada del útero (Souza, 2004).

2.5. Trabajos relacionados con la pérdida de dispositivos intravaginales

Perales y Ortiz (2019), evaluaron el efecto del uso de dos implantes de progesterona (CRONIPRES® 0,5 g Mono uso Biogenesis Bagó, Argentina y PRIMER PR® 0,36 g, Tecnopec, Brasil) en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo sobre la tasa de concepción en vaquillas Nelore; realizado en el año 2018 en el área integrada del departamento de Santa Cruz. El protocolo de sincronización para IATF, para ambos tratamientos fue: Día 0: se colocó el implante intravaginal; luego se administró 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE) por vía intramuscular (IM), junto con la inserción del dispositivo. Día 8: se retiró el implante y se aplicó 150 mg de un análogo de PGF2 α (D+Cloprostenol) por IM; además se administró cipionato de estradiol (0,5) y ECG (gonadotropina corionica equina). Día 10: 48 horas post retiro del implante se administró GnRH, para luego realizar la IATF. Los resultados reportados, refieren similares tasas de concepción en vaquillas Nelore tratadas con dos implantes intravaginales (CRONIPRES® tasa de preñez de 57,7% y con PRIMER PR® 54,0 %), estadísticamente no se demostró significancia. Además, pese a que las vaquillas tratadas con el implante intravaginal PRIMER PR® registran pérdidas del implante durante la sincronización, las tasas de preñez no fueron afectadas por estas pérdidas, en relación al uso de dispositivos convencionales. Asimismo, informan un mayor costo operativo del proceso de IATF en el grupo de vaquillas sincronizadas con PRIMER PR® (254 Bs), en comparación con el grupo de vaquillas sincronizadas con CRONIPRES® (232 Bs); esto debido al mayor costo del dispositivo PRIMER PR®; pero no así por las pérdidas físicas del implante.

Arrastua, Marisa (2017), analizó las pérdidas de dispositivos intravaginales con progesterona utilizados en protocolos de IATF en Buenos Aires, Argentina. Para llevar a cabo dicho análisis, utilizó 3 set de datos (A, n=2880; B, n=3802; y C, n=8015) con la finalidad de estudiar diferentes factores que podrían afectar la pérdida de dispositivos. Los factores que se tuvieron en cuenta fueron el establecimiento, la categoría (vaca, vaquillonas de 15 y de 24 meses), la marca del dispositivo, el número de usos, la subespecie animal (*Bos Taurus* o *Bos Indicus*), la estructura ovárica, el grado de desarrollo reproductivo (GDR) y la condición corporal (CC). El porcentaje de pérdida de dispositivos fue para los Set A, B y C de 0,84%; 0,71 % y 0,78 %, respectivamente. Solo se registró un efecto significativo de la condición corporal sobre la pérdida de los dispositivos en el set C (escala 1 a 9, $CC \leq 4$: 1,81%; $CC > 6$: 0,19 %). En base a los resultados obtenidos se concluye que los factores analizados no afectan la pérdida de dispositivos intravaginales en protocolos de IATF, con excepción de la CC. Los animales con $CC \leq 4$ tienen mayor probabilidad de perder el dispositivo que aquellos con un $CC > 6$. No obstante, la información generada deberá ser corroborada en futuros ensayos.

Los resultados de otros trabajos, se cita a: Monteserin et al. (2011) quienes reportaron una pérdida del 0,6%; en cambio resulta inferior a lo informado por Bó et al. (2002), quienes registraron valores de un 2%. Dichas pérdidas no están ligadas a la raza, la edad, la categoría de los animales, el GDR de las vaquillonas, la marca del dispositivo y el número de uso. Braz et al., 2013; Martinez et al., 2014, registraron un 0,52% y 1,3% de pérdida, respectivamente. Dichos trabajos se efectuaron en vaquillonas de 15 y 24 meses de edad, con una CC 5. Callejas et al. (2009) obtuvieron entre 1,2% y 4% de pérdida en un trabajo realizado en vacas con cría al pie, que presentaban una CC de 5 a 6; por su parte, Cledou et al, (2006) registraron un 1,6% en un trabajo realizado con vacas Angus secas de segundo servicio, de CC 4. Rodríguez Pérsico et al. (2016) no registraron pérdidas en vacas Braford cola de parición CC 4 a 5.

Por lo expuesto, se considera importante profundizar investigaciones que relacionen la pérdida de dispositivos con varios factores, como la condición corporal (CC) de las vacas, a efectos de contribuir a mejorar la técnica de IATF.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Área geográfica del estudio

Este trabajo se ejecutó con registros de las propiedades ganaderas Jabalí y Las Cachas, ubicadas en la zona integrada del departamento de Santa Cruz. Esta área se ubica en la región centro occidental del departamento a 17°47' de Latitud y 63°11' de Longitud, a una altura de 400 m.s.n.m.; clima cálido con una humedad relativa, alcanzando temperaturas medias de 30° C y de 16° C en invierno.

3.2. Tipo de investigación

Este trabajo es una investigación de tipo descriptivo, ya que se utilizaron los registros de programas de IATF de dos propiedades ganaderas, a fin de medir el efecto de la pérdida de implantes intravaginales de progesterona sobre la eficiencia reproductiva y económica. Asimismo, es de carácter cuantitativa, ya que los resultados obtenidos fueron cuantificados y medibles, como las pérdidas de implantes, la tasa de concepción y el costo operativo unitario.

3.3. Unidad de trabajo

Correspondió a los registros individuales reproductivos de vientres Nelore sometidas a un programa de IATF de dos propiedades ganaderas: Propiedad Jabalí, con 1.843 vacas en IATF, y propiedad Las Cachas, con 413 vientres con IATF.

3.4. Metodología

La metodología se basa en la descripción de los protocolos de IATF utilizados en ambas propiedades, a fin de cuantificar los costos de IATF total y por vacas preñadas.

3.4.1. Protocolo de sincronización

El protocolo de sincronización de celos para IATF, tanto para las propiedades Jabalí y Las Cachas, fue el siguiente:



- Día 0: se colocó el implante intravaginal dispositivo de progesterona de uso único (1,0 g de progesterona); luego se administró 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE) por vía intramuscular (IM).
- Día 8: se retiró el implante y se aplicó 150 mg de un análogo de PGF 2α (D+Cloprostenol) por vía IM; además se administró 1,0 mL de cipionato de estradiol y 1 mL de ECG.
- Día 10: aplicación de GnRH, 1 mL, y 52 horas post retiro del implante se procedió a la IA.

3.4.2. Manejo post IATF

Todos los animales permanecieron en un solo grupo recibiendo similar manejo alimenticio. El diagnóstico de gestación realizó mediante ultrasonografía a los 30 días después de la IATF. Asimismo, se controlaron y cuantificaron las pérdidas del dispositivo intravaginal en ambas propiedades durante todo el periodo de sincronización.

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Variables de estudio

Para efectivizar el análisis estadístico de los resultados de IATF en ambas propiedades, se consideraron las siguientes variables:

Variable independiente (Factor):

- Propiedad ganadera, con dos niveles: Propiedad J y propiedad LCH.

Variable dependiente (de respuesta):

- Tasa de preñez, expresada en %.
- Pérdidas de implantes intravaginales, expresado en %.

3.5.2. Método estadístico

El análisis de la significancia estadística de la variable de respuesta (tasa de preñez, pérdida del implante y tasa de preñez vs pérdida de implante) por efecto del factor (propiedades ganaderas), fue determinado a través del método de Chi Cuadrado, aceptando un nivel de confianza de 95 %, un error de 5 % y un valor de $p \leq 0,05$.

3.6. Análisis de costos operativos

Los costos operativos para ambos tratamientos fueron calculados en función de los gastos en los implantes, hormonas, semen, mano de obra y material de inseminación. El costo total fue dividido entre el total de vacas preñadas para determinar el costo unitario por vaca preñada. Asimismo, se realizó una proyección de los costos incluyendo a las vacas con implante perdido.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tasa de preñez total

En la tabla 1 y gráfico 1, se registran las tasas de preñez en vacas Nelore sometidas a IATF en las propiedades ganaderas Jabalí y Las Cachas, periodo 2020 y 2021, respectivamente.

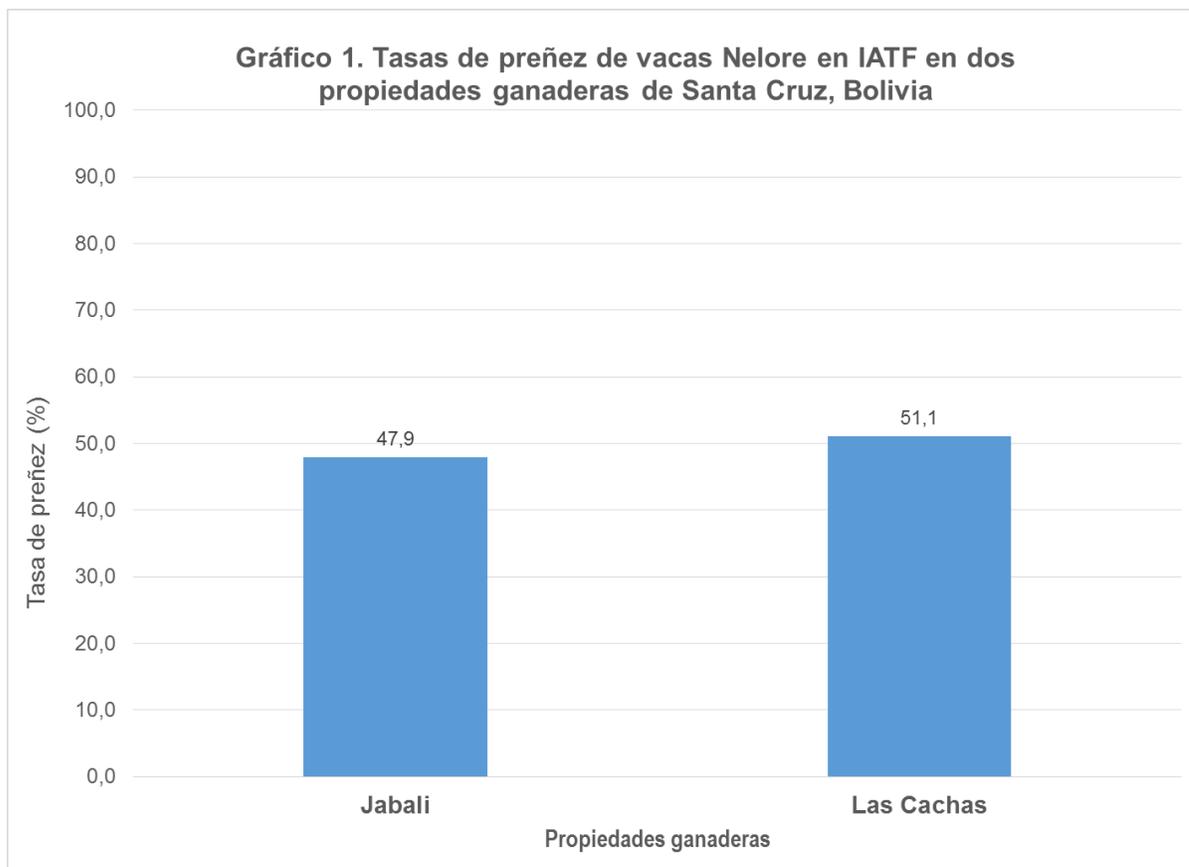
Tabla 1. Tasas de preñez en vacas Nelore sometidas a un programa de IATF en propiedades ganaderas de la zona integrada de Santa Cruz. Periodo 2020 – 2021

Propiedades	N vacas IATF	Vacías		Preñadas	
		n	%	n	%
Jabali	1.843	960	52,1	883	47,9
Las Cachas	413	202	48,9	211	51,1
Total	2.256	1.162	51,5	1.094	48,5

Significancia (p> 0,05)

Fuente: elaboración propia

La tasa de preñez global fue de 48,5 %. En el grupo de vacas de la propiedad Jabalí, de 1.843 con IATF, 883 estaban preñadas, registrando una tasa de preñez de 47,9 %. Para la propiedad Las Cachas, de 413 vacas con IATF, en 211 se confirmó preñez es decir 51,1 %. Estos valores no difirieron estadísticamente (p> 0,05).



Fuente: elaboración propia

Perales y Ortiz (2019), registran una tasa de preñez de 57,7% en vaquillas Nelore sincronizadas con el implante de progesteroneo de 1 gr. Este valor es superior al determinado en este trabajo (48,5 %). Asimismo, Rocamonje y Ortiz (2019), registran una tasa de preñez en vacas Nelore de 53,6 % mediante IATF.

Otros autores en el Brasil, Pires, (2019), comparando el uso de los implantes intravaginales Repro one® x Repro neo® (3º uso), indican una tasa de preñez en vacas mestizas multíparas de 53,3 % y en vacas Nelore multíparas de 53,85 %; en primíparas, indica 38,78 % en mestizas y 33,84 % en Nelore.

Por último, Rivera; Ortiz y Quezada, (2004), indican que los dispositivos con P4 y EB permiten un óptimo manejo reproductivo del hato, restringiendo la necesidad de detección de celo a periodos de tiempo cortos y preestablecidos, sin embargo, no se encontró ventaja de la administración de P4 14 días postratamiento para resincronización de celo subsiguiente.

Finalmente, la tasa de preñez indicada en el presente trabajo se encuentra en los valores medios departamentales de los programas de IATF en bovinos productores de carne referente a tasas de preñez (45 – 55 %).

4.2. Pérdidas de implantes y tasa de preñez

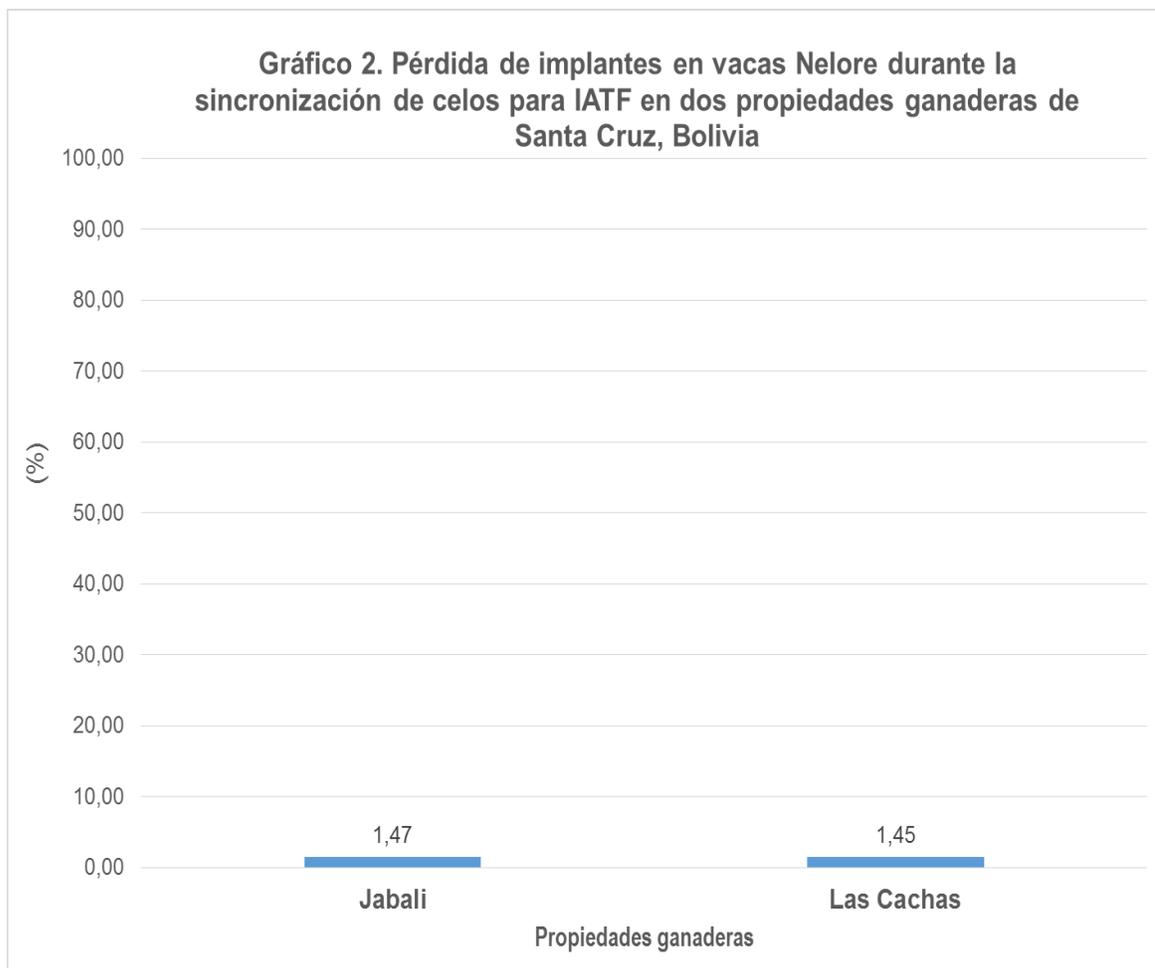
Las pérdidas de implantes en vacas Nelore de ambas propiedades representó el 1,46 % (33/2.256); por propiedades, en Jabalí las pérdidas registraron 1,47 % (27/1.843) y en Las Cachas, 1,45 % (6/413), cuyos valores no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), tal como se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Pérdidas de implantes en vacas Nelore en un programa de IATF en propiedades ganaderas de la zona integrada de Santa Cruz. Periodo 2020 - 2021

Propiedad	N vacas IATF	Pérdida implante	
		n	%
Jabalí	1.843	27	1,47
Las Cachas	413	6	1,45
Total	2.256	33	1,46

Significancia $(p > 0,05)$

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Al respecto, Perales y Ortiz (2019), refieren que de las 100 vaquillas sincronizadas con el implante intravaginal PRIMER PR®, se evidenciaron la pérdida de 24 implantes, representando el 24,0 %: este valor es superior al determinado en el presente trabajo.

Asimismo, Rezende y Baruselli, (2017), informan que las pérdidas de los dispositivos en un 9% en vacas; en ese estudio, también informan que la pérdida

de implantes fue de 1% para el tratamiento con Crestar® y de 17 % para el grupo Primer PR®.

Arrastua, Marisa (2017), el porcentaje de pérdida de dispositivos fue para los Set A, B y C de 0,84 %; 0,71 % y 0,78 %, respectivamente. Solo se registró un efecto significativo de la condición corporal sobre la pérdida de los dispositivos en el set C (escala 1 a 9, CC \leq 4: 1,81%; CC > 6: 0,19 %). En base a los resultados obtenidos se concluye que los factores analizados no afectan la pérdida de dispositivos intravaginales en protocolos de IATF, con excepción de la CC.

Asimismo, Monteserin y col., (2011) quienes reportaron una pérdida del 0,6%; en cambio resulta inferior a lo informado por Bó y col., (2002), quienes registraron valores de un 2 %. Dichas pérdidas no están ligadas a la raza, la edad, la categoría de los animales, el GDR de las vaquillonas, la marca del dispositivo y el número de uso. Braz y col., 2013; Martínez y col., 2014, registraron un 0,52% y 1,3% de pérdida, respectivamente.

Callejas y col., (2009) obtuvieron entre 1,2% y 4% de pérdida en un trabajo realizado en vacas con cría al pie, que presentaban una CC de 5 a 6; por su parte, Cledou y col., (2006) registraron un 1,6% en un trabajo realizado con vacas Angus secas de segundo servicio, de CC 4. Rodríguez Pérsico y col., (2016) no registraron pérdidas en vacas Braford cola de parición CC 4 a 5.

En la tabla 3 se registran las tasas de preñez solamente en las vacas con pérdida de implante en un programa de IATF a nivel de las dos propiedades ganaderas estudiadas en la zona integrada de Santa Cruz.

Tabla 3. Tasas de preñez en vacas con pérdidas de implante en un programa de IATF en propiedades ganaderas de la zona integrada de Santa Cruz. Periodo 2020 - 2021

Propiedad	Pérdida implante (n)	Vacías		Preñadas	
		n	%	n	%
Jabalí	27	14	51,9	13	48,1
Las Cachas	6	4	66,7	2	33,3
Total	33	18	54,5	15	45,5

Significancia (p> 0,05)

Fuente: elaboración propia

En la propiedad Jabalí, de 27 vacas con pérdida de implante, el 51,9 % resultaron vacías y el 48,1 % preñadas; en Las Cachas, 6 vacas perdieron implante, en las mismas el 33,3 % estaban preñadas. Estos resultados estadísticamente no difirieron entre vacas que perdieron su implante (p> 0,05).

En la tabla 4 se indican las tasas de preñez real, es decir de todo el hato incluyendo a vacas preñadas pero con pérdida de implante; además, se muestran las tasas de preñez en las vacas vacías con pérdida de implante, a fin de proyectar un escenario sin pérdidas de implante y su efecto sobre el total de la tasa de preñez.

Tabla 4. Tasa de preñez real y proyectada en función de las vacas vacías que han perdido su implante en un programa de IATF

Propiedad	Tasa de preñez real		Vacas vacías con pérdida de implante	Preñadas	Proyección de la preñez	
	n	%			Total preñadas	%
Jabalí	883	47,9	14	7	890	48,3
Las Cachas	211	51,1	4	2	213	51,6
Total	1094	48,5	18	9	1.103	48,9

Significancia

(p> 0,05)

(p> 0,05)

Fuente: elaboración propia

En la propiedad Jabalí se registró un 47,9 % de preñez, aplicando esta tasa de preñez al grupo de vacas con pérdida de implante pero vacías, se proyectan un número de 7 vacas preñadas, lo cual sumado al total de vacas preñadas (883) da una proyección de 890 vacas preñadas, con una tasa de 48,3 %, siendo superior a la tasa global con un 0,4 %.

Considerando la misma lógica en el procedimiento, en la propiedad ganadera Las Cachas, se obtiene una tasa proyectada de preñez de 51,6 %, siendo mayor con 0,5 % a la tasa global de preñez en esta propiedad.

4.3. Análisis de costos operativos por vaca preñada

Los costos operativos incluyeron: Implante, Benzoato de estradiol, PGF2, Gonadotropica coriónica equina, GNRH, Semen, Material inseminación y mano de obra, generando un costo por vaca IATF de 140 Bs (Tabla 5).

Tabla 5. Costos operativos por vaca preñada y proyección de costos incluyendo a vacas preñadas con implante perdido en un programa de IATF

Detalle	Unidad	Propiedad	
		Jabali	Las Cachas
Vacas IATF	Cab	1.843	413
Costo unitario IATF	Bs	140	140
Total costo IATF	Bs	257.836	57.779
Vacas preñadas	Cab	883	211
Costo real vaca preñada	Bs	292	274
	\$us	42,0	39,3
Proyección vacas preñadas	Cab	890	213
Proyección costo vaca preñada	Bs	290	271
	\$us	41,6	39,0

Fuente: elaboración propia

Multiplicando el total de vacas introducidas al programa de IATF con el costo por cada IATF, se determina un valor de 257.386 Bs para la propiedad Jabalí y de 57.779 Bs para Las Cachas.

Estos valores total de IATF divididos entre el total de vacas con preñez confirmada, registra un costo de 292 Bs para la propiedad Jabalí y de 274 Bs para Las Cachas.

Considerando la proyección de la tasa de preñez en función a las vacas con pérdidas de implantes y vacías, se obtiene un costo de 290 Bs por vaca preñada para Jabalí y de 271 Bs para Las Cachas. Existiendo una disminución en el costo de 2 y 3 Bs, respectivamente.

Perales y Ortiz (2019) indican que los costos operativos del proceso de IATF por vaquilla preñada, según el tipo de implante intravaginal utilizado, CRONIPRES®

Y PRIMER PR®, se evidencia un costo unitario de 232 Bs para el grupo de vaquillas sincronizadas con CRONIPRES® y de 254 Bs para PRIMER PR®.

También Rocamonje y Ortiz (2019), informan que en el grupo de vacas sincronizadas con REPRO ONE® se registra un costo de 204 Bs (equivalente a 29 \$us) por vaca preñada, y en vacas sincronizadas con CRONIPRES® de 217 Bs (31 \$us). Verificándose una diferencia monetaria de 2 Bs.

Todos estos valores de costos por preñez son inferiores a los del presente trabajo (283 Bs por vaca preñada promedio para ambas propiedades).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se obtuvo una tasa de preñez total de 48,5 %; siendo en la propiedad Jabalí de 47,9 % y en la propiedad Las Cachas con 51,1 %, estos valores no difirieron estadísticamente. Estas tasas de preñez se encuentran dentro del rango obtenido en bovinos productores de carne en Santa Cruz.

Las pérdidas de implantes en vacas Nelore fue de 1,46 %; entre propiedades no se evidenció diferencias. Sin embargo, trabajos similares registran mayores pérdidas, principalmente en vaquillas.

La proyección de las tasas de preñez considerando a vacas vacías con pérdida de implantes, genera un aumento general de dichas tasas en 0,4 % para la propiedad Jabalí y de 0,5 % en Las Cachas; es decir, que la pérdida de implantes significó la pérdida de preñez en 7 vacas en la propiedad Jabalí y de 2 en Las Cachas.

Referente a los costos operativos de la IATF, se registra un promedio de 283 Bs por vaca preñada; siendo de 292 Bs para la propiedad Jabalí y 274 Bs para Las Cachas. Proyectando más vacas preñadas ante una situación sin pérdidas de implantes, los costos por vaca preñada disminuyen en 2 y 3 Bs, respectivamente.

5.2. Recomendación

Considerando que las pérdidas de implantes de progesterona durante la sincronización de celos para IATF en vacas Nelore, tiene un efecto negativo sobre la productividad y rentabilidad en la explotación de bovinos productores de carne, se recomienda generar las medidas necesarias para impedir dichas pérdidas, a través de un control más intenso del proceso de sincronización.

VI. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrastua, Marisa. 2017. Análisis de pérdidas de dispositivos intravaginales en protocolos hormonales para IATF. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1575>

Ayala C. A. y Arze T.E. 2008. Determinación de la eficiencia en la reutilización de dos tipos de dispositivos intravaginales en la resincronización de celos posterior a la IATF. Tesis en Zootecnia. UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

Baruselli, S. P. 2003. Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro, en condiciones tropicales. In V simposio Internacional de Reproducción Animal IRAC, Córdoba – Argentina. pp.103 – 107.

Biogénesis Bagó. 2019. Repro One® - Progesterona 0,5 g. Disponible en: <http://sites.beefpoint.com.br/biogenesis-bago/author/biogenesis-bago/>

Bó, G. 1998. Segundo Simposio Internacional de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC). Córdoba, Argentina. Pp. 61- 109.

Bó, G.; Cutaia L. y Moreno D. 2003. Experimentos Realizados en 2002-2003 utilizando Dispositivos D.I.B.(Syntex S.A.) por el Instituto de Reproducción Animal Córdoba, Córdoba-Argentina.

Bó, G.; Cutaia, L.; Chesta, P.; Balla, E.; Picinato, D.; Peres, L.; Maraña, D. y Baruselli, S.P. 2006. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo: Cómo Tener los Mejores Resultados en el NEA y en el NOA. Disponible en: <http://www.syntexar.com>.

Bó, G. A. y. Cutaia, L. 2015. Estado del arte en IATF: factores que afectan sus resultados. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Universidad Católica de Córdoba, Agencia Córdoba Ciencia. Syntex SA. Documento.

Borenstein, S.F.J.; Ortiz, T. J.J. y Quezada, T. J. M. 2004. Comparación de la eficiencia de dos implantes intravaginales con progesterona para la sincronización de celo en bovinos Nelore. Tesis en Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

Callejas, S. S. 2001. Principales características de la fisiología del ciclo estral; control neuroendocrino y dinámica folicular. In Manual Técnico Businch Buenos Aires-Argentina. Pp. 2-13.

Cutaia, L. S. 2003. Programas de IATF. En rodeos de cría, factores que lo afectan y resultados productivos. In 5to simposio internacional de reproducción animal IRAC, Córdoba – Argentina.pp.115-123.

De Alba, J., 1985, Reproducción Animal, Ediciones Copilco, S.A., D.F. – México, pp. 21 – 45.

De La Sota, L.2003. Utilización de análogos de Prostaglandinas de la F2 α en un programa de sincronización de ovulación en rodeos de cría. In Manual Técnico Bovsinch. Buenos Aires –Argentina.pp.36-39.

Hafez, E.S.E., 1996, Reproducción e Inseminación Artificial en Animales, Interamericana, D.F. – México, Sexta Edición, pp. 66 – 103.

IRAC, 2003. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande Córdoba – Argentina. pp. 205 – 213.

IRAC, 2009. Curso de Postgrado de Reproducción Bovina, Modulo III. Córdoba – Argentina.

Mapletoft, R. J. 2003. Esteres de estrógenos para la sincronización de la emergencia de la onda folicular y la ovulación de animales tratados con dispositivos con progesterona. Córdoba – Argentina.pp.57-59.

Kochi, S.T; Ortiz, T. J.J. y Ortiz, G. J. 2014. Inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillas Nelore utilizando dispositivos intravaginales de 0,6 g de progesterona (monouso) nuevos y usados. Tesis, Facultad de Ciencias Veterinarias - UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

Perales C., J.H. y Ortiz T., J. 2019. Comparación de dos implantes de progesterona (CRONIPRES® 0,5 g y PRIMER PR® 0,36 g) en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillas Nelore. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Veterinarias, UAGRM. Santa Cruz, Bolivia. Resumen. 1 p.

Pires Ribeiro, Gustavo. 2019. Fazenda Santa Maria xperimento Comparativo Repro one x Repro neo (3º uso): Global Gen Vet Science. Brasil. Documento PPT. Disponible en: <https://www.agroline.com.br/produtos-veterinarios/reproducao-e-inseminacao-iatf>

Rivera Eid, A.; Ortiz, T. J.J.; Quezada, T. J. M. 2004. Sincronización y resincronización de celo en vacas criollas utilizando progesterona. Tesis en Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

Rocamonje Fuentes, Romina y Ortiz Terceros, Javier. 2019. Comparación De Implantes De Progesterona (Cronipres® Y Repro One®) En Un Programa De Inseminación Artificial A Tiempo Fijo En Vacas Nelore. Tesis para optar el título académico de: Licenciado En Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Documento.

Rutter, B. y Russo, A. 2002. Fundamentos de la Fisiología de la Gestación y el Parto de los Animales Domésticos, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires-Argentina. Pp. 16-34.

Souza, F. C. 2004. Manejo Reproductivo de machos e femeas. 4to simposio Latinoamericano de Ganado de corte. Santa Cruz – Bolivia. pp. 28-33.

Ungerfeld, R. 2002. Reproducción en los Animales Domésticos, Tomo I, Ediciones Melibea, Montevideo-Uruguay. pp. 32-63.

ANEXOS

Anexo 2. Análisis estadístico

Análisis estadístico tasa de preñez total

FRECUENCIAS OBSERVADAS							COMPONENTES DE CHI CUADRADO						
Variable Y							Variable Y						
0							0						
	y1	y2	y3	y4	y5	Total		y1	y2	y3	y4	y5	Total
	Vacias	Preñad	0	0	0	Total		Vacias	Preñad	0	0	0	Total
x1 Jabali	960	883	0	0	0	1843	Variable Xx1 Jabali	0,1212	0,129	0	0	0	0,24984
x2 Las Cacal	202	211	0	0	0	413	Clase x2 Las Cacal	0,5407	0,574	0	0	0	1,11492
x3	0	0	0	0	0	0	x3	0	0	0	0	0	0
x4	0	0	0	0	0	0	x4	0	0	0	0	0	0
x5	0	0	0	0	0	0	x5	0	0	0	0	0	0
Total	1162	1094	0	0	0	2256	Total	0,6618	0,703	0	0	0	1,36

FRECUENCIAS ESPERADAS EN CASO DE INDEPENDENCIA						
Variable Y						
0						
	y1	y2	y3	y4	y5	Total
	Vacias	Preñad	0	0	0	Total
x1 Jabali	949,28	893,7	0	0	0	1843
x2 Las Cacal	212,72	200,3	0	0	0	413
x3	0	0	0	0	0	0
x4	0	0	0	0	0	0

Chi cuadrado=	1,36
Grados libertad	1
p=	0,243

Fuente: elaboración propia

Análisis estadístico pérdidas de implante

FRECUENCIAS OBSERVADAS							COMPONENTES DE CHI CUADRADO									
Variable Y							Variable Y									
PERDIDAS DE IMPLANTE							PERDIDAS DE IMPLANTE									
y1 y2 y3 y4 y5							y1 y2 y3 y4 y5									
SIN PE CON I 0 0 0 Total							SIN PE CON I 0 0 0 Total									
x1	Jabali	1816	27	0	0	0	1843	Variable X	x1	Jabali	9E-07	6E-05	0	0	0	6,4E-05
x2	Las Cacho	407	6	0	0	0	413	Clase	x2	Las Cacho	4E-06	3E-04	0	0	0	0,00029
x3	0	0	0	0	0	0	0	x3	0	0	0	0	0	0	0	0
x4	0	0	0	0	0	0	0	x4	0	0	0	0	0	0	0	0
x5	0	0	0	0	0	0	0	x5	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		2223	33	0	0	0	2256	Total		5E-06	3E-04	0	0	0	0	0,00

FRECUENCIAS ESPERADAS EN CASO DE INDEPENDENCIA									
Variable Y									
PERDIDAS DE IMPLANTE									
y1 y2 y3 y4 y5									
SIN PE CON I 0 0 0 Total									
x1	Jabali	1816	26,96	0	0	0	1843	Chi cuadrado=	0,00
x2	Las Cacho	406,96	6,041	0	0	0	413	Grados libertad	1
x3	0	0	0	0	0	0	0	p=	0,985

Fuente: elaboración propia

Análisis estadístico pérdidas de implante x tasa de preñez

FRECUENCIAS OBSERVADAS								COMPONENTES DE CHI CUADRADO								
		Variable Y							Variable Y							
		pérdidas x tasa preñez							pérdidas x tasa preñez							
		y1	y2	y3	y4	y5			y1	y2	y3	y4	y5			
		vacías	preñad	0	0	0	Total			vacías	preñad	0	0	0	Total	
κ	x1 Jabali	14	13	0	0	0	27	Variable X	x1 Jabali	0,0359	0,043	0	0	0	0,07901	
	x2 Las Cach	4	2	0	0	0	6	Clase	x2 Las Cach	0,1616	0,194	0	0	0	0,35556	
	x3	0	0	0	0	0	0		x3	0	0	0	0	0	0	
	x4	0	0	0	0	0	0		x4	0	0	0	0	0	0	
	x5	0	0	0	0	0	0		x5	0	0	0	0	0	0	
	Total	18	15	0	0	0	33		Total	0,1975	0,237	0	0	0	0,43	
FRECUENCIAS ESPERADAS EN CASO DE INDEPENDENCIA																
		Variable Y														
		pérdidas x tasa preñez														
		y1	y2	y3	y4	y5										
		vacías	preñad	0	0	0	Total									
κ	x1 Jabali	14,727	12,27	0	0	0	27									
	x2 Las Cach	3,2727	2,727	0	0	0	6									
	x3	0	0	0	0	0	0									
	Total	18	15	0	0	0	33									
										Chi cuadrado=				0,43		
										Grados libertad				1		
										p=				0,510		

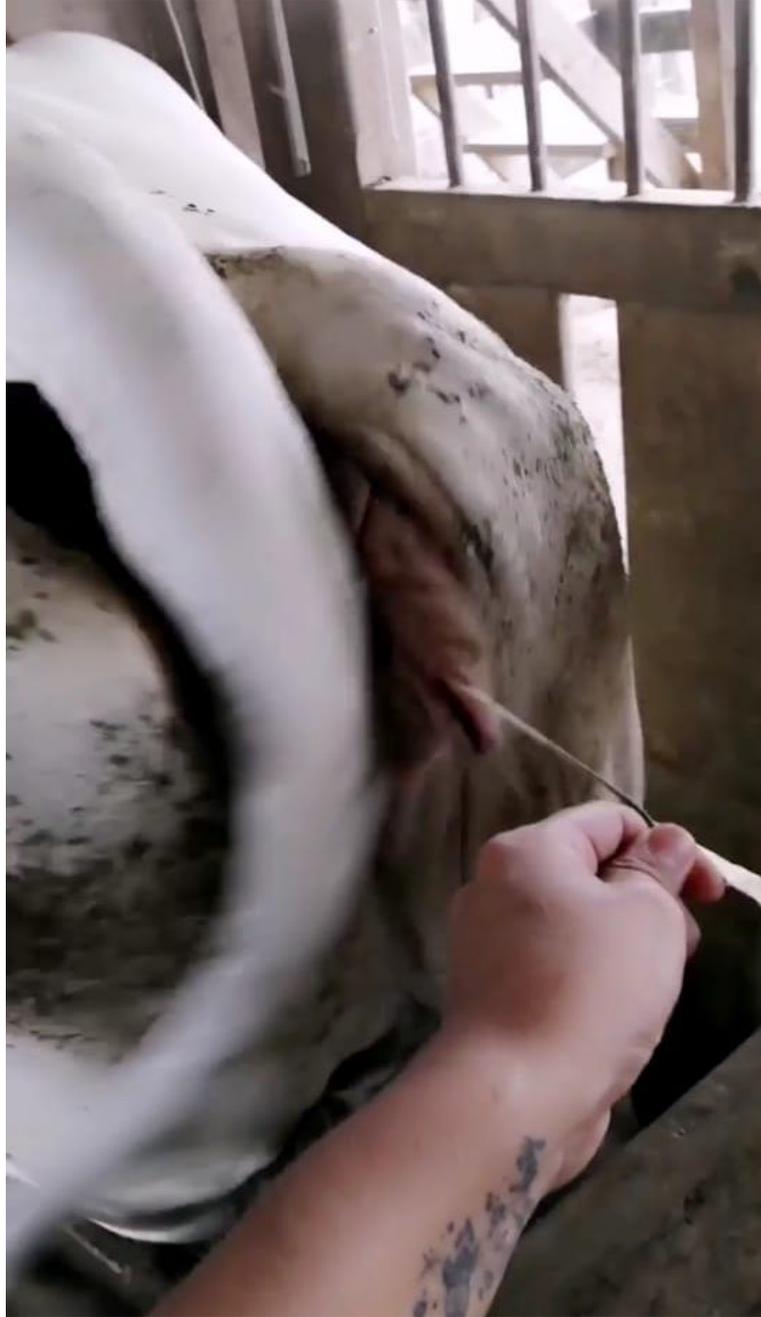
Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Costos de insumos IATF

Costos operativos unitarios de IATF en vacas Nelore				
Detalle costos	Unidad	Cronipres®		
		n	Costo unitario	Costo total
Implante	Pza	1	25,0	25,0
Benzoato de estradiol Cipionato de estradiol	mL	4	0,7	2,8
PGF2	mL	2	4,2	8,4
Gonadotropica coriónica equina	mL	1	5,2	5,2
GNRH	mL	1	6,5	6,5
Semen	Pajuela	1	35,0	35,0
Material inseminación	Global	1	15,0	15,0
Mano de obra	Global	1	42,0	42,0
Costo IATF vaquilla				140
Fuente: elaboración propia				

Anexo 4. Imágenes del trabajo de campo

Retiro de implante



Fuente: elaboración propia

Inseminación artificial



Fuente: elaboración propia

Selección de vientres (Palpación)



Fuente: elaboración propia