

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



**MODALIDAD DE GRADUACIÓN
TESIS DE LICENCIATURA**

TÍTULO:

**EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VAQUILLAS Y VACAS
CRIOLLAS EN UN PROTOCOLO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO
FIJO CON RESINCRONIZACIÓN, HACIENDA SANTA MARÍA (Municipio
Charagua de la provincia Cordillera de Santa Cruz)**

PROFESIONAL GUÍA:

**MVZ. FRANCISCO ROJAS VIDAL
MVZ. SILVIA NARELL ARANIBAR VELASCO**

POSTULANTE:

JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BRAVO

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

SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA

ABRIL DE 2021

HOJA DE APROBACIÓN

La presente Tesis de Licenciatura titulada: **EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VAQUILLAS Y VACAS CRIOLLAS EN UN PROTOCOLO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON RESINCRONIZACIÓN, HACIENDA SANTA MARÍA (Municipio Charagua de la provincia Cordillera de Santa Cruz)**, realizada por **JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BRAVO**, bajo la dirección del Comité de Investigación de Grado de La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha sido aceptada 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 M.Sc. MVZ. Enrique Gonzáles Apaza

.....
M.Sc. MVZ. Patricia Bravo Vaca

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

TRIBUNAL CALIFICADOR

La presente Tesis de Licenciatura titulada: **EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VAQUILLAS Y VACAS CRIOLLAS EN UN PROTOCOLO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON RESINCRONIZACIÓN, HACIENDA SANTA MARÍA (Municipio Charagua de la provincia Cordillera de Santa Cruz)**, realizada por **JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BRAVO**, 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 bendecir mi vida dándome la fortaleza y oportunidad de adquirir una profesión, la cual estará al servicio de la sociedad.

A Mis Padres: Javier Fernando Gutiérrez Suárez y Patricia Bravo Vaca por enseñarme a amar y respetar la naturaleza y los animales y además darme el ejemplo de perseverancia y trabajo.

*Salmo 1:3: Es como el árbol plantado a la orilla de un río que,
cuando llega su tiempo da frutos y sus hojas jamás se marchitan.*

¡Todo cuanto hace prosperará!

AGRADECIMENTOS

- A la **Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia** de la **Universidad Evangélica Boliviana**.
- Un homenaje póstumo a mi asesor y guía de mi tesis, **Dr. Francisco Rojas Vidal**, por enseñarme y compartir su experiencia, por su dedicación y esmero desinteresado, y por su amistad incondicional. Dios lo tenga en su gloria.
- Agradecimiento especial a la **Dra. Silvia Narell Aranibar Velasco**, por su asesoramiento en mi trabajo de tesis.
- Agradecimiento especial a todos los docentes que me formaron y capacitaron para enfrentar la vida profesional.
- A todos los que desinteresadamente contribuyeron a la realización de esta investigación.
- A mis amigos por los momentos compartidos durante mi estancia por la universidad, por su confianza y amistad.
- A los propietarios y personal de apoyo de la hacienda Santa Maria por brindarme todo el apoyo para la realización de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Índice de contenido.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras	viii
Resumen	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos e hipótesis	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.4.3. Hipótesis	4
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. FISIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	5
2.1.1. Endocrinología de la reproducción	5
2.1.2. Hormonas que participan en el ciclo estral.....	5
2.1.3. Fases del ciclo estral.....	9
2.2. SINCRONIZACIÓN DE CELOS	11
2.2.1. Control, sincronización e inducción de la ovulación	11
2.2.2. Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino.....	12
2.2.3. Dispositivos intravaginales	15
2.3. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)	17
2.3.1. Ventajas de la IATF.....	17
2.3.2. Factores a tener en cuenta para la implementación de un programa de IATF	18

2.4. INDICADORES PARA MEDIR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA	20
2.4.1. Tasa de concepción (TC)	20
2.4.2. Tasa de preñez (TP)	21
2.5. TRABAJOS RELACIONADOS AL TEMA (ESTADO DEL ARTE).....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Localización del área de estudio	28
3.2. Diseño experimental	28
3.2.1. Tipo y métodos de investigación	28
3.2.2. Unidad experimental	28
3.2.3. Materiales e insumos utilizados.....	29
3.2.4. Tratamientos experimentales	30
3.3. Método de campo	30
3.4. Análisis estadístico	31
3.4.1. Variables independientes y dependientes	31
3.4.2. Método estadístico	31
3.5. Análisis de costos operativos	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Tasas de preñez a la primera sincronización con IATF	33
4.2. Tasas de preñez a la resincronización de celo en vacas y vaquillas	35
4.3. Tasas de preñez total.....	36
4.4. Costos operativos por vaca y vaquilla preñadas	37
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
5.1. Conclusiones	38
5.2. Recomendaciones	38
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidad experimental del programa de IATF con resincronización de celos en vacas y vaquillas Criollas en la Hacienda Santa María (Municipio Charagua de la provincia Cordillera del departamento de Santa Cruz, Bolivia. 2020 - 2021)	29
Tabla 2. Tasas de preñez en vacas y vaquillas Criollas a la primera sincronización de IATF, hacienda Santa María, año 2020 - 2021	33
Tabla 3. Tasas de preñez a la resincronización de celos en vacas y vaquillas Criollas de la hacienda Santa María, 2020 - 2021	35
Tabla 4. Tasas de preñez total en vacas y vaquillas Criollas a la primera sincronización para IATF y resincronización de celo para IA, hacienda Santa María, 2020 - 2021	36
Tabla 5. Costos operativos por vaca y vaquilla Criollas preñadas en IATF y resincronización de celos	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Protocolo de IATF con resincronización de celos	31
---	----

Institución: Universidad Evangélica Boliviana
Carrera: Medicina Veterinaria y Zootecnia
Modalidad: Tesis de Licenciatura
Nombre: JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BRAVO
Título: EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VAQUILLAS Y VACAS CRIOLLAS EN UN PROTOCOLO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON RESINCRONIZACIÓN, HACIENDA SANTA MARÍA (Municipio Charagua de la provincia Cordillera de Santa Cruz)

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue: Evaluar la tasa de preñez en vaquillas y vacas Criollas en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con resincronización en la hacienda Santa María ubicada en el municipio Charagua de la provincia Cordillera de Santa Cruz, de diciembre 2020 a enero 2021. Para ello, se utilizó un estudio de tipo cuantitativo experimental, es decir de causa – efecto; se trabajó con 40 vientres, 16 vacas y 24 vaquillas Criollas. El protocolo de sincronización y resincronización de celos para el programa de IATF fue: Día 0: implante intravaginal (0,4 g de progesterona); más 2 ml de Benzoato DE Estradiol (BE); Día 8: retiro el implante más 2 ml de ESTROGEST (D+Cloprostenol) , mas 1 ml de Cipionato de Estradiol, mas 2 ml de VETEGON (Hormona ECG); Día 10: IATF a las 48 horas de retirado el implante, mas 2.5 ml de BUTROFINA (GnRH). 30 días post IATF se realizó ecografía para separar vacas y vaquillas preñadas, posteriormente se les colocó implantes a las no preñadas, mas 2ml de BE para re sincronizar el siguiente celo en las vacas y vaquillas, e IATF al día 40. 30 Dias post resincronizacion se realizo una ecografia para confirmar preñez. La significancia estadística de la variable de respuesta (tasa de preñez) por efecto del factor categoría del animal (vaquillas y vacas), se analizó con Chi Cuadrado. El costo operativo total se dividió entre el total de vacas y vaquillas preñadas de cada tratamiento, para así determinar costos operativos unitarios por vientre sometido a IATF y resincronización, y por vientre con preñez confirmada. Resultados: A la primera sincronización para IATF, se registro una tasa de preñez de 56,25 % en vacas Criollas y de 58,3 % en vaquillas Criollas; totalizando en una preñez a IATF, de 57,5 % ($p > 0,05$). La tasa de preñez a la resincronización de celos para IATF, registró valores de preñez 57,14 % en vacas criollas y 40 % en vaquillas criollas, respectivamente, siendo similares estadísticamente ($p > 0,05$). La tasa de preñez total fue de 77,5 %; por categorías, 81,25 % en vacas Criollas (13/16) y 75,0 % en vaquillas (18/24), ($p > 0,05$). Los costos operativos del proceso de sincronización para IATF y resincronización para IA, fueron de 268.52 Bs por vaca preñada y de 286.68 Bs por vaquilla preñada; verificando que se alcanzan mejores tasas de preñez en vacas, los costos por vientre preñado es menor en vacas que en vaquillas, sin embargo el costo total de vientres preñados fue de 279.06 bs

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

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

A decir de Bauer (1995), el ganado Criollo tiene enorme importancia en Bolivia en las zonas de ecología difícil y de las economías de subsistencia. El alto grado de adaptación del bovino Criollo a las condiciones ambientales del país constituye el mérito para competir con las razas introducidas de bovinos. La productividad de estas últimas, prospera en las regiones con mayores recursos forrajeros y menor incidencia de los caracteres ambientales. De este, modo el bovino Criollo se mantiene como el único recurso de las áreas donde las condiciones ambientales son extremas.

El factor ambiental y económico determina la importancia del ganado Criollo frente a las razas bovinas especializadas. El ganado Criollo encaja en su principio fundamental de evitar el riesgo de la producción. Así, el bovino criollo se adaptó al medio, con menor riesgo de morbilidad y mortalidad y su triple función: de trabajo, producción de leche y carne, constituyen un elemento indispensable en el sistema. Por ello las regiones de pequeños productores minifundistas no dudan en la elección del ganado Criollo para su economía (Cardozo, 1993).

El Criollo es una raza propicia para la región del Chaco boliviano donde otras razas no pudieron progresar, con la excepción del Cebú, sin embargo esta raza por su carácter nervioso y arisco dificulta enormemente su manejo, ya que la cría de ganado en el Chaco se practica generalmente de forma extensiva.

La sincronización de celo, es el proceso de manipulación y control del ciclo estral, con el uso de hormonas exógenas, de manera que las hembras de un hato concentren los celos en un determinado periodo de tiempo. Es por ello, que es preciso el uso de implantes de progesterona, aunque en la actualidad existen una variedad de ellos, el productor se ve en la obligación de consultar trabajos de investigación que le respalden la eficiencia del producto (Bó y col., 2016).

La necesidad de inseminar el mayor número de animales en un periodo relativamente corto de tiempo implica la necesidad de desarrollar protocolos que permitan sincronizar el retorno al celo de los vientres que resultan vacíos con la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (ITAF).

En la bibliografía existen muchos datos acerca de la utilización de dispositivos con Progesterona (P4), Benzoato de Estradiol (BE) o la combinación de ambos durante la fase luteal con el objetivo de que los retornos al estro luego de la IATF

se produzcan en un periodo corto y determinado de tiempo. Mediante la aplicación de estos programas es posible obtener en promedio un porcentaje de preñez del 75% en una finca con la utilización de personal y tiempo destinado a esta tarea; por tal razón los programas de resincronización (RC) son una herramienta que ha demostrado ser efectiva y de simple implementación en establecimientos de cría (Cutaia y col., 2003).

Todos los programas de resincronización de la ovulación requieren la detección de celos para que los animales puedan ser reinseminados; sin embargo, como es conocido, existe una gran cantidad de animales que no son detectados en celo, lo cual disminuye las tasas de preñez finales obtenidas por la implementación de los diferentes protocolos, por tal razón se han hechos trabajos de utilización de programas de resincronización de dos rondas de resincronización de los retornos, ya que esto disminuye significativamente el intervalo parto-concepción y parto-parto (Syntex, 2017).

Estudios realizados indican que el tratamiento de resincronización con dispositivos reutilizados entre el día 13 a 20 y la aplicación de 1mg. de Benzoato de Estradiol (BE) en el días 13 y 0.5 mg de BE en el día 21 en vaquillas de 15 meses, aumenta el número de vaquillas que retornan al celo, pero a expensas de una reducción del porcentaje de preñez luego de la primera Inseminación Artificial (IA), esto es debido probablemente al efecto luteolítico del BE en esta categoría de animales (Syntex, 2017).

En Bolivia, Miranda, Arze, Vallejos y Rojas (2002) en bovinos criollos sometidos a IATF, determinaron un porcentaje de preñez fue de 80%; Rivera, Ortiz y Quezada, (2004), en el trabajo de sincronización y resincronización de celo en vacas criollas utilizando progesterona, determinan tasas de concepción de 70,0% y de 66,66 % con una tasa de preñez final de 78%; Ayala y Arze, (2008), determinaron la eficiencia en la reutilización de dos tipos de dispositivos intravaginales en la resincronización de celos posterior a la IATF, en vacas mestizas, obteniendo tasas de concepción a la resincronización de 67,5%.

Janson y Arze, (2010), evaluaron la efectividad de la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en el ganado criollo del Municipio de Cabezas, provincia Cordillera. El promedio más elevado se obtuvo con vacas de condición corporal de 3, logrando un 71% de vientres preñados; Vallejos, Ortiz y Salinas (2012), determinaron la eficacia de la hormona gonadotrofina corionica

equina (eCG) en la inseminación artificial a tiempo fijo en vacas criollo Yacumeño, obteniendo una tasa de preñez de 52,9 %; finalmente, Garnica, Ortiz y Salinas (2014), determinaron la tasa de concepción en vacas de raza criollo “Yacumeño” obteniendo un 52% de gestación.

Ante ello, existe la necesidad de determinar el comportamiento reproductivo de vacas y vaquillas Criollas bajo un programa de IATF con resincronización en la hacienda Santa María, ubicada en el municipio Charagua de la provincia Cordillera de Santa Cruz.

1.2. Planteamiento del problema

Pese a que las tecnologías reproductivas en la ganadería bovina de carne y leche han mejorado sustancialmente la genética, y por ende la productividad y economía de los ganaderos, no se evidencian trabajos que midan la eficiencia reproductiva en ganado bovino Criollo procedente del Chaco boliviano bajo programas de IATF.

Por tanto, no existen datos que valoren las tasas de preñez en vaquillas y vacas Criollas sometidas a un programa de inseminación artificial a tiempo fijo con resincronización en el Chaco boliviano.

1.3. Justificación

Las principales limitaciones de la inseminación artificial en el ganado manejado en condiciones pastoriles extensivas son las fallas en la detección de celos y anestro postparto. Ante estos problemas para el ganadero la inseminación a tiempo fijo se presenta como una alternativa muy valiosa.

Es así, que con este trabajo se pretende demostrar los beneficios de la IATF en la eficiencia reproductiva de vaquillas y vacas Criollas; es decir, medir la respuesta de la raza Criolla a la presentación, sincronización y resincronización de celos con implantes intravaginales. Y uso de hormonas exógenas.

1.4. Objetivos e hipótesis

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la tasa de preñez en vaquillas y vacas Criollas en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con resincronización en la hacienda Santa María ubicada en el municipio Charagua de la provincia Cordillera de Santa Cruz, de diciembre 2020 a enero 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar las tasas de preñez obtenidas con la sincronización y resincronización en vaquillas y vacas Criollas.
- Comparar las tasas de preñez totales en vaquillas y vacas Criollas.
- Determinar costos operativos por vaquilla y vaca Criolla preñada por efecto del protocolo de IATF.

1.4.3. Hipótesis

Ho: Las tasas de preñez en vaquillas y vacas Criollas del Chaco boliviano presentan valores diferentes en un protocolo de IATF con resincronización de celos.

Ha: Las tasas de preñez en vaquillas y vacas Criollas del Chaco boliviano demuestran valores similares en un protocolo de IATF con resincronización de celos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

2.1.1. 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.

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 comenzara un nuevo ciclo estral (Hafez, 1996).

2.1.2. 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 pre hormonas 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).

2.1.2.1. 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).

2.1.2.2. 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).

2.1.2.3. 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).

2.1.2.4. 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).

2.1.2.5. 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).

2.1.2.6. 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.

2.1.2.7. 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).

2.1.2.8. 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).

2.1.3. Fases del ciclo estral

2.1.3.1. 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

2.1.3.2. 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

2.1.3.3. 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

2.2. 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).

2.2.1. 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).

2.2.2. Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino

2.2.2.1. 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).

2.2.2.2. 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 aromatasa 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).

2.2.2.3. 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 cuerpo lúteo inmaduro es insensible a los efectos de la PGF₂, en bovinos y equinos este periodo

refractario alcanza los primeros 4 – 5 días después de la ovulación. El mecanismo preciso de luteólisis inducida por $\text{PGF}_{2\beta}$ es incierto, pero podría estar relacionado con cambios del flujo sanguíneo en venas útero – ováricas, inhibición de la respuesta ovárica normal de las gonadotropinas, o estimulación de enzimas catalíticas. $\text{PGF}_{2\alpha}$ 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).

2.2.2.4. 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.

2.2.3. Dispositivos intravaginales

2.2.3.1. Mecanismo de acción del dispositivo intravaginal bovino (DIB)

La progesterona liberada del D.I.B. es estructuralmente idéntica a la endógena y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica los niveles supraluteales (>1 mg/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales (<1 ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el incremento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (Bó, 2003; Sintex, 2017).

Reutilización en función de los resultados obtenidos en pruebas de reuso (Bó, G, 2002) en animales ovariectomizados, tanto en el análisis del plasma como de la progesterona residual de los dispositivos se concluye que los dispositivos usados pueden ser reutilizados sin que esto constituya un riesgo para la eficacia de los tratamientos. Esto incluye el reuso de los dispositivos de la resincronización de animales ya sincronizados y que no hubieran sido preñados. Esto permitiría concentrar los servicios o inseminaciones en 2 ó 3 días lo cual

constituye una importante ventaja respecto del no uso del tratamiento sin que esto implique mayores costos para el usuario (Bó, 2003).

2.2.3.2. Dispositivo intravaginal bovino PROCICLAR

Pro-Ciclar es un dispositivo intravaginal para bovinos (750 mg de progesterona). Está indicado para:

- Sincronización del celo: por tratarse de un agente luteolítico provoca la regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo. De este modo se consigue que los animales manifiesten el celo y ovulen entre los 2 a 5 días posteriores al tratamiento.
- Desórdenes funcionales del ciclo estral.
- Desórdenes funcionales de los ovarios (quistes foliculares o luteales).
- Patologías uterinas post parto (piómetras, endometritis crónicas). El cloprostenol es útil en el tratamiento de un útero infectado. Es probable que el mecanismo de acción se deba a dos efectos:
 - Por la involución del cuerpo lúteo, si está presente, con la consecuente inducción del crecimiento folicular y producción de estrógenos.
 - Por la contracción del útero tanto por una acción directa, como a la acción de los estrógenos.
- Interrupción de la gestación no deseada: el cloprostenol puede ser utilizado como abortivo, pero sólo en el primer tercio de la gestación (Zoovet-ProCiclar, 2017).

2.2.3.3. Dispositivo intravaginal CRONIPRES® 0,5 g Mono uso Biogenesis Bagó, Argentina

Dispositivo intravaginal bovino, cada dispositivo contiene progesterona micronizada 0.5 g; silicona inerte c.s.p 1 dispositivo. 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).

2.2.3.4. Dispositivo intravaginal PRIMER PR® 0,36 g, Tecnopec, Brasil

Es un dispositivo intravaginal impregnado de progesterona utilizado para el control del ciclo estral en vaquillas contiene 0.36 g. Dispositivo inicialmente

utilizado en ovinos y caprinos (www.agener.uniao.com) y luego utilizado en vaquillas (Tecnopec, 2019).

2.3. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)

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).

2.3.1. 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 vientres en el momento adecuado, disminuyendo 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 hato.
- 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).

2.3.2. Factores a tener en cuenta 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.

a) 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).

b) 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 al corral de manejo 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).

c) 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).

d) 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).

e) 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 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.

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 AL TEMA (ESTADO DEL ARTE)

Pocos trabajos se registran en IATF e indicadores reproductivos en bovinos Criollos. A continuación se detallan estudios relacionados a protocolos con resincronización e IATF en vacas Criollas desarrollados en Santa Cruz.

Miranda, Arze, Vallejos y Rojas (2002) evaluaron el comportamiento reproductivo de un grupo de 80 vacas mestizas (Limusin, Angus, Simental, Nelore y Criollo) en el Departamento de Santa Cruz – Bolivia, entre los meses de octubre y noviembre del 2001. La sincronización de celo en el grupo tratamiento fue con la aplicación de C.I.D.R. y Benzoato de estradiol con el objetivo de medir la tasa de celo y preñez. La distribución de los animales fue aleatoriamente a dos grupos: Grupo tratamiento con (n=40), con C.I.D.R. y Benzoato de estradiol; el grupo testigo (n=40), sin tratamiento con solo celo natural. Dentro del programa de campo en el día cero se implantó el CIDR en la vagina y se administró Benzoato de estradiol (B.E.) 2.5 mg IM, el día 7 se sacó el implante CIDR, y se administró nuevamente 2.5 mg de benzoato de estradiol I.M ; 48–52 horas después se inseminaron a todas las vacas a tiempo fijo , el día 14 se colocó nuevamente el implante (CIDR) de la misma vaca luego de una desinfección rigurosa para colocar en la vagina , el día 21 se sacó el implante y se inseminó las vacas que repitieron celo. El tratamiento del primer grupo fue de 21 días. Al análisis de Chi Cuadrado, se observa diferencia significativa para celo ($P<0.01$); siendo las vacas con tratamiento las que presentan 100 % del mismo y los sin tratamiento solo presentaron el 60%. El porcentaje de preñez fue de 80%, por otro lado el grupo testigo obtuvo 50% de preñez a la palpación después de 60 días, observándose diferencia significativa para ambos tratamientos ($P<0.05$). Los costos de cada vaca en tratamiento es de 17.703 \$us/UA, y para el grupo testigo de 5.008 \$us/UA, llegándose a tener mayor beneficio en el grupo tratamiento tanto en manejo como cantidad de terneros por año.

Rivera, Ortiz y Quezada, (2004), en el trabajo titulado sincronización y resincronización de celo en vacas criollas utilizando progesterona, con el objetivo de evaluar la eficiencia reproductiva en una explotación comercial, mediante la implementación de la sincronización de celo con dispositivos con progesterona (P4) e inseminación a tiempo fijo (IATF), las vacas fueron divididas en 2 grupos.

El grupo No. 1 (n = 28) fueron tratadas con DIB nuevo y recibieron el siguiente tratamiento: Día 0: un dispositivo intravaginal DIB (1 g de P4, Syntex, Argentina) junto con una dosis de 2 mg de benzoato de estradiol (EB, Syntex); Día 8: se retiraron los DIB y aplicó una dosis de 500 mg de Clorprostenol (Estropan, Syntex); Día 9: 1 mg de EB im; Día 10: (52 hrs luego retirado el DIB) IATF. Grupo No. 2 se realizó el mismo tratamiento, se aplicó los DIB utilizados en el grupo No. 1; el % de concepción de la 1ª IATF para el grupo № 1 fué de 53,57%; y para el grupo № 2 fue de 46,43%; 14 días después de la IATF se aplicó 100 mg de progesterona (Labiofam, Cuba) IM a 14 vacas de cada grupo escogidas al azar, procediéndose a inseminar a las vacas que repitieron celo. Se realizó el diagnostico de preñez mediante la palpación rectal a los 60 días después de la 2ª IA. El % de concepción del grupo № 1 fue de 70,0% y de 66,66 % en el grupo 2. N encontraron diferencias significativas en la sincronización y en la tasa de resincronización, así mismo tampoco hubo diferencia significativa en la tasa de preñez final, (78% grupo № 1 vs. 75% grupo № 2).

Ayala y Arze, (2008), en el trabajo titulado: Determinación de la eficiencia en la reutilización de dos tipos de dispositivos intravaginales en la resincronización de celos posterior a la IATF, trabajaron con 40 vacas mestizas divididas en dos grupos, Grupo I: Con 20 vacas, sincronizadas con Pro Ciclar, (Dispositivo impregnado con 0,75 g de progesterona); además de 2 mg de Benzoato de Estradiol al momento de colocado el implante; 7 días después se retiró el dispositivo y se colocó 25 mg (2 ml) de prostaglandina (PGF2 α). Al día siguiente se administró 1 mg de EB (Benzoato de Estradiol), y se procedió a la IATF a las 50-52 horas de retirados los dispositivos. El día 14, días después de la inseminación, se colocó nuevamente el implante de la misma vaca, a las 20 vacas de este grupo con el propósito de resincronizar el siguiente celo en las vacas que no quedaron preñadas. Se detectó celos por 5 días después de la remoción del dispositivo (Día 20) y se realizó la IA a las 8 a 12 horas de observado el celo. Grupo II: Con 20 vacas, sincronizadas con DIB (Dispositivo de silicona inerte impregnado con 1,0 g progesterona de liberación controlada); la sincronización y la resincronización con el dispositivo reciclado tiene el mismo protocolo del grupo I. El diagnóstico de preñez se realizó por medio de palpación rectal a los 66 días posteriores a la inseminación. En la tasa de concepción a la resincronización con dispositivos intravaginales reciclados no se evidenció diferencias ($P > 0,05$) entre grupos: Grupo I 50% (1/2) y en el Grupo II 45,5% (5/11). En el Grupo I (Pro Ciclar reciclado) se alcanzó una tasa de preñez de 16,7% (1/6) y en el grupo II (DIB reciclado) 38,5% de preñez (5/13) ($P > 0,05$). La preñez acumulativa final, fue de

75,0% (15/20) en el Grupo I y 60,0 % (12/20) en el grupo II ($P > 0,05$). La tasa final general de preñez fue de 67,5%.

Janson y Arze, (2010), evaluaron la efectividad de la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en el ganado **criollo** del Municipio de Cabezas, provincia Cordillera. Se trabajó con un total de 81 vacas. La condición corporal de las 81 vacas presentadas para la IATA es baja, con 70% de las vacas con condición corporal de 2,5. Se llevó control estricto de la condición corporal, del protocolo de sincronización de celo y de la inseminación artificial. El protocolo de sincronización se inició con implante DIB y por vía intramuscular, 2 mg. de Benzoato de Estradiol (BE) (día 0), retiro del DIB con aplicación de 2 mg. de Protaglandina y 1 mg. de Novormon al 8^{vo} día y 1 mg. de Gestram al 10^{mo} día para realizar la IATF en el día 11^{vo}. Se lograron muy buenos resultados, incluso arriba de la media para este tipo de trabajo, con un promedio general de fecundación del 46%. El promedio más elevado se obtuvo con vacas de condición corporal de 3, logrando un 71% de vientres preñados. Se necesita continuar trabajando con los pequeños productores no solo en coadyuvar al mejoramiento genético, sino que también en mejorar la nutrición y la provisión de alimentos, construir o mejorar la infraestructura, fortalecer el cuidado preventivo a fin de elevar la condición corporal del ganado criollo, resultando en mayor cantidad de ganado y mejores ingresos por la calidad del ganado. Este proyecto piloto prueba de que sí es posible emplear y que genera buenos resultados la IATF en ganado criollo con pequeños productores del Municipio de Cabezas, y por ende, del chaco boliviano.

Vallejos, Ortiz y Salinas (2012), determinaron la eficacia de la hormona gonadotrofina corionica equina (eCG) en la inseminacion artificial a tiempo fijo en vacas criollo Yacumeño. (Cabaña "Yabaré" Prov. Chiquitos, Dpto. Santa Cruz). El objetivo del presente trabajo fue determinar la eficacia de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG, Novormon 5000®, Syntex, Argentina) en la tasa de concepción de vacas Criollo Yacumeño. Para este experimento se utilizaron 68 vacas con una condición corporal de 2,5 - 4 (Escala 1-5). En el día 0 todas las vacas recibieron un dispositivo intravaginal liberador de 1,2 g de progesterona de 1er. uso (Dispocel Max®, Von Franken, Argentina) y 2 mg de benzoato de estradiol (Bioestrol®, Biotay, Argentina) vía intramuscular (IM). El día ocho se retiró el implante de progesterona y se administró una dosis de 0.150 mg. d + cloprostenol (Estrogest®, Lhisa, El Salvador). También se administró 0,5 mg de cipionato de estradiol (Biocipioestrol®, Biotay, Argentina) a todos los animales. Se dividieron en dos grupos de 34 animales cada uno de forma

aleatoria, el grupo I con dosis de “eCG”. El grupo II sin dosis de “eCG” El grupo I además el mismo día ocho recibió una dosis de 400 UI de “eCG” y no así el grupo II. A las 50 horas de retirado el implante, el día 10 se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo con semen de un solo toro llamado “Carai”, de raza criollo. El diagnóstico de preñez se realizó a los 33 días después de la inseminación artificial mediante ultrasonografía (Chison 500® de 5 MHz). Los resultados fueron los siguientes: Grupo I: con 34 vacas inseminadas (con dosis de 400 UI “eCG” el día 8) se obtuvo un total de 18 animales gestantes (52,9%). Grupo II 34 vacas inseminadas (sin dosis de “eCG” el día 8) se obtuvieron un total de 15 animales gestantes (44,1%). No se encontró diferencia estadística significativa ($P>0,05$) Se concluye haciendo notar que hay una superioridad numérica en cuanto a la tasa de concepción con la aplicación de 400 UI. De “eCG” Es necesario que se realicen otros experimentos con mayor número de animales.

Garnica, Ortiz y Salinas (2014), determinaron la tasa de concepción en vacas de raza criollo “Yacumeño” utilizando dosis reducida de prostaglandina ($pgf2\alpha$) en un programa de I.A.T.F. El objetivo del presente trabajo fue determinar la eficacia al utilizar dosis reducida ($125\mu g$) de cloprostenol sodico ($PGF2\alpha$) en la tasa de concepción de vacas Criollo y la presentación de celo manifestado al día de la I.A.T.F. Para este experimento se utilizaron 94 vacas con una condición corporal de 2,5 - 4 (Escala 1-5). En el día 0 todas las vacas recibieron un Dispositivo Intravaginal liberador de 0.5 g de progesterona mono-uso (DIB® 0,5, Syntex S.A., Industria Argentina) y 2 mg de benzoato de estradiol (Syntex®, Argentina) vía intramuscular (IM). El día ocho se retiró el implante de progesterona. También se administró 0,5 mg de Cipionato de Estradiol (Syntex®, Argentina). También se administró una dosis de 400 UI de “eCG” (Novormon®, Syntex, Argentina) a todos los animales. Se dividió a los animales en dos grupos de 44 y 50 animales. Al grupo I: de 44 animales se administró dosis normal de $500\mu g$ de cloprostenol sódico ($PGF2\alpha$) IM (Ciclase DL®, Syntex S.A. Industria Argentina). Al grupo II: 50 animales se administró dosis reducida $125\mu g$ de cloprostenol sódico ($PGF2\alpha$) en la submucosa vulvar (SMV). A las 54 horas de retirado el dispositivo, el día 10 se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo con semen del toro llamado “Boris”, de la raza criollo. El diagnóstico de preñez se realizó 70 días después de la inseminación artificial mediante palpación rectal. Los resultados fueron los siguientes: Del grupo I: en 44 vacas que se aplicó dosis normal $500\mu g$ $PGF2\alpha$ se obtuvo un total de 25 animales gestantes (57%). Grupo II: en 50 vacas que se aplicó dosis reducida $125\mu g$ de $PGF2\alpha$ se obtuvo un total de 26 animales gestantes (52%). No se encontró diferencia estadística

significativa ($p > 0,05$) en los porcentajes de gestación. Se concluye que ambos tratamientos tuvieron porcentaje de preñez similar, lo que indica que el uso de dosis reducida es una alternativa para disminuir el costo del tratamiento.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en la Hacienda Santa María, ubicada en el municipio Charagua de la provincia Cordillera del departamento de Santa Cruz. Charagua es la segunda Sección Municipal de la provincia Cordillera. Se divide en cuatro cantones: Charagua, Coopere, Saipurú y San Antonio de Parapetí. Tiene una extensión total de 74.424 km². Se situada en la zona geográfica del Chaco boliviano, distante a 260 km de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Se encuentra a 791 msnm, ubicada geográficamente en las coordenadas geográficas: Latitud -19.7809; Longitud -63.1973; Latitud 19° 46' 51" Sur y Longitud 63° 11' 50" Oeste. Registra una temperatura entre los 18 a 30 °C (IGM, 2020).

La llanura Chaqueña es un ecosistema muy variado que comprende varias zonas climáticas: la zona húmeda, sub-húmeda, la árida a semiárida y la zona de montaña (Garzón, 2005).

3.2. Diseño experimental

3.2.1. Tipo y métodos de investigación

Corresponde a un estudio de tipo cuantitativo experimental, es decir de causa – efecto; ya que se midió el efecto de un factor fijo categórico (vacas y vaquillas) en la variable respuesta (tasa de preñez) en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con resincronización de celos.

3.2.2. Unidad experimental

Conforme al tipo de investigación utilizado, las unidades experimentales fueron el total de vacas y vaquillas Criollas sometidas al programa reproductivo, gestión 2020 – 2021 de la hacienda Santa María. El número total de animales correspondió a 40 vientres, distribuidos en dos grupos: 24 vaquillas Criollas y 16

vacas Criollas, con una condición corporal promedio de 2,5 en una escala de 1 a 5, para ambos grupos (tabla 1).

Tabla 1. Unidad experimental del programa de IATF con resincronización de celos en vacas y vaquillas Criollas en la Hacienda Santa María (Municipio Charagua de la provincia Cordillera del departamento de Santa Cruz, Bolivia. 2020 - 2021)

Categorías	N	Peso vivo promedio (kg)	Condición corporal
Vacas	16	398	2,6
Vaquillas	24	321	2,4
Total	40	360	2,5

Fuente: elaboración propia

3.2.3. Materiales e insumos utilizados

Para el proceso de IATF, se utilizaron los siguientes materiales e insumos:

- 24 vaquillas Criollas
- 16 vacas Criollas
- 40 implantes de P4 de 0,4 g
- 57 dosis de BE de 2 ml
- 57 dosis de CE de 1 ml
- 57 dosis de Estrogest (D+Cloprostenol) de 2 ml
- 57 dosis de Vetegon (Hormona eCG) de 2 ml
- 57 dosis de Butrofina (GnRH) de 2.5 ml
- 57 pajuelas de semen
- Insumos y materiales de IATF
- Kit completo de Inseminación Artificial
- Infraestructura (cepo, brete, balanza, corrales)
- Libreta de campo.
- Computadora portátil.

3.2.4. Tratamientos experimentales

Para efectivizar los objetivos de este estudio, se trabajó con los dos tratamientos, a saber:

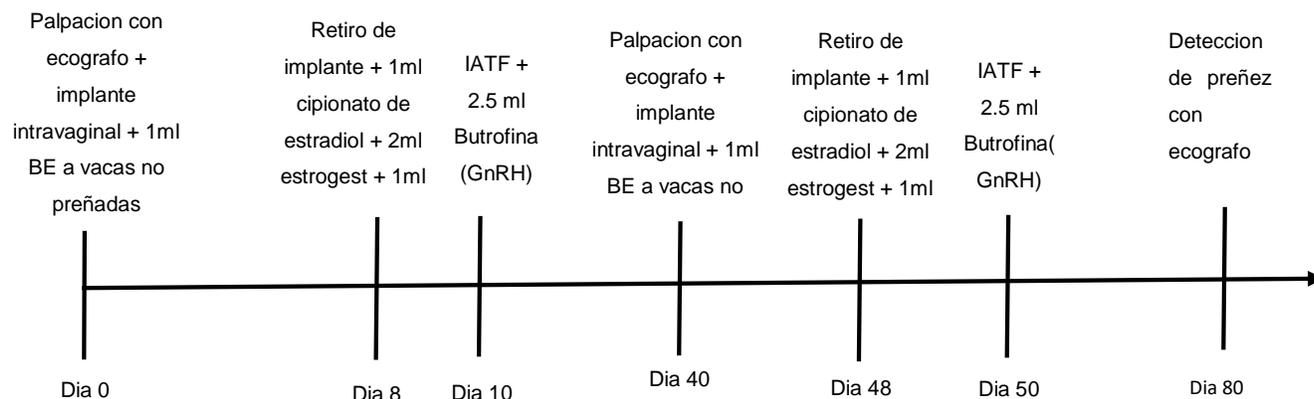
- Tratamiento 1: 24 vaquillas Criollas sometidas a IATF con resincronización de celos.
- Tratamiento 1: 16 vacas Criollas sometidas a IATF con resincronización de celos.

3.3. Método de campo

Una vez que los animales fueron seleccionados como unidades experimentales, se procedió a su numeración respectiva por tratamiento. El protocolo de sincronización y resincronización de celos para el programa de IATF, fue el siguiente:

- Día 0: se colocó el implante intravaginal, dispositivo de progesterona de uso único (0,5 g de progesterona); luego se administró 2 ml de Benzoato de Estradiol (BE) por vía intramuscular (IM), junto con la inserción del dispositivo
- Día 8: se retiró el implante y se aplicó 2ml de ESTROGEST un análogo de PGF2 α (D+Cloprostenol) por IM, 1ml de Cipionato de Estradiol y 2ml de VETEGON (Hormona ECG).
- Día 10: IATF (Inseminación Artificial a Tiempo Fijo), más 2.5 ml de BUTROFINA (GNRH)
- 30 días después de la Inseminación (después del diagnóstico de preñez) se colocó se colocó el implante intravaginal, mas 2ml de Benzoato de Estradiol (BE) por IM. con el objetivo de resincronizar el siguiente celo en las vacas que no quedaron preñadas, y se realizo la IATF día 50.

Figura 1. Protocolo de IATF con resincronización de celos



Fuente: elaboración propia

Todos los animales permanecieron en un solo grupo recibiendo similar manejo alimenticio. El diagnóstico de gestación fue mediante ultrasonografía a los 30 días después de la IATF, y a los 30 días post IA de la resincronización

3.4. Análisis estadístico

3.4.1. Variables independientes y dependientes

Variable independiente (factor categórico):

- Categoría del vientre Criollo, con dos niveles: vaquillas y vacas.

Variables dependientes (de respuesta):

- Tasa de preñez total, expresada en %.
- Costos operativos por vientre preñado, expresada en Bs.

3.4.2. Método estadístico

Para medir la significancia estadística de la variable de respuesta (tasa de preñez) por efecto del factor categoría del animal (vaquillas y vacas), se utilizaron métodos no paramétricos (prueba de Chi Cuadrado), con un nivel de confianza del 95n% y una probabilidad de $p \leq 0,05$. A la existencia de significancia

estadística ($p < 0,05$), se procedió a la comparación de proporciones, aceptando también un nivel de confianza del 95 % y un error aleatorio de 5 %.

3.5. Análisis de costos operativos

Los costos operativos para ambos tratamientos (vacas y vaquillas) fueron calculados en función de los gastos en los implantes, hormonas, semen y material de inseminación.

El costo operativo total se dividió entre el total de vacas y vaquillas preñadas de cada tratamiento, para así determinar costos operativos unitarios por vientre sometido a IATF y por vientre con preñez confirmada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tasas de preñez a la primera sincronización con IATF

Una vez seleccionados ambos grupos de 24 y 16 animales, respectivamente para vaquillas y vacas, se sometieron a la primera IATF utilizando el implante de progesterona (P4 0,5 g) nuevo. A los 30 días post IATF se procedió al diagnóstico de preñez, resultando una preñez de 56,3 % en vacas Criollas y de 58,3 % en vaquillas; totalizando la tasa de preñez a la IATF, 57,5 % (Tabla 2).

Tabla 2. Tasas de preñez en vacas y vaquillas Criollas a la primera sincronización de IATF, hacienda Santa María, 2020 - 2021

Categoría	N	Vacías		Preñadas	
		n	%	n	%
Vacas	16	7	43,8	9	56,25
Vaquillas	24	10	41,7	14	58,3
Total	40	17	42,5	23	57,5

Significancia

(p> 0,05)

Fuente: elaboración propia

Estas tasas de preñez a la primera sincronización de celos para IATF no demostraron variabilidad entre categorías de hembras bovinas Criollas (p> 0,05).

Al respecto, se evidencian trabajos relativos al tema en Bolivia, a saber:

Miranda y col., (2002), trabajando con 60 vacas mestizas (Limusin, Angus, Simental, Nelore) y 20 Criollas; refieren que alcanzaron un porcentaje de preñez de 80 % en vacas con IATF, y en el grupo con IA a celo detectado, fue de 50 %.

Rivera, Ortiz y Quezada, (2004), en el trabajo titulado sincronización y resincronización de celo en vacas criollas utilizando progesterona, con dos DIB, nuevo y usado. Indican que la tasa de concepción de la 1ª IATF para nuevos fue 53,57 %; y para usados 46,43 %.

Ayala y Arze, (2008), en el trabajo titulado: Determinación de la eficiencia en la reutilización de dos tipos de dispositivos intravaginales en la resincronización de celos posterior a la IATF, trabajaron con 40 vacas mestizas, en la tasa de preñez inicial y a la resincronización con dispositivos intravaginales reciclados no demostraron diferencias ($p > 0,05$) entre grupos. Indican una preñez acumulativa final de 75,0 % para vacas con prociclar y de 60,0 % en vacas con DIB, sin encontrar diferencias ($p > 0,05$). La tasa final general de preñez fue de 67,5 %.

Janson y Arze, (2010), evaluaron la efectividad de la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en el ganado **criollo** del Municipio de Cabezas, provincia Cordillera. Se trabajó con 81 vacas Criollas, reportan una tasa de preñez de 46 %.

Vallejos, Ortiz y Salinas (2012), determinaron la eficacia de la hormona gonadotrofina corionica equina (eCG) en la inseminacion artificial a tiempo fijo en vacas criollo Yacumeño. Para este experimento se utilizaron 68 vacas con una condición corporal de 2,5 – 4, divididos en un grupo con dosis de eCG y otro sin eCG; alcanzado una tasa de preñez de 52,9 % y 44,1%, respectivamente, sin diferencias estadísticas.

Garnica, Ortiz y Salinas (2014), determinaron la tasa de concepción en vacas de raza criollo “Yacumeño” utilizando dosis reducida de prostaglandina ($pgf2\alpha$) en un programa de IATF, para lo cual midieron la eficacia al utilizar dosis reducida (125 μ g) de cloprostenol sodico ($PGF2\alpha$) en la tasa de concepción de vacas Criollo y la presentación de celo manifestado al día de la IATF. En el grupo con dosis normal 500 μ g $PGF2\alpha$ se indica 57 % de preñez y en vacas donde se aplicó dosis reducida 125 μ g de $PGF2\alpha$, registran 52 % de preñez, sin diferencias estadísticas.

4.2. Tasas preñez a la resincronización de celo en vacas y vaquillas

De las 7 vacas Criollas que presentaron celos a la resincronización, en 4 se diagnosticó preñez (57.14 %) y de las 10 vaquillas Criollas con celo a la resincronización, 4 preñaron (40 %) a la inseminación artificial.

Tabla 3. Tasas de preñez a la resincronización de celo en vacas y vaquillas Criollas de la hacienda Santa María, 2020 - 2021

Categoría	n resincronizadas	Preñadas	Tasa de resincronización (%)
Vacas	7	4	57.14
Vaquillas	10	4	40
Total	17	8	47.05

Significancia

($p > 0,05$)

Estadísticamente no se demostró diferencias en estas tasas de resincronización ($p > 0,05$); es decir, tanto vacas como vaquillas Criollas respondieron similarmente a la resincronización

Al respecto, otros trabajos realizados en bovinos Criollos: Ayala y Arze (2008), refieren que en la resincronización de celos posterior a la IATF, se evidencia mayor eficiencia con la reutilización del dispositivo intravaginal DIB sobre la tasa de repetición de celo en relación con la reutilización del implante Pro Ciclar en la resincronización de celos de un programa de IATF.

Asimismo, Rivera; Ortiz y Quezada, (2004), sugieren que la programación de la IA con dispositivos con P4 y EB, previa resincronización, 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.

4.3. Tasas de preñez total

En la tabla 4 se muestran las tasas de preñez total en vacas y vaquillas Criollas a la primera sincronización (IATF) y resincronización de celo para IA.

Tabla 4. Tasas de preñez total en vacas y vaquillas Criollas a la primera sincronización para IATF y resincronización de celo para IA, hacienda Santa María, 2020 - 2021

Categoría	N	Vacías		Preñadas	
		N	%	n	%
Vacas	16	3	18,8	13	81,25
Vaquillas	24	6	25,0	18	75,0
Total	40	9	22,5	31	77,5

Significancia (p> 0,05)

Fuente: elaboración propia

Se alcanzó un total de 81,25 % de preñez en vacas Criollas (13/16) y 75,0 % en vaquillas (18/24); no verificándose diferencias estadísticas (p> 0,05) significativas entre categorías. La preñez total para ambos grupos fue de 77,5 % (31/40).

Miranda y col., (2002), refieren una tasa de preñez total (IATF y resincronización) de 70,0% y de 66,66 %, para vacas con DIU nuevos y usados, respectivamente, no encontraron diferencias significativas en la sincronización y en la tasa de resincronización, así mismo tampoco hubo diferencia significativa en la tasa de preñez final.

Rivera; Ortiz y Quezada, (2004), manifiestan que después de la 1ª IATF, y sometiendo tanto al grupo 1 como al 2 a la resincronización se obtuvieron respectivamente, las siguientes tasas 71,43 % y 85,71 %. El índice de preñez después de la 2ª IA fue para el grupo 1 de 78,00 % y el grupo 2 de 75,00 %. Es notable que la diferencia en los índices de preñez con la resincronización es mínima, pero al tratar cantidades mayores de animales, estas diferencias sí son significativas.

4.4. Costos operativos por vaca y vaquilla preñadas

Referente a los costos operativos del proceso de sincronización para IATF y resincronización para IA (anexo 6), según la categoría del vientre, se evidencia un costo unitario de 268.52 Bs por vaca preñada y de 286.68 Bs por vaquilla preñada (Tabla 5).

Tabla 5. Costos operativos por vaca y vaquilla Criollas preñadas en IATF y resincronización de celos

Detalle	Unidad	Vacas	Vaquillas
Total hembras	Cab	16	24
Costo total	Bs	2428.32	3642.48
Costo por animal	Bs	151.77	151.77
Total hembras preñadas	Cab	13	18
Costo hembra preñada	Bs	268.52	286.68
	\$us	38.5	41.18

Fuente: elaboración propia

Al respecto, Rivera y col., (2004), indican que el costo por vaca en la 1ª IATF y en la resincronización o en la 2ª IA, fue de 29,52 \$us por vaca preñada (equivalente a 205 Bs).

También, Miranda y col., (2002), trabajando con 60 vacas mestizas (Limusin, Angus, Simental, Nelore) y 20 Criollas, refieren que los costos operativos por vaca fue de 17,703 \$us/UA (equivalente a 125 Bs) y para el grupo testigo de

5,008 \$us/UA (35,2 Bs), llegándose a tener mayor beneficio en el grupo con IATF, tanto en manejo como cantidad de terneros por año.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A la primera sincronización para IATF, se registro una tasa de preñez de 56,3 % en vacas Criollas y de 58,3 % en vaquillas Criollas; totalizando en una preñez a IATF, de 57,5 %; no se demostró diferencias estadísticas de las tasas de preñez entre categorías.

La tasa de preñez a la resincronización de celos para IA, registró valores de 57.14 % y 40 % de preñez en vacas y vaquillas, respectivamente, siendo similares estadísticamente. La preñez total de la sincronización fue de 47.05%

La tasa de preñez total, es decir la suma de las tasas en IATF y posterior resincronización, fue de 77,5 %; por categorías, 81,3 % en vacas Criollas (13/16) y 75,0 % en vaquillas (18/24), no existiendo diferencias estadísticas significativas entre categorías.

Los costos operativos del proceso de sincronización para IATF y resincronización para IA, fueron de 268.52 Bs por vaca preñada y de 286.68 Bs por vaquilla preñada; verificando que se alcanzan mejores tasas de preñez en vacas

5.2. Recomendaciones

Habiendo demostrado que con la resincronización de celos se incrementan las tasas de preñez, lo cual maximiza la eficiencia reproductiva y minimiza los costos operativos, se recomienda a los ganaderos de la región del chaco implementar estos protocolos de resincronización en sus hatos Criollos.

Asimismo, a fin de validar y ampliar los resultados obtenidos en este trabajo, se deberá ejecutar estudios similares en los otros municipios de la provincia

Cordillera; considerando el análisis de ambientes, sistemas productivos y condiciones raciales diferentes en la ganadería regional.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, Facultad de Ciencias Veterinarias - 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.

Bauer, B., 1995. La importancia del Bovino Criollo en la Ganadería de Bolivia. Estancias Espíritu Beni Bolivia. Documento.

Ben, O. E. Goitia, I. F. Mujica, C. J. Munar y A. M. Valdez. 2002. Programa de inseminación artificial a tiempo fijo, manual de procedimientos Hereford, Bs.As., 65(628):66-71. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Biogénesis Bagó. 2012. Cronipres® Mono Dose – dispositivo de progesterona de uso único. 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. 2016. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo: Cómo Tener los Mejores Resultados en el NEA y en el NOA. Disponible en: <http://www.syntexar.com>

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.

Cardozo, G.A. 1993. Conservación y Mejoramiento del Ganado bovino Criollo; Editor Dr. Juan P. Puignau Montevideo, Uruguay. Pp. 15-139.

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.

Freitas Salla, P. de. 2015. Utilização de novilha freemartin para detecção de cio de vacas. Universidade da Região da Campanha, Bagé/RS. XI Simposio Internacional De Reproduccion Animal – IRAC 2015. Disponible en: <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/RESUMEN%20Simposio%202015.pdf>

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.

Rezende, G. R. y Baruselli, S.P. 2017. Uso do PRIMER PR® em programas de IATF em novilhas da raça Nelore. DEPARTAMENTO DE REPRODUÇÃO ANIMAL – USP.

Rivera Eid, A.; Ortiz, T. J.J. y Quezada, T. J. M. 2004. Sincronización y resincronización de celo en vacas criollas utilizando progesterona. Tesis, Facultad de Ciencias Veterinarias - UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

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.

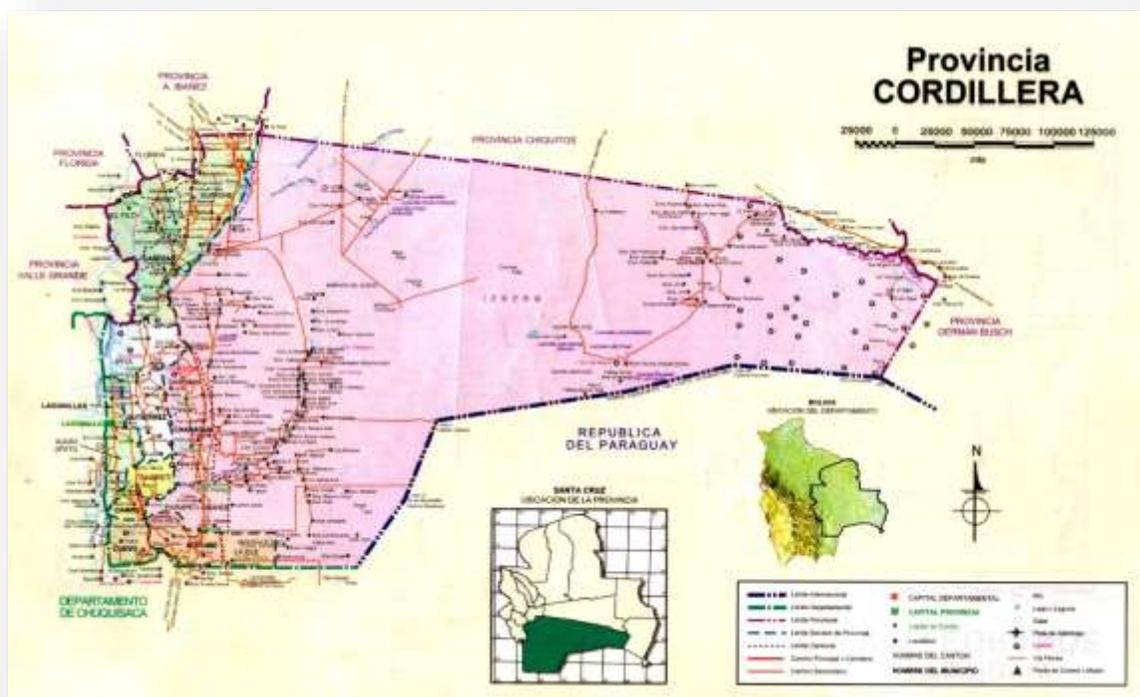
Souza, F. C. 2004. Manejo Reproductivo de machos e femeas. 4to simposio Latinoamericano de Ganado de corte. Santa Cruz – Bolivia. pp. 28-33.

SYNTEX, DIB, 2017. Argentina. Disponible en: <http://www.syntexar.com>

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

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de la Hacienda Santa María en el municipio Charagua de Santa Cruz, Bolivia



Fuente: IGM, 2020.

Anexo 2 Análisis estadístico

Tasa de preñez a la primera sincronización de celo con IATF

Tabla cruzada Estado*Categoria						
Recuento	Categoria				Total	
	Vaca		Vaquilla			
	Vacia	Preñada	Vaca	Vaquilla		
Estado	Vacia		7	10	17	
	Preñada		9	14	23	
Total			16	24	40	
Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	
Chi-cuadrado de Pearson	,017 ^a	1	0.896			
Corrección de continuidad ^b	0.000	1	1.000			
Razón de verosimilitud	0.017	1	0.896			
Prueba exacta de Fisher				1.000	0.576	
N de casos válidos	40					
a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 6,80.						
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2						

Fuente: elaboración propia

Anexo 3 Análisis estadístico

Tasa de preñez a la resincronización de celo

Tabla cruzada Estado*Categoria						
Recuento	Categoria				Total	
	Vaca		Vaquilla			
Estado	Vacia	3	6	9		
	Preñada	4	4	8		
Total		7	10	17		
Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	
Chi-cuadrado de Pearson	,486 ^a	1	0.486			
Corrección de continuidad ^b	0.041	1	0.839			
Razón de verosimilitud	0.487	1	0.485			
Prueba exacta de Fisher				0.637	0.419	
N de casos válidos	17					
a. 3 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,29.						
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2						

Fuente: elaboración propia

Anexo 4. Análisis estadístico

Tasa de preñez total: sincronización (IATF) y resincronización de celo (IA)

Tabla cruzada Estado*Categoria						
Recuento	Categoria				Total	
	Vaca		Vaquilla			
	Vacia	Preñada	Vaca	Vaquilla		
Estado	Vacia		3	6	9	
	Preñada		13	18	31	
Total			16	24	40	
Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	
Chi-cuadrado de Pearson	,215 ^a	1	0.643			
Corrección de continuidad ^b	0.006	1	0.938			
Razón de verosimilitud	0.219	1	0.640			
Prueba exacta de Fisher				0.717	0.475	
N de casos válidos	40					
a. 1 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,60.						
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2						

Fuente: elaboración propia

Anexo 5.
Planilla de datos de IATF y resincronización

LISTA DE VACAS Y VAQUILLAS EN IATF, HACIENDA SANTA MARIA A 08 DE ENERO DE 2021								
Nº	Nº Animal	Categoría	Genotipo	PESO KG 18/02/2020	Toro	Raza	Estado Reproductivo	
1	22	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
2	82	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
3	102	Vacas	Criolla		Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
4	1001	Vacas	Criolla		Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
5	1160	Vacas	Criolla		Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
6	1490	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
7	1499	Vacas	Criolla		Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
8	1535	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
9	8743	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
10	405	Vaquilla	Criolla	322	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
11	414	Vaquilla	Criolla	310	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
12	524	Vaquilla	Criolla	310	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
13	565	Vaquilla	Criolla	314	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
14	691	Vaquilla	Criolla	339	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
15	516	Vaquilla	Criolla	332	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
16	688	Vaquilla	Criolla	344	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
17	1590	Vaquilla	Criolla	321	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
18	1591	Vaquilla	Criolla	342	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
19	1602	Vaquilla	Criolla	348	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
20	1606	Vaquilla	criolla	332	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
21	1609	Vaquilla	Criolla	341	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
22	448	Vaquilla	Criolla	341	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
23	449	Vaquilla	Criolla	332	Gladiador	Criolla	PREÑADA	
24	1481	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
25	1505	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
26	3159	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	PREÑADA	
27	3190	Vacas	Criolla		Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
28	1612	Vaquilla	Criolla	311	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
29	457	Vaquilla	Criolla	332	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
30	505	Vaquilla	Criolla	340	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
31	412	Vaquilla	Criolla	313	Aguaragüe	Criolla	PREÑADA	
32	1099	Vacas	Criolla		Aguaragüe	Criolla	Vacia	
33	3847	Vacas	Criolla		Gladiador	Criolla	VACIA	
34	3887	Vacas	Criolla		Aguaragüe	Criolla	VACIA	
35	677	Vaquilla	Criolla	329	Gladiador	Criolla	Vacia	
36	422	Vaquilla	Criolla	317	Aguaragüe	Criolla	VACIA	
37	445	Vaquilla	Criolla	323	Gladiador	Criolla	VACIA	
38	570	Vaquilla	Criolla	220	Gladiador	Criolla	VACIA	
39	573	Vaquilla	Criolla	300	Gladiador	Criolla	VACIA	
40	550	Vaquilla	Criolla	302	Aguaragüe	Criolla	VACIA	
		1º IATF 23 Preñadas de 40 Inseminadas = 57,5 % de Preñez						
		17 Vaquillas Inseminadas con Resincronizacion 8 Preñadas = 47,0 % de Preñez						
		40 Vaquillas Inseminadas (IATF) y con Resincronizacion 31 Preñeces = 77,5 % de Preñez						

Fuente: Hacienda Santa María, 2021

Anexo 6.

Costos operativos de sincronización e IATF y resincronización e IA en vacas y vaquillas Criollas (En Bs)

Item	Costo (Bs)
Kit de sincronizacion	42.5
Materiales para IA	4.87
Mano de obra IA	48.72
Semen	55.68
Costos por vientre	151.77
Costo por vientre en \$us	21.8
Costo total	6070.8

Fuente: elaboración propia

Anexo 7. Imágenes del proceso de IATF en vacas Criollas

Fotografía 1. Vaca Criolla



Fuente: Hacienda Santa María, 2020

Fotografía 2. Diagnóstico de estado fisiológico de la vaca Criolla por palpación rectal



Fuente: Hacienda Santa María, 2020

Fotografía 3. Diagnóstico de preñez de la vaca Criolla por medio de ecografía



Fuente: Hacienda Santa María, 2020

Fotografía 4. Preparación del material para IA



Fuente: Hacienda Santa María, 2020

Fotografía 5. Proceso de IA



Fuente: Hacienda Santa María, 2020

Fotografía 5. Hormonas utilizadas para IATF

