

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



Modalidad de graduación:  
**Tesis de licenciatura**

Título:

**TASA DE PREÑEZ EN VIENTRES NELORE Y  
GUZERÁ EN UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN  
ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO  
(Departamento de Santa Cruz, enero a junio de 2022)**

Postulante:  
**DIANA ANDREA VACA TAPIA**

Docente tutor:  
**M. Sc. ENRIQUE GONZALES APAZA**

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

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
2022**

## HOJA DE APROBACIÓN

La presente Tesis de Licenciatura, titulada: **TASA DE PREÑEZ EN VIENTRES NELORE Y GUZERÁ EN UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (Departamento de Santa Cruz, enero a junio de 2022)**, realizada por **DIANA ANDREA VACA TAPIA**, 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

.....

.....

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
2022**

## TRIBUNAL CALIFICADOR

La presente Tesis de Licenciatura, titulada: **TASA DE PREÑEZ EN VIENTRES NELORE Y GUZERÁ EN UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (Departamento de Santa Cruz, enero a junio de 2022)**, realizada por **DIANA ANDREA VACA TAPIA**, 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  
2022**

## DEDICATORIA

A **DIOS**, por ser el creador de este hermoso mundo que nos cobija, y por generar, a través de su Hijo Jesucristo, fe, esperanza, solidaridad y fortaleza en el ser humano.

A la memoria de mis Padres (+), quienes supieron darme una formación integral para que pueda triunfar en la vida, inculcándome valores morales, perseverancia y entrega, mi eterna gratitud y amor hasta donde ellos están.

A mis tíos, mi agradecimiento por los momentos compartidos y por ser parte muy importante en mi vida, por apoyarme incondicionalmente en mis decisiones y a lo largo de mis estudios; su tiempo, aliento y cariño siempre presentes.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Evangélica Boliviana, por darme la oportunidad de profesionalizarme.

Al personal académico y administrativo de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por su dedicación y apoyo profesional.

Al docente tutor: MVZ. Enrique Gonzales Apaza, por su colaboración incondicional durante la realización de este trabajo.

Al MVZ, Oscar Eduardo Paz Ardaya y profesionales de la empresa de servicios agropecuarios “Garupa” por permitir y viabilizar el desarrollo de esta tesis.

A los miembros del tribunal, por la revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

A todos mis compañeros, amigos y futuros colegas, por esos lindos cuatro años de carrera, por ayudar de manera mutua para este logro profesional, noches de desvelos por cumplir nuestros objetivos, porque fuimos y seremos un gran equipo.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos .....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.5. Hipótesis .....	5
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
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
2.2.3. Factores a tener para la implementación de un programa de IATF .....	21
2.3. Indicadores para medir la eficiencia reproductiva.....	23
2.3.1. Tasa de concepción (TC) .....	23
2.3.2. Tasa de preñez (TP) .....	25
2.3.3. Tasa de detección de celo .....	27
2.3.4. Eficiencia de Inseminación.....	27
2.3.5. Edad y peso para cruzar las vaquillas .....	27

2.3.6. Edad y peso al primer parto .....	28
2.3.7. Intervalo Entre Partos (IEP) .....	29
2.3.8. Número de servicios por concepción .....	29
2.3.9. Duración de la gestación o periodo de gestación (PG).....	30
2.4. Guzerá .....	30
2.4.1. Origen .....	30
2.4.2. Características raciales .....	31
2.4.3. Parámetros productivos y reproductivos .....	31
2.5. Nelore .....	32
2.5.1. Origen .....	32
2.5.2. Características raciales .....	32
2.5.3. Parámetros productivos y reproductivos .....	32
2.6. Trabajos relacionados al tema .....	33
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
3.1. Localización geográfica del área de estudio.....	36
3.2. Tipo de investigación .....	36
3.3. Unidad de trabajo.....	36
3.4. Tratamientos .....	37
3.5. Materiales e insumos utilizados .....	37
3.6. Trabajo de campo .....	38
3.6.1. Selección y preparación de los vientres .....	38
3.6.2. Protocolos de sincronización de celos para IATF .....	38
3.6.3. Diagnóstico de preñez .....	40
3.7. Variables de estudio.....	40
3.8. Método estadístico .....	41
3.9. Análisis de costos operativos .....	41
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
4.1. Tasa de preñez de vacas Nelore y Guzerá en IATF.....	42
4.2. Número de servicios por vaca preñada y por concepción .....	44
4.3. Comparación de la tasa de preñez con datos del año 2021 .....	45
4.4. Costo operativo de IATF por vaca preñada.....	47

<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
5.1. Conclusiones .....	49
5.2. Recomendaciones .....	50
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>56</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tasas de preñez en vacas Nelore y Guzerá a la primera sincronización de IATF, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022 .....	42
Tabla 2. Tasas de preñez en re sincronización de celo en vacas Nelore y Guzerá, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022.....	43
Tabla 3. Tasa de preñez total en vacas Nelore y Guzerá en un programa de IATF, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022.....	44
Tabla 4. Número de servicios (NS) por preñez y tasa de concepción en vacas Nelore y Guzerá en IATF, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022 .....	44
Tabla 5. Comparación de la tasa de preñez en vacas Nelore y vacas Guzerá en IATF en la hacienda Las Petas, años 2021 y 2022 .....	45
Tabla 6. Comparación del número de servicios (NS) por preñez y tasa de concepción en vacas Nelore y Guzerá en IATF, hacienda Las Petas, años 2021 y 2022 .....	46
Tabla 7. Costos operativos por vaca preñada en IATF y re sincronización de celos .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Protocolo de sincronización de celos para IATF en vacas Nelore y Guzerá.....	39
Figura 2. Protocolo de re sincronización de celos en vacas Nelore y Guzerá ..	40

**INSTITUCIÓN:** UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA  
**CARRERA:** MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
**MODALIDAD:** TESIS DE LICENCIATURA  
**NOMBRE:** DIANA ANDREA VACA TAPIA  
**TÍTULO:** TASA DE PREÑEZ EN VIENTRES NELORE Y GUZERÁ EN UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (Departamento de Santa Cruz, enero a junio de 2022)

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue comparar la tasa de preñez en vacas Nelore y Guzerá en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en el departamento de Santa Cruz, de enero a junio de 2022; realizado en la hacienda Las Petas en el municipio Pailón, provincia Chiquitos de Santa Cruz; se utilizó un estudio de tipo cuantitativo y descriptivo. La unidad de trabajo correspondió a cada una de las 52 vacas introducidas a un programa de IATF con resincronización, las cuales se agruparon en dos tratamientos: 1) 28 vacas Nelore y 2) 24 vacas Guzerá. Se utilizó un mismo protocolo para ambos tratamientos: Día 0: Implante de P4 (1 gr) + 2 mL de BE; Día 8: Retiro de Implantes de P4 + 2 mL de PGF2 + 1,5 mL de eCG + 1 mL de CPE y pintado de cola; Día 10: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) desde las 48 hasta las 56 horas y administración de GnRH 5 horas antes o al momento de la IATF dosis 2,5 mL por animal. Para la resincronización se utilizó el mismo protocolo, variando solamente en que se utilizó un implante usado. El diagnóstico de preñez se realizó a los 30 días post IA a través de ecografía. Para medir la significancia estadística de las variables de respuesta cualitativas (tasa de preñez y tasa de concepción) y cuantitativa (número de servicios por preñez) por efecto de la condición racial (Nelore y Guzerá) y del año (2022 y 2021), se utilizaron las pruebas de Chi-cuadrado y ANAVA, en ese orden. Para cada condición racial (Nelore y Guzerá) se procedió a calcular costos operativos totales, por vaca IATF y por vaca preñada. Resultados: De las 28 vacas Nelore iniciadas con IATF, se diagnosticó un 67,9 % de preñez (19/28) y en vacas Guzerá, se obtuvo 66,7 % de preñez (16/24). A la resincronización: Nelore, 33,3 % (3/9) y en vacas Guzerá, 62,5 % (5/8) de preñez. La tasa acumulada en vacas Nelore fue de 78,6 % (22/28) y en vacas Guzerá con 87,5 % (21/24). En el grupo de vacas Nelore, se registra una media de 1,46 servicios por vaca preñada y en las vacas Guzerá 1,42 servicios por vaca preñada. El costo de IATF por vaca preñada es de 38 \$us (equivalente a 268 Bs) en vacas Nelore. El costo de IATF por vaca preñada fue 32 \$us (equivalente a 221 BS) en el grupo de vacas Guzerá. Conclusiones: No se demostró significancia estadística ( $p > 0,05$ ) entre las tasas de preñez obtenidas en un programa de IATF con resincronización de celos en vacas Nelore y vacas Guzerá de la hacienda Las Petas en el municipio Pailón del departamento de Santa Cruz, de enero a junio de 2022. Asimismo, no hubo diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) en los valores medios del número de servicios por preñez y tasas de concepción registrados en vacas Nelore y vacas Guzerá en el programa de IATF con resincronización de celos. Los valores de tasas de preñez, tasas de concepción y el número de servicios por preñez en vacas Nelore y en vacas Guzerá en el programa de IATF con resincronización de celos, tuvieron similar comportamiento ( $p > 0,05$ ) para los periodos 2022 y 2021. El grupo de vacas Guzerá registró un menor costo operativo de la IATF por vaca preñada, en relación al costo obtenido en el grupo de vacas Nelore. Recomendaciones: fortalecer este tipo de estudios, abarcando otros municipios de Santa Cruz y otros protocolos de IATF existentes en el mercado para reproducción de bovinos.

**Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
2022**

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

En Bolivia, especialmente en Santa Cruz, la ganadería bovina productora de carne genera un alto impacto económico y social, lo cual se verifica por alto dinamismo de la misma, considerando las grandes inversiones en infraestructura, manejo nutricional, sanitario y genético. Esta actividad, según la Cámara Agropecuaria del Oriente, registra una inversión fija de 900 millones de dólares y genera más de 90.000 empleos directos y permanentes, solo en el departamento de Santa Cruz (CAO, 2020).

Pese a estos indicadores macroeconómicos del sector ganadero, la mayor parte de la producción de carne bovina se desarrolla bajo condiciones extensivas en campo (FEGASACRUZ, 2018), conllevando deficientes indicadores zootécnicos. Entre las causas de este problema, se indica la carencia de intensificación en los procesos de manejo técnico, alimenticio y reproductivo.

Según, Cariola y col., (2016), “entre las alternativas de intensificación posibles se encuentra la implementación de tecnología reproductiva como la IATF, aunque su viabilidad de aplicación en sistemas de cría requiere una evaluación holística que considere no solo aspectos técnicos sino también objetivos empresariales y condicionantes de la misma”.

En este contexto, la ganadería bovina regional debe recurrir a tecnologías como la inseminación artificial convencional (IA) y a tiempo fijo (IATF); ya que según Ríos (2018) “con la implementación de estas prácticas se busca mejorar los niveles productivos en empresas ganaderas, también incrementar el valor productivo y reproductivo de los bovinos, gracias al uso de semen de alta calidad, volviendo al sector ganadero más rentable y competitivo”.

La IATF, se define como una tecnología que logra inducir de forma sincrónica la ovulación, en un momento determinado, logrando así inseminar un gran número de animales cada día, sin la necesidad de detectar celo (Menchaca y col., 2013). La adopción de esta biotecnología por el sector productivo nacional se ha incrementado en los últimos años, fundamentalmente en las regiones ganaderas, como Santa Cruz y el Beni, en Bolivia (FEGASACRUZ, 2018), lo que podría estar explicado por las ventajas que proporciona la técnica al aplicarla el primer día de la estación reproductiva, como la concentración de los partos, pesos superiores de terneros al destete, reducción en la necesidad de detección de celo y un destacado avance genético, lo que conduce a un mayor desempeño reproductivo global (Bó y Cutaia, 2014).

Por tanto, con el uso de la IATF, se genera mayor eficiencia reproductiva en un hato bovino de cría; sin embargo, esta eficiencia es reflejo de los resultados obtenidos en el porcentaje de preñez y su distribución, variables que impactan directamente sobre la ecuación económica de los establecimientos (Bó y Cutaia, 2005). Esto significa que un buen manejo reproductivo dejará como resultado un aumento en el porcentaje de terneros nacidos, en el peso de los terneros destetados y, por consiguiente, una mayor disponibilidad de animales para generar recursos económicos (Bueno y Dunn, 2008).

Respecto a resultados de preñez en programas de IATF en bovinos, se indica en Nelore una tasa de preñez de 50,1 %; en mestizo cebuino, 51,9 %; Mestizo europeo, 51,1 %; Criollo, 50,5 %; Gyr, 61,6 % (Kochi y col., 2014; Borenstein y col., 2004; Atala y col., 2008) y mestizo lechero, 50,8 %. No habiendo datos en ganado bovino de la raza Guzerá.

El Guzerá o Guzerat es una raza brasileña de ganado doméstico. Se deriva del cruzamiento de Indian Kankrej ganado, importados a Brasil a partir de 1870, con

el local de taurina Crioulo ganado de origen europeo. La orientación impresa a la selección por la que prosiguió la crianza en pureza racial, fue la de producir animales con buenas aptitudes de terminación para carnicería demostrado en la práctica y en las pruebas de ganancias de peso; pero es considerado un animal de doble propósito (FEGASACRUZ, 2022). La raza Guzerá es responsable de la formación de 2 razas ahora conocidas, la Brahman en Estados Unidos de América (EUA) y la Indubrasil en Brasil (ASOCEBÚ, 2017).

Por tanto, con este trabajo de investigación se genera información de los indicadores reproductivos de la raza Guzerá manejadas en programas de IATF en el departamento de Santa Cruz, así como la respectiva comparación con los resultados obtenidos por vientres Nelore.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Un factor que influye sobre la preñez es la raza de los animales con que se trabaja; se refiere que existe un menor porcentaje de preñez en IATF realizadas en hatos de bovinos cruza Índicas que en los rodeos británicos. Esto puede ser debido a una suma de factores entre los que se encuentran su temperamento, fisiología reproductiva y las condiciones ecológicas a las cuales están expuestas dado que en la mayoría de los casos este tipo de animales se encuentran en zonas subtropicales (subhúmedas y húmedas) o semiáridas, y las complicaciones relacionadas con la sub-nutrición y deficiencias minerales cuando se encuentran en condiciones de pastoreo en estas zonas (Bó y col., 2005).

En función de lo descrito, se plantea el siguiente problema de investigación, a modo de pregunta:

¿La tasa de preñez de vacas Guzerá es igual o mayor a la tasa de preñez de vacas Nelore en programas de IATF en cabañas del departamento de Santa Cruz?

### **1.3. Justificación**

El desempeño reproductivo es el principal factor que determina el nivel de productividad de la ganadería bovina de cría; por tanto, el determinar y analizar el comportamiento gestacional de la raza Guzerá en programas de IATF, permitirá a los productores tomar decisiones oportunas referidas al manejo reproductivo de esta raza cebuina.

A nivel práctico y profesional, con esta investigación se afianzan los conocimientos en el manejo y gestión de estas técnicas reproductivas, en razas bovinas cebuinas de gran impacto económico, como es Nelore, y actualmente la raza Guzerá.

También es importante que el productor, paralelo a la oferta de información técnica sobre tasas de preñez y eficiencia reproductiva, tiene que contar con información económica, a partir de la cual se complemente con la información técnica.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Comparar la tasa de preñez en vacas Nelore y Guzerá en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en el departamento de Santa Cruz, de enero a junio de 2022.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la tasa de preñez de vacas Nelore y en vacas Guzerá en un programa de sincronización y re sincronización de celos para IATF.

- Analizar el número de servicios por vaca preñada y por concepción en IATF de vacas Nelore y vacas Guzerá
- Evaluar las tasas de preñez de ambos grupos raciales obtenidas de enero a junio de 2022 con las tasas registradas en la gestión 2021.
- Determinar el costo operativo de IATF por vaca preñada en ambos grupos raciales.

### **1.5. Hipótesis de investigación**

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** en un programa de IATF, se registran valores similares de la tasa de preñez, tanto en vacas Guzerá como en vacas Nelore.

**Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>):** en un programa de IATF, al menos uno de los valores de la tasa de preñez, varía tanto en vacas Guzerá como en vacas Nelore.



## 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.

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).

#### **a) 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).

#### **b) 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 (Ourofino, 2021).

### **c) 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).

### **d) 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).

#### **e) 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).

#### **f) 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 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 $\beta$ .**- 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.

#### **g) 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 $\alpha$ (PGF2 $\alpha$ )**

La PGF2 $\alpha$  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 $\alpha$  lo que permite que el CL del ciclo se convierta en el CL de la preñez. La PGF2 $\alpha$  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 (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).

## **h) 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**

#### **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

### **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

### **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**

**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 inhibidora 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).

**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 (Mapletoff, 2003).

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).

**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 PGF<sub>2</sub> (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 PGF<sub>2</sub>α 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 PGF<sub>2</sub>α, en bovinos y equinos este periodo refractario alcanza los primeros 4 – 5 días después de la ovulación. El mecanismo preciso de luteólisis inducida por PGF<sub>2</sub>α 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. PGF<sub>2</sub>α también tiene un efecto estimulador directo sobre el músculo liso uterino causando contracción y un efecto relajante en cerviz (De la Sota, 2003).

**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 (Ourofino, 2021).

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 la fase folicular, inducen la liberación de la LH y la ovulación (Ourofino, 2021).

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 (Ourofino, 2021).

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 (Ourofino, 2021).

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. (Ourofino, 2021).

#### **2.1.4. Control, sincronización e inducción de la ovulación**

La sincronización de celos, es una técnica biológica que consiste 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).

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 de progesterona 1 g (Sincrogest® - Ourofino)**

Dispositivo intravaginal bovino, cada dispositivo contiene progesterona 1 g con Excipiente q.s (20 g). Indicado para el control del ciclo estral en vacas y novillas (ganado de carne y leche), ideal para programas reproductivos con IATF y TETF resincronización de retornos al servicio; tratamientos de anestros post parto; disminución del periodo parto concepción (Ourofino, 2021).

Referente a su acción, la Progesterona liberada por el dispositivo alcanza niveles supraluteales (superiores a 1 ng/mL) pocas horas después de su ubicación, ocupando un importante efecto sobre la dinámica folicular y sobre el ciclo estral. En asociación con estrógenos, la Progesterona provoca regresión del folículo dominante e inicio de una nueva onda folicular. Después de la remoción del dispositivo y la consiguiente caída en los niveles de Progesterona, el bloqueo del eje hipotálamo-hipófisis es liberado, permitiendo el desarrollo final del folículo y la ovulación. Varios protocolos, asociando la Progesterona a otras hormonas fueron desarrolladas con diversas finalidades, tales como: sincronización de estros y ovulaciones para inseminación artificial a tiempo fijo, sincronización de receptoras, superovulación programada de donantes, entre otros (Ourofino, 2021).

## **Dispositivo intravaginal REPRO ONE® 0,5 g Biogenesis Bagó, Argentina**

Repro One®, es un dispositivo intravaginal de dosis única para las vacas que contienen 0,5 g de progesterona, adecuados para el control del ciclo estral en programas de reproducción. 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 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).

### **2.2.3. 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.

**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 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).

**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).

## **2.3. Indicadores para medir la eficiencia reproductiva**

### **2.3.1. 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).

### **Tasa de concepción al primer servicio**

Es una forma de señalar la tasa de concepción para un servicio específico, en este caso, el primer servicio, pero igualmente puede calcularse por separado para cualquiera de los servicios por IA o MN (2, 3, etc), tanto en las vacas como en las novillas y en rebaño.

Se realiza para un periodo determinado, mes o año en forma retrospectiva y debe confirmarse por palpación rectal. Es recomendable estratificar el análisis de acuerdo al número de lactancia lo que permite observar si el problema de fertilidad se encuentra relacionado con algún grupo específico, con los días entre parto- servicio o días en lactación y poder precisar el mejor momento para servir por primera vez una vaca después del parto (Galina, 2006).

Para el cálculo de la tasa de concepción al primer servicio, se considera: Total de vacas y/o vaquillas de primer servicio que resultaron preñadas de un 1er servicio, dividido entre el número de vacas y/o vaquillas que fueron servidas por primera vez, por IA o MN x 100 (Holgado y col., 1996).

### **2.3.2. 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.

### **2.3.3. 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).

### **2.3.4. 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).

### **2.3.5. Edad y peso para cruzar las vaquillas**

Por regla las vaquillas deben cubrirse a los dos años, con lo que su primera cría la tiene a los tres años: algunas reproductoras de buena calidad dan a luz su primer parto a los dos años de edad, más esta práctica no es recomendada, pues ni madura con rapidez ni se encuentra con un tamaño adecuado para

reproducirse con éxito a tan temprana edad. Pérdidas materiales ocasionan con frecuencia los partos distócicos en las vaquillas, por lo que no es ventajosa cruzarlas a temprana edad (Souza, 2004).

La edad y el peso de las vaquillas en la primera cubrición deben considerarse desde el punto de vista de su influencia sobre el índice de concepción y sobre la capacidad de la hembra para parir un ternero vivo. Asimismo hay que tener en cuenta la raza, la edad, el tamaño corporal del toro empleado y la capacidad del mismo para transmitir a su descendencia la facilidad de parto (Souza, 2004).

### **2.3.6. Edad y peso al primer parto**

La edad del primer parto (EPP), está íntimamente relacionada con la edad en que se produce el primer servicio de las vaquillas, y depende principalmente del manejo y la alimentación que se les proporciona durante el periodo de crecimiento. A pesar de no constituir exactamente una medida de fertilidad, la edad al primer parto afecta significativamente la eficiencia reproductiva. La edad al primer parto marca el inicio de los procesos reproductivos y productivos, siendo por eso, una de las características más estudiadas, tanto en las razas de carne como lecheras (Ortiz, 1989).

La edad al primer parto, es un parámetro importante en la evaluación del comportamiento reproductivo de la raza, de las condiciones de manejo, alimentación y la relación de estos aspectos con el crecimiento. También es importante como medida de eficiencia reproductiva de un hato, y que refleja sobre el número de lactaciones durante la vida productiva de la vaca (Teodoro y Matas, 1991).

La edad de las vaquillas al primer parto, para la mayoría de los investigadores, debe estar en un promedio de 24 meses, ya que se pretende con esta edad ideal al primer parto maximizar la producción del animal. Si la edad excede de 27 meses es un problema costoso, debiéndose identificar o corregir la causa o las causas (Vélez y col., 2000).

### **2.3.7. Intervalo Entre Partos (IEP)**

El intervalo entre partos es el lapso comprendido entre un parto y el siguiente; es uno de los parámetros más frecuentemente utilizados para evaluar la fertilidad de los animales de un hato ganadero. Asumiendo que no existen diferencias en cuanto al periodo de gestación, el intervalo entre parto y parto está determinado por la duración del periodo de servicio y éste a su vez por el tiempo transcurrido desde el parto hasta el primer servicio y por el intervalo entre el primer servicio y la concepción (Hafez, 1996).

De Alba, (1985), sostiene que el ordeño con ternero al pie, tiende a alargar el intervalo entre partos debido a la ausencia de celo después del parto. El mismo autor estima que los intervalos entre partos mayores de 420 días indican un comportamiento reproductivo deficiente, ocasionado sobre todo por factores de manejo, alimentación y protección sanitaria. Un IEP es excelente cuando está comprendido entre 350 a 380 días; será bueno si van de 381 a 410 y malos si exceden de 411 días. A propósito, Pinzón, (1984) y Hafez, (1996), afirman que el intervalo óptimo entre partos tanto para ganado de carne como para el de leche es de 12 meses, para ello la vaca deberá preñarse a los 85 días después del parto. Sin embargo, rara vez se logra este IEP.



### **2.3.8. Número de servicios por concepción**

Dos medidas separadas de servicios por concepción se pueden determinar: Vacas preñadas, es el número promedio de servicios para preñar una vaca. Todas las vacas servidas, es el total de servicios en el hato reproductor dividido por el número de vacas preñadas. Se espera un número de servicios promedio más alto para todas las vacas servidas en relación a las vacas preñadas, porque generalmente más de una vaca repetidora crónica está en el grupo. Cuantos más servicios se repiten, finalmente llegan a quedar preñadas más vacas, los servicios promedios para ambos grupos comienzan a aproximarse uno a otro. Así, el servicio promedio para todas las vacas servidas provee una indicación avanzada del número de servicios por concepción en el futuro. La meta debe estar entre 1,5 y 1,7 para ambos grupos, respectivamente. Este índice no considera el número de días entre servicios o los días entre nacimiento y primer servicio, ni considera a las vacas que no se sirvieron. Debe usarse en conjunción con otras medidas de eficiencia reproductiva (Teodoro y Matas, 1991).

### **2.3.9. Duración de la gestación o periodo de gestación (PG)**

Las razas cebuinas son de gestación larga y de reducido peso al nacimiento, siendo esta característica una de sus virtudes, debido a la poca incidencia de partos distócicos, convirtiendo a estas razas en las de mayor eficiencia en explotaciones extensivas en el trópico. El sexo de la cría influye sobre el largo de la gestación y a pesar del mayor peso de los machos, la gestación es normalmente más larga (De Alba, 1985).

La duración de la gestación está determinada genéticamente, aunque pueden modificarla factores maternos (edad), fetales (gemelos, sexo) y ambiente (en especies estacionales), (Hafez, 1996).

## **2.4. Guzerá**

### **2.4.1. Origen**

Es una raza Indiana del territorio de Kankrei en Guzerat, provincia de Bombay en la India, posee ejemplares de gran porte de una rusticidad increíble, capaces de soportar largas sequías y sobrevivir consumiendo forrajes toscos y de baja calidad, con más de 5,000 años de antigüedad. La raza Guzerat es responsable de la formación de 2 razas ahora conocidas, Brahman en Estados Unidos de América (EUA) y la Indubrasil en Brasil. Llegó a México en los años de 1923 (ASOCEBÚ, 2021).

### **2.4.2. Características raciales**

Se distingue de otras razas cebuinas por su cornamenta gruesa, fuerte y oscura en forma de lira, implantada sobre un testuz macizo y saliendo hacia afuera, hacia arriba, hacia adentro y hacia atrás, cabeza fuerte con una frente cóncava en forma de plato, ojos oscuros vivaces, región nasal amplia, hocico y narices oscuras, pescuezo corto ancho y poderoso. Su aspecto denota fortaleza física. El cuerpo muy desarrollado, con tórax más profundo y largo, giba de buen tamaño y forma, las extremidades de longitud mediana, huesos fuertes. La piel negra y colores de pelaje gris o plateado en los machos, y blanco en las hembras, prepucios péndulos de tamaño grande.

Las hembras muestran ubres bien conformadas. Además de ser un buen productor de carne, también son muy buenas productoras de leche. Es una de las razas más pesadas. Una vaca adulta pesa entre 500 y 550 kg y un toro entre 700 y 1.000 kg (ASOCEBÚ, 2021).

### **2.4.3. Parámetros productivos y reproductivos**

El peso al nacer de esta raza es de 27 - 30 kg, con pesos al destete de 186 kg. Su edad al primer parto es de 32 meses, alcanzando producciones de lactancia de 2.400 a 3.000 kg de leche con un porcentaje de grasa de 4.4%. En cuanto a la producción de carne alcanzan ganancias diarias de peso de 1,100 gr y rendimientos en canal del 58 % (ASOCEBÚ, 2021).

## **2.5. Nelore**

### **2.5.1. Origen**

Es una raza cuyo origen se remonta a más de 3,000 años de antigüedad en el Estado de Madrás, India (ASOCEBÚ, 2021).

### **2.5.2. Características raciales**

Son animales de aspecto vigoroso y con gran desarrollo muscular y corporal; cabeza no muy ancha, con cara alargada, frente ancha y morro fino; cráneo de perfil rectilíneo; ojos grandes de forma elíptica, con expresión de mansedumbre; orejas de tamaño mediano; cuernos cortos, gruesos y puntiagudos en el macho; en las hembras ligeramente inclinados hacia atrás. La raza Nelore es la que presenta los cuernos más pequeños de todas las razas cebú. Cuello corto y grueso, con papada grande y suelta que se inicia en la garganta y termina en la entrada del pecho.

Giba de buen tamaño, sobre todo en los machos en los que tiene forma de riñón. Tórax bien desarrollado y profundo; dorso y lomo recto; grupa caída, con cuartos bien llenos y carnosos; cola fina y larga. El color varía de blanco al gris plateado, incluyendo berreado en negro, presentando el hocico, la piel alrededor de los ojos, orejas, cuernos, cola y pezuñas negras. En los machos de color gris

acerado, presentan tonos más oscuros en la cabeza, cuello, espalda y grupa. Son animales de temperamento tranquilo, gustan de la compañía del hombre y responden bien al buen trato (ASOCEBU, 2021).

### **2.5.3. Parámetros productivos y reproductivos**

Pesos al nacer de entre 25 - 30 kg con pesos al destete de 175 - 180 kg. Su primer parto es entre los 36 - 40 meses, con lactancias de 1,200 kg con porcentaje de grasa del 4 % y proteína de 3,5 %. Teniendo ganancias diarias de peso 800 a 1.100 gr y rendimientos de canal del 58 % (ASOCEBÚ, 2021).

### **2.6. Trabajos relacionados al tema**

**Flores y Ortiz, (2010)**, en el trabajo denominado determinación de los parámetros reproductivos de los vientres Nelore en la estancia Parabano (Provincia Cordillera Dpto. Santa Cruz). Cuyo objetivo fue el de determinar los parámetros reproductivos de la estancia "Parabano" que está ubicada en la provincia Cordillera los datos obtenidos son los siguientes: edad al primer servicio, número de servicios por concepción, edad al primer parto, intervalo entre partos, duración de la gestación e intervalo parto primer servicio, peso nacimiento, de los registros de 368 vientres Nelore que fueron obtenidos de las libretas de campo, de las fichas individuales de los vientres, y de los datos del programa Pro Carne que data desde el año 1990 al 2005. Los resultados fueron obtenidos a través de la media aritmética y la desviación estándar. Parámetros Reproductivos: edad al primer servicio se tiene una media de  $25,17/\pm 7,41$  meses; para el número de servicios por concepción la media fue de  $2,21/\pm 0,13$  servicios; la edad de primer parto fue de  $35,64/\pm 8,83$  meses; intervalo entre partos es  $15,57/\pm 4,17$  meses; peso al nacimiento en machos fue de  $33,16/\pm 3,11$ kg y en hembras de  $30,5/\pm 0,75$ kg; largo de gestación fue de  $296,0/\pm 5,92$  días; el intervalo de parto al primer servicio fue de  $81,11/\pm 27,7$  días.

**Borenstein; Ortiz y Quezada (2004)**, con el trabajo titulado comparación de la eficiencia de dos implantes intravaginales con progesterona para la sincronización de celo en bovinos Nelore, utilizaron dos implantes de progesterona, CIDR-B y DIB, en vacas Nelore. En el experimento 1: A-1; de 20 animales tratados, 7 preñaron, obteniendo un 35 % de concepción. B-1; también de 20 animales tratados, 7 preñaron, haciendo un 35 % de concepción. ( $P > 0,05$ ). Experimento 2: A-2; de los 20 animales tratados 1 perdió el dispositivo, 19 inseminadas, preñaron 11, haciendo un 57,8 % de concepción. B-2; de 20 animales tratados 2 perdieron el dispositivo, 18 inseminadas, preñaron 10, haciendo un 55,5 % de concepción. ( $P > 0,05$ ). No se encontró diferencia significativa entre las tasas de concepción en los programas de IATF, con CIDR-B o DIB, sean estos nuevos o usados. Se encontró diferencia en cuanto al costo de estos tratamientos, de manera global, individual y costo/vaca preñada. Obtuvo un menor costo el grupo de animales tratados con DIB debido al menor precio de este producto en el mercado actualmente.

**Ayala y Arze, (2008)**, en el trabajo titulado: Determinación de la eficiencia en la utilización de dos tipos de dispositivos intravaginales en la sincronización 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); Grupo II: Con 20 vacas, sincronizadas con DIB (Dispositivo de silicona inerte impregnado con 1,0 g progesterona de liberación controlada). 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 %.

**Kochi, Ortiz y Ortiz, (2014)**, indican el trabajo titulado: Inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillas Nelore utilizando dispositivos intravaginales de 0,6 g de progesterona (monouso) nuevos y usados. Se evaluó la reutilización de dispositivos intravaginales de 0,6 g de progesterona (Dispocel monouso ®) en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillas de la raza Nelore. Tratamiento #1 se insertó un dispositivo intravaginal de Progesterona “Dispocel Monouso” nuevo (0,6 g P4, Von Franken, Argentina), tratamiento 2, consiste en repetir el procedimiento, con la diferencia que se aplicó un dispositivo usado. Ambos grupos fueron inseminados a las 51 a 53 horas de retirado el implante intravaginal; el diagnóstico de gestación se realizó mediante ecografía a los 30 días de realizada la IATF. En el grupo de vaquillas con implante nuevo, se registró una tasa de concepción de 52,5 % y en el grupo de vaquillas con dispositivos usados la tasa fue de 45,0 % estadísticamente no se demostró significancia ( $P > 0,05$ ). Por tanto, las tasas de concepción en vaquillas Nelore sometidas a IATF no variaron en función a la reutilización de implantes intravaginales.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización geográfica del área de estudio**

La presente tesis de licenciatura se realizó en la hacienda Las Petas, ubicada en el municipio Pailón de la provincia Chiquitos del departamento de Santa Cruz. La provincia Chiquitos se sitúa al centro del departamento de Santa Cruz. Forma parte de la zona de la Chiquitania. Cuenta con una superficie de 31.429 km<sup>2</sup> y una población de 82 429 habitantes. Geográficamente se encuentra en las coordenadas 18°S 60°O / -18, -60 (Anexo 1).

Por su parte, el municipio Pailón posee un clima subtropical húmedo, en el que se distinguen cuatro estaciones, con veranos cálidos y húmedos e inviernos frescos. Con una temperatura anual de 25,5 °C y con una precipitación pluvial media anual de 919 mm, con máximas de 41 °C. La precipitación anual promedia oscila alrededor de los 900 a 1.000 mm. La mayor precipitación ocurre en los meses de octubre-febrero (INE, 2022).

#### **3.2. Tipo de investigación**

El presente trabajo es de tipo cuantitativo y descriptivo. Es cuantitativo, porque se valoraron los indicadores reproductivos (Tasa de preñez y número de servicios), los cuales fueron relacionados según la condición racial en programas de IATF. Además, corresponde a un estudio de tipo descriptivo, ya que se describieron y analizaron indicadores reproductivos de vacas Nelore y Guzerá.

#### **3.3. Unidad de trabajo**

La unidad de trabajo correspondió a cada una de las vacas introducidas al programa de IATF. Se trabajó con un total de 52 vacas, de las cuales 28 fueron Nelore y 24 vacas Guzerá.

La selección de estas unidades de trabajo se realizó en función de los vientres disponibles y con condiciones fisiológicas para ingresar al programa de IATF (Anexo 2).

### **3.4. Tratamientos**

Se trabajó con dos grupos raciales de vacas, a las cuales se les administró similar manejo reproductivo (IATF), alimenticio y sanitario.

Tratamiento 1: 28 vacas Nelore en un programa de sincronización y re sincronización de celos para IATF.

Tratamiento 2: 24 vacas Guzerá en un programa de sincronización y re sincronización de celos para IATF.

### **3.5. Materiales e insumos utilizados**

La relación de insumos y materiales utilizados en este trabajo de investigación, es el siguiente:

- Implante nuevo de progesterona (P4) 1 g (Sincrogest®. Ourofino, 2021).
- Implante usado de progesterona (P4) 0,5 g (Sincrogest®. Ourofino, 2021)
- Benzoato de estradiol (BE) 1 mg/mL (Sincrodiol®. Ourofino, 2021).
- Prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) como Cloprostenol Sódico, 0,25 mg/ mL (Sincrocio®. Ourofino, 2021).
- Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) 200 UI/mL (Sincro eCG®, Ourofino, 2022).
- Cipionato de Estradiol (CPE) 1 mg/mL (SincroCP®. Ourofino, 2021).
- Hormona Liberadora de Gonadotropina (GnRH) como Acetato de Buserelina, 0,0042 mg/mL (Sincroforte®. Ourofino, 2021).
- Semen de reproductores Nelore y Guzerá
- Material de inseminación



- Vitaminas ADE, minerales orgánicos inyectables (Cu y Se)
- Antiparasitarios de amplio espectro.
- Tiza o marcador de grasa, recipiente y bolsas de residuos
- Planillas de inseminación y de diagnóstico de preñez.

### **3.6. Trabajo de campo**

Corresponde a la selección y preparación de los vientres, a la aplicación del protocolo para IATF y diagnóstico de preñez.

#### **3.6.1. Selección y preparación de los vientres**

Se realiza la preparación de las vacas para ingresar al programa reproductivo, a través de las siguientes actividades:

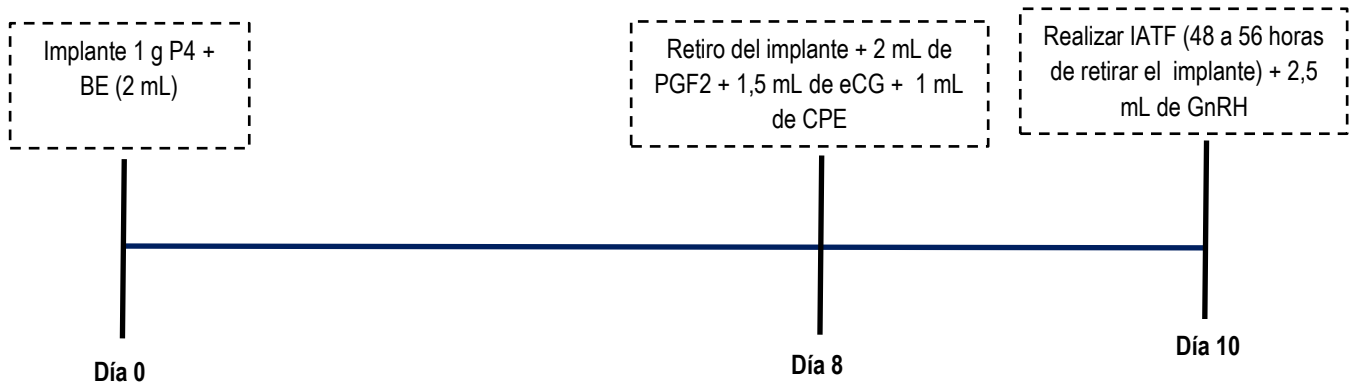
- Se evalúa la condición corporal (CC), el cual es un parámetro importante que mide la deposición de grasa sobre el animal como garantía de reservas de energía. En una escala de 1 a 5 (1 flaco, 2,5 intermedio y 5 exceso de gordura) es necesario que los animales estén con una condición mínima de 2 a 2,5 y ganando peso. Se registró una media de 2,6 de CC para ambos grupos de vacas.
- Posteriormente se verificó el estado funcional y reproductivo de las vacas: vacas paridas de más de 40 días, con involución puerperal normal, útero en posición pelviana y de diámetro menor de 6 cm, fueron consideradas aptas para IATF.
- Finalmente, se procedió al manejo sanitario, mediante la vacunación, desparasitación, vitaminización y mineralización.

### 3.6.2. Protocolos de sincronización de celos para IATF

A través de la empresa Garupa Consultoría Agropecuaria, se aplicaron y manejaron los siguientes protocolos de sincronización y re sincronización de celos para IATF.

- Día 0: Implante de P4 (1 gr) + 2 mL de BE.
- Día 8: Retiro de Implantes de P4 + 2 mL de PGF2 + 1,5 mL de eCG + 1 mL de CPE y pintado de cola.
- Día 10: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) desde las 48 hasta las 56 horas y administración de GnRH 5 horas antes o al momento de la IATF dosis 2,5 mL por animal.

**Figura 1. Protocolo de sincronización de celos para IATF en vacas Nelore y Guzerá**



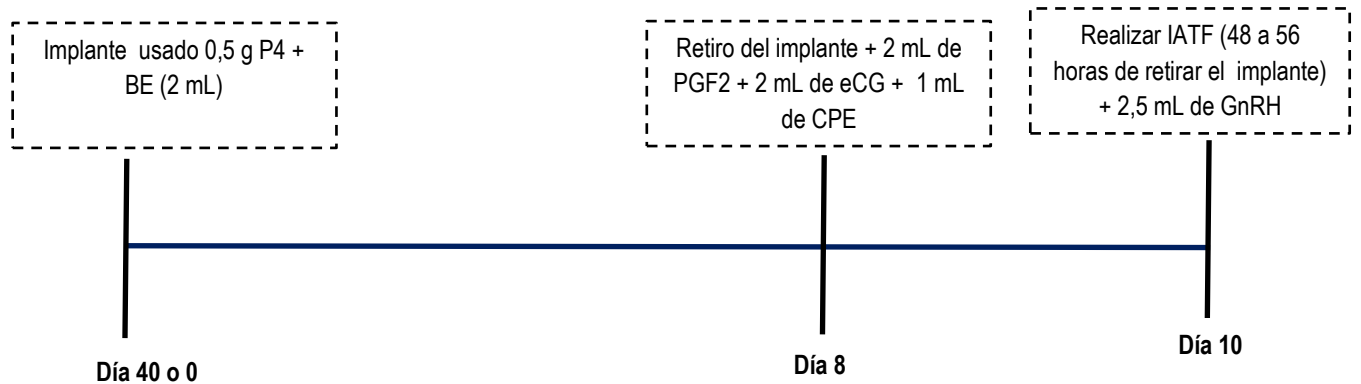
Fuente: Garupa Consultoría Agropecuaria, (2022).

#### **Protocolo de re sincronización:**

- Día 0 (Día 40): Implante usado de P4 (0,5 gr) + 2 mL de BE.
- Día 8: Retiro de Implante usado de P4 + 2 mL de PGF2 + 2 mL de eCG + 1 mL de CPE y pintado de cola.

- Día 10: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) desde las 48 hasta las 56 horas y administración de 2,5 mL de GnRH 5 horas antes o al momento de la IATF.

**Figura 2. Protocolo de re sincronización de celos para vacas Nelore y Guzerá**



Fuente: Garupa Consultoría Agropecuaria, (2022).

### 3.6.3. Diagnóstico de preñez

El diagnóstico de preñez se realizó a los 30 días post IA a través de ecografía (Ecógrafo Chison Eco Vet 1).

### 3.7. Variables de estudio

#### Variables independientes (Factores):

- Condición racial de la hembra bovina, con dos niveles: Nelore y Guzerá.
- Año de IATF, con dos niveles: 2022 y 2021.

**Variables dependientes (de respuesta):**

- Tasa de preñez, expresada en %.
- Tasa de concepción, expresada en %.
- Número de servicios por preñez, expresado en valores medios.
- Costo operativo de IATF por vaca preñada, expresado en \$us.

**3.8. Método estadístico**

Para medir la significancia estadística de las variables de respuesta cualitativas (tasa de preñez y tasa de concepción) por efecto de la condición racial (Nelore y Guzerá) y del año (2022 y 2021), se utilizó el método no paramétrico de Chi-cuadrado ( $X^2$ ), con un nivel de confianza del 95 % y un error aleatorio de 5 % (probabilidad de  $p \leq 0,05$ ). Para ello, se utilizaron los programas informáticos IBM SPSS Statistics v 25 (2021) y el programa en línea WinEpi (2022).

El análisis estadístico para evaluar la significancia de la variable de respuesta cuantitativa, número de servicios por preñez, por consecuencia de los factores intervinientes en este estudio (raza de la vaca y año de IATF), fue el análisis de varianza (ANAVA) para la comparación de medias. Se utilizó un nivel de significación de 0,05 ( $p \leq 0,05$ ). Se manejó el programa IBM SPSS Statistics v 25 (2021).

**3.9. Análisis de costos operativos**

Para cada condición racial (Nelore y Guzerá) se procedió a calcular costos operativos totales, por vaca IATF y por vaca preñada. Los gastos que originaron los costos fueron: implante, dosis de hormonas, semen, material de inseminación y mano de obra. Para determinar el costo operativo por vaca preñada, el costo operativo total de cada grupo de vacas Nelore y Guzerá fue dividido entre el número de vacas preñadas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Tasa de preñez de vacas Nelore y Guzerá en IATF

En la tabla 1, se indican los valores de la tasa de preñez en vacas Nelore y Guzerá a la primera sincronización de IATF, en la hacienda Las Petas de enero a junio de 2022.

**Tabla 1. Tasas de preñez en vacas Nelore y Guzerá a la primera sincronización de IATF, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022**

Raza	Vacas IATF	Vacías		Preñadas	
		n	%	n	%
Nelore	28	9	32,1	19	67,9
Guzerá	24	8	33,3	16	66,7
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>17</b>	<b>32,7</b>	<b>35</b>	<b>67,3</b>

Significancia (p> 0,05)

Fuente: elaboración propia

De las 28 vacas Nelore iniciadas con IATF, se diagnosticó un 67,9 % de preñez (19/28) y 32,1 % de vacías. Asimismo, en el grupo de vacas Guzerá, se obtuvo 66,7 % de preñez (16/24) y 33,3 % de vacías. Al análisis estadístico no se observó diferencias (p> 0,05).

Las vacas no preñadas en el primer IATF, fueron sometidas a una resincronización de celos, bajo similar protocolo que el utilizado en la sincronización.

En la tabla 2 se registran la tasa de preñez en las vacas con re sincronización de celos.

**Tabla 2. Tasas de preñez en re sincronización de celo en vacas Nelore y Guzerá, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022**

Raza	Vacas re sincronizadas	Vacías		Preñadas	
		n	%	n	%
Nelore	9	6	66,7	3	33,3
Guzerá	8	3	37,5	5	62,5
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>52,9</b>	<b>8</b>	<b>47,1</b>

Significancia (p ≥ 0,05)\*

Fuente: elaboración propia

\* Con los datos introducidos, la significación calculada para la prueba Chi Cuadrado no es válida, debido a que los valores observados y esperados son menores a 5.

En Nelore se obtuvo una tasa de preñez de 33,3 % (3/9) a la resincronización de celos para IATF; en vacas Guzerá, se registra una tasa de preñez a la resincronización de 62,5 % (5/8). Aunque numéricamente se registra una mayor tasa de preñez en vacas Guzerá, la prueba estadística no pudo demostrar significancia (p ≥ 0,05).

La tasa total de preñez, por efecto de la tasa de sincronización más la tasa de re sincronización se detalla en la tabla 3.

**Tabla 3. Tasa de preñez total en vacas Nelore y Guzerá en un programa de IATF, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022**

Raza	Vacas IATF	Vacías		Preñadas	
		n	%	n	%
Nelore	28	6	21,4	22	78,6
Guzerá	24	3	12,5	21	87,5
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>9</b>	<b>17,3</b>	<b>43</b>	<b>82,7</b>

Significancia (p > 0,05)

Fuente: elaboración propia

La tasa acumulada en vacas Nelore fue de 78,6 % (22/28) y en vacas Guzerá con 87,5 % (21/24). Tampoco se registró diferencias estadísticas (p > 0,05) entre los dos grupos de vacas.

#### 4.2. Número de servicios por vaca preñada

En la tabla 4, se detalla el número de servicios (NS) por preñez y por concepción (tasa de concepción) en vacas Nelore y Guzerá en un programa de IATF, hacienda Las Petas, de enero a junio de 2022.

**Tabla 4. Número de servicios (NS) por preñez y tasa de concepción en vacas Nelore y Guzerá en IATF, hacienda Las Petas, enero a junio de 2022**

Raza	Vacas IATF	Total vacas preñadas	Total servicios	NS por preñez		Tasa de concepción (%)
				Media	DE	
Nelore	28	22	41	1,46	0,744	53,66
Guzerá	24	21	34	1,42	0,653	61,76
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>43</b>	<b>75</b>	<b>1,44</b>	<b>0,967</b>	<b>57,33</b>

Significancia (p > 0,05) (p > 0,05)

Fuente: elaboración propia

En el grupo de vacas Nelore, se registra una media de 1,46 servicios por vaca preñada y en las vacas Guzerá 1,42 servicios por vaca preñada. No evidenciándose diferencias estadísticas en estos valores ( $p > 0,05$ ).

La división del total de vacas preñadas con el total de servicios, nos permite determinar la tasa de concepción. Este valor es de 53,66 % en vacas Nelore y 61,76 % en vacas Guzerá. No se observó diferencias estadísticas en la tasa de concepción por grupos raciales ( $p > 0,05$ ).

#### 4.3. Comparación de la tasa de preñez con datos del año 2021

Se realizó una comparación de la tasa de preñez en vacas Nelore y Guzerá de los datos obtenidos en este trabajo (2022) con los datos obtenidos de registros reproductivos del año 2021 de la hacienda Las Petas (Tabla 5).

**Tabla 5. Comparación de la tasa de preñez en vacas Nelore y Guzerá en IATF en la hacienda Las Petas, años 2021 y 2022**

Raza	Año	Vacas IATF	Vacías		Preñadas	
			n	%	n	%
Nelore	2022	28	6	21,4	22	78,6
	2021	41	8	19,5	33	80,5
<b>Promedio</b>		<b>69</b>	<b>14</b>	<b>20,3</b>	<b>55</b>	<b>79,7</b>
Guzerá	2022	24	3	12,5	21	87,5
	2021	24	8	33,3	16	66,7
<b>Promedio</b>		<b>48</b>	<b>11</b>	<b>22,9</b>	<b>37</b>	<b>77,1</b>

Significancia

( $p > 0,05$ )

Fuente: elaboración propia

Estadísticamente no se demostró influencia del año ( $p > 0,05$ ) sobre los valores de la tasa de preñez en programas de IATF de vacas Nelore y Guzerá. Es decir,



ambos grupos raciales de vacas registran similar comportamiento reproductivo en programas de IATF realizados en el año 2021 y en 2022.

Asimismo, se evaluó el número de servicios (NS) por preñez y la tasa de concepción en vacas Nelore y Guzerá en un programa de IATF en ambos periodos (Tabla 6).

El valor del número de servicios por preñez no varió en función del año y de la raza de vacas sometidas a IATF ( $p > 0,05$ ). Se registra un valor de 1,46 y 1,59 servicios por preñez en Nelore, para los años 2022 y 2021, respectivamente. En Guzerá, estos valores son de 1,42 y 1,58 servicios por preñez, para 2022 y 2021, en ese orden.

**Tabla 6. Comparación del número de servicios (NS) por preñez y tasa de concepción en vacas Nelore y Guzerá en IATF, hacienda Las Petas, años 2021 y 2022**

Raza	Año	Vacas IATF	Total vacas preñadas	Total servicios	NS por preñez		Tasa de concepción (%)
					Media	DE	
Nelore	2022	28	22	41	1,46	0,744	53,7
	2021	41	33	65	1,59	0,547	50,8
<b>Promedio</b>		<b>69</b>	<b>55</b>	<b>106</b>	<b>1,54</b>	<b>0,632</b>	<b>51,9</b>
Guzerá	2022	24	21	34	1,42	0,653	61,8
	2021	24	16	38	1,58	0,503	42,1
<b>Promedio</b>		<b>48</b>	<b>37</b>	<b>72</b>	<b>1,50</b>	<b>0,583</b>	<b>51,4</b>

Significancia por año

( $p > 0,05$ )

( $p > 0,05$ )

Fuente: elaboración propia

Referente a la tasa de concepción por años y por razas, tampoco se evidenció diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ). El grupo de vacas Nelore registran una media anual de 51,9 % en la tasa de concepción y en vacas Guzerá, es de 51,4 %.

#### 4.4. Costo operativo de IATF por vaca preñada

El costo de IATF por vaca preñada es de 38 \$us (equivalente a 268 Bs) en vacas Nelore. El costo de IATF por vaca preñada fue 32 \$us (equivalente a 221 BS) en el grupo de vacas Guzerá.

Por tanto, se observa que los costos operativos de IATF por vaca preñada son más bajos en vacas Guzerá, lo que a futuro puede traducirse en mayores niveles de rentabilidad.

**Tabla 7. Costos operativos por vaca preñada en IATF y re sincronización de celos**

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Nelore</b>	<b>Guzerá</b>
Total hembras	Cab	28	24
Costo total	\$us	847	667
<b>Costo por vaca IATF</b>	<b>\$us</b>	<b>30,2</b>	<b>27,8</b>
Total hembras preñadas	Cab	22	21
<b>Costo hembra preñada</b>	<b>\$us</b>	<b>38</b>	<b>32</b>
	<b>Bs</b>	<b>268</b>	<b>221</b>

Fuente: elaboración propia

Referente a otros estudios, se refieren trabajos en vacas Nelore bajo protocolos de IATF con resincronización, pero no así para vacas Guzerá en Bolivia.

Borenstein; Ortiz y Quezada (2004), con el trabajo titulado comparación de la eficiencia de dos implantes intravaginales con progesterona para la sincronización de celo en bovinos Nelore, refieren la no existencia de diferencia significativa entre las tasas de concepción en los programas de IATF, con CIDR-B o DIB, sean estos nuevos o usados. Se encontró diferencia en cuanto al costo de estos tratamientos, de manera global, individual y costo/vaca preñada. Obtuvo un menor costo el grupo de animales tratados con DIB debido al menor precio de este producto en el mercado actualmente.

Ayala y Arze, (2008), en el trabajo titulado: Determinación de la eficiencia en la utilización de dos tipos de dispositivos intravaginales en la sincronización de celos posterior a la IATF. Indican que en la tasa de concepción a la resincronización con dispositivos intravaginales reciclados no se evidenció diferencias ( $p > 0,05$ ) entre grupos; obteniendo una preñez acumulativa final de 75,0% (15/20) en el Grupo I y 60,0 % (12/20) en el grupo II ( $p > 0,05$ ), con una tasa final general de preñez de 67,5%.

Kochi, Ortiz y Ortiz, (2014), indican el trabajo titulado Inseminación artificial a tiempo fijo en vaquillas Nelore utilizando dispositivos intravaginales de 0,6 g de progesterona (monouso) nuevos y usados, citan que en el grupo de vaquillas con implante nuevo, se registró una tasa de concepción de 52,5 % y en el grupo de vaquillas con dispositivos usados la tasa fue de 45,0 % estadísticamente no se demostró significancia ( $p > 0,05$ ); por tanto, las tasas de concepción en vaquillas Nelore sometidas a IATF no variaron en función a la reutilización de implantes intravaginales.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

No se demostró significancia estadística ( $p > 0,05$ ) entre las tasas de preñez obtenidas en un programa de IATF con resincronización de celos en vacas Nelore y vacas Guzerá de la hacienda Las Petas en el municipio Pailón del departamento de Santa Cruz, de enero a junio de 2022.

Asimismo, no hubo diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) en los valores medios del número de servicios por preñez y tasas de concepción registrados en vacas Nelore y vacas Guzerá en el programa de IATF con resincronización de celos.

Los valores de tasas de preñez, tasas de concepción y el número de servicios por preñez en vacas Nelore y en vacas Guzerá en el programa de IATF con resincronización de celos, tuvieron similar comportamiento ( $p > 0,05$ ) para los periodos 2022 y 2021.

El grupo de vacas Guzerá registró un menor costo operativo de la IATF por vaca preñada, en relación al costo obtenido en el grupo de vacas Nelore.

## **5.2. Recomendaciones**

Se demostró que las tasas de preñez en vacas Nelore y Guzerá asumen similar comportamiento en programas de IATF con resincronización; a partir de ello, se sustenta una correcta toma de decisiones por parte del productor ganadero.

Asimismo, es importante fortalecer estos resultados, ampliando este tipo de estudios en otros municipios de Santa Cruz y validando, además, otros protocolos de IATF existentes en el mercado para reproducción de bovinos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOCEBÚ ACTIVA. 2021. Revista de la Asociación de productores de bovinos cebú. Agosto – octubre 2021. Santa Cruz, Bolivia. Disponible en: <https://www.asocebu.com.bo/>
- Ayala Castedo, A. y Arze Tarradelles, 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. A.; Chesta, P. M.; Cutaia, L.E. 2014. Claves para una IATF exitosa en rodeos de cría. Memorias 4tas Jornadas Taurus de Reproducción Bovina. Pág. 14-33. Citado por: Alberro Teruel, Juan Esteban; Seguí, Ricardo; Cabodevila, J. y Callejas, Santiago. 2017. Descripción y estudio de factores que afectan el resultado de la IATF
- Bó , G .; Moreno , D .; Cuaita , L .; Caccia, M. 2006. "factores Que afectan los Porcentajes de preñez en los programas de Transferencia de embriones " . IV Seminario internacional de Reproducción de Grandes animales. CGR. Bogotá Colombia.
- Borenstein, S.F.J.; Ortiz, T. J.J.; 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.

CÁMARA AGROPECUARIA DEL ORIENTE (CAO). 2020. Números de Nuestra Tierra. 2019 - 2020. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Edición Digital CDs.

Cariola, Juan Mario; Sarramone, Claudio y Machado, Claudio. 2016. Simulación del impacto productivo y económico de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en un sistema de cría. Facultad de Ciencias Veterinarias –UNCPBA, Argentina. Disponible en: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/592/Tesis%20Cariola%2C%20Juan%20Mario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

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 $\alpha$  en un programa de sincronización de ovulación en rodeos de cría. In Manual Técnico Bovsinch. Buenos Aires –Argentina.pp.36-39.

FEGASACRUZ. 2018. Revista institucional de la Federación de Ganaderos de Santa Cruz. Versión digital. Disponible en: <https://fegasacruz.org/estadisticas/>

FEGASACRUZ. 2022. Revista institucional de la Federación de Ganaderos de Santa Cruz. Versión digital. Disponible en: <https://fegasacruz.org/estadisticas/>

Galina, H. C. 2006. Reproducción de los Animales Domésticos. Limusa. México. Pp. 55 – 60.

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

Holgado y Col., 1996. Genética y mejoramiento animal, peso adulto y tasa de maduración en las razas Criollo, Nelore y Hereford. Rev. Arg. Prod. Animal. Vol 16. Supl. 1. Pp. 25-26.

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.

Kochi Shimabukuro, T.; Ortiz, T. J.J.; 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 en Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

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.

Menchaca, A.; Núñez, R.; Wijma, R.; García Pintos, C.; Fabini, F.; de Castro, T. 2013. Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de IATF en vacas bos taurus. X Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina. Libro de resúmenes, pág. 104. Citado por: Alberro Teruel, Juan



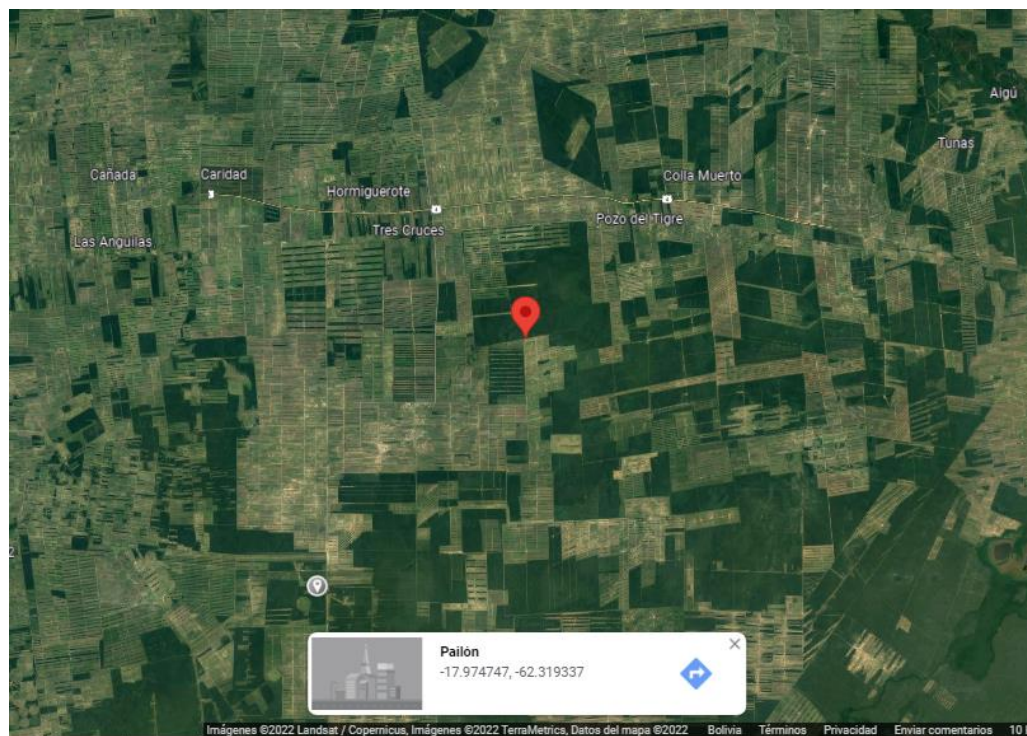
- Esteban; Seguí, Ricardo; Cabodevila, J. y Callejas, Santiago. 2017. Descripción y estudio de factores que afectan el resultado de la IATF.
- Ortiz, T.J.J. 1989. Características de la Reproducción en un Hato Nelore en el Subtrópico Boliviano, Tesis de Grado. F.M.V.Z. - U.A.G.R.M., Santa Cruz – Bolivia. Pp .9 – 30.
- Ourofino. 2022. Sincro eCG® Gonadotropina Coriónica Equina (6.000 UI/30 mL). [Sincro eCG® | Ourofino Salud Animal \(ourofinosaudeanimal.com\)](http://ourofinosaudeanimal.com)
- Ourofino. 2021. Sincrocio® (Cloprostenol Sódico), análogo sintético de la Prostaglandina F2α (prostaglandina natural), (25 mg/100 mL); Sincroforte® (Acetato de Buserelina), hormona sintética análoga a GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropina), (0,042 mg/10 mL); Sincrodiol® Benzoato de Estradiol (100 mg/100 mL); SincroCP® Cipionato de Estradiol (100 mg/100 mL); Sincrogest® Progesterona (1 g). <https://www.ourofinosaudeanimal.com/es/productos/rumiantes/reproducao/sincrocio/>
- Ríos Yabur, Juan Pablo. 2018. Análisis costo-beneficio comparando inseminación artificial a tiempo fijo con inseminación artificial convencional en Hacienda Surrambay, Colombia. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6289/1/AGN-2018-T033.pdf>
- Souza, F. C. 2004. Manejo Reproductivo de machos e femeas. 4to simposio Latinoamericano de Ganado de corte. Santa Cruz – Bolivia. pp. 28-33.
- SYNTEX Argentina. 2021. Argentina. Disponible en: <http://www.syntexar.com>
- Teodoro, L. R.; De Matas, L. A. 1991. Avances en la Producción de Leche Y Carne en el Trópico Americano. Cruzamiento de Bovinos para la Producción de Leche y Carne. FAO. Chile. Pp. 213 - 234.

Velez, M; J. Hincapie; I. Matamoros. 2000. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Tercera Edición Zamorano Academia Press, Zamorano Honduras pp.1-189.

# ANEXOS

## Anexo 1.

### Ubicación geográfica de la Hacienda Las Petas: Municipio Pailón de la provincia Chiquitos del departamento de Santa Cruz, Bolivia



Fuente: Google maps (2022).



Fuente: INE (2022).

## Anexo 2. Planillas de IATF y diagnóstico de preñez

### REGISTROS DE IATF

Orden	Identificación del vientre		1ra IATF	Ecografía	Resincronización	Ecografía	Número de servicios	Total preñez
	Registro o marca	Raza	25/2/2022	21/3/2022	31/3/2022	30/4/2022		
1	502	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
2	189	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
3	505	Nelore		RESINCRO		VACIA	3	VACIA
4	519	Nelore		RESINCRO		PREÑADA	2	PREÑADA
5	39	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
6	454	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
7	149	Nelore		RESINCRO		VACIA	3	VACIA
8	794	Nelore		RESINCRO		VACIA	3	VACIA
9	147	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
10	439	Nelore		RESINCRO		VACIA	3	VACIA
11	936	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
12	471	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
13	1548	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
14	488	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
15	974	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
16	1097	Nelore		RESINCRO		VACIA	2	VACIA
17	504	Nelore		RESINCRO		VACIA	2	VACIA
18	895	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
19	866	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
20	435	Nelore		RESINCRO		PREÑADA	2	PREÑADA
21	470	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
22	765	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
23	120	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
24	243	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
25	1146	Nelore		RESINCRO		PREÑADA	2	PREÑADA
26	496	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
27	155	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA
28	1137	Nelore		PREÑADA			1	PREÑADA

29	GUS 66	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
30	GUZ 39	GUZERAT		RESINCRO		VACIA	3	VACIA
31	GUZ 34	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
32	GUZ 03	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
33	GUZ 17	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
34	GUZ 467	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
35	GUZ 682	GUZERAT		RESINCRO		PREÑADA	3	PREÑADA
36	GUZ 62	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
37	GUZ 683	GUZERAT		RESINCRO		VACIA	2	VACIA
38	GUZ 45	GUZERAT		RESINCRO		VACIA	3	VACIA
39	GUZ 31	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
40	GUZ 11	GUZERAT		RESINCRO		PREÑADA	2	PREÑADA
41	GUZ 07	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
42	GUZ 41	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
43	GUZ 1870	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
44	GUZ 51	GUZERAT		RESINCRO		PREÑADA	2	PREÑADA
45	GUZ 16	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
46	GUZ 43	GUZERAT		RESINCRO		PREÑADA	2	PREÑADA
47	GUZ 19	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
48	GUZ 679	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
49	GUZ 38	GUZERAT		RESINCRO		PREÑADA	2	PREÑADA
50	GUZ 680	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
51	GUZ- 1074-B	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA
52	GUZ- 1597-B	GUZERAT		PREÑADA			1	PREÑADA

Fuente: Garupa Consultoría Agropecuaria y Las Petas, 2022

### Anexo 3. Análisis estadístico tasa de preñez primer IATF por raza

Tabla cruzada raza\*TASA1IATF

		TASA1IATF		Total
		PREÑADA	VACIA A RESINCRONIZACIÓN	
raza	GUZERAT	16	8	24
	NELORE	19	9	28
Total		35	17	52

#### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,008 <sup>a</sup>	1	,927		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitud	,008	1	,927		
Prueba exacta de Fisher				1,000	,580
Asociación lineal por lineal	,008	1	,928		
N de casos válidos	52				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,85.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Estadística básica: Diferencias entre proporciones (3)															
<b>Datos</b>															
El objetivo es ver si existe diferencias entre las proporciones correspondientes a Tasa de preñez IATF estratificadas según la variable y Raza:															
Nivel de confianza % : 95%															
Proporciones observadas				Frecuencias Observadas			Frecuencias Esperadas								
		Tasa de preñez IATF			Tasa de preñez IATF			Tasa de preñez IATF							
		N	Preñadas (%)	Vacias (%)			Preñadas	Vacias	Total						
Raza	Nelore	28	67.9%	32.1%	Raza	Nelore	19.0	9.0	28	Raza	Nelore	18.9	9.1	28	
	Guzerat	24	66.7%	33.3%		Guzerat	16.0	8.0	24		Guzerat	16.2	7.8	24	
	Total	52				Total	35.0	17.0	52		Total	35.0	17.0	52	
<b>Resultados</b>															
No podemos afirmar que las variables cualitativas Tasa de preñez IATF y Raza estén significativamente asociadas.															
<table border="1"> <tr> <td>Estadístico Chi-cuadrado (<math>\chi^2</math>) :</td> <td>0.008</td> </tr> <tr> <td>Grados de libertad (gl) :</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Significación (p) :</td> <td>0.9267</td> </tr> </table>										Estadístico Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) :	0.008	Grados de libertad (gl) :	1	Significación (p) :	0.9267
Estadístico Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) :	0.008														
Grados de libertad (gl) :	1														
Significación (p) :	0.9267														

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 4. Análisis estadístico tasa de preñez re sincronización IATF por raza

**Tabla cruzada raza\*TARESINCRO**

		TASA RESINCRO		Total
		PREÑADA	VACÍA	
raza	GUZERAT	5	3	8
	NELORE	3	6	9
Total		8	9	17

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,446 <sup>a</sup>	1	,229		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	,512	1	,474		
Razón de verosimilitud	1,466	1	,226		
Prueba exacta de Fisher				,347	,238
Asociación lineal por lineal	1,361	1	,243		
N de casos válidos	17				

- a. 4 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,76.  
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Estadística básica: Diferencias entre proporciones (3)																	
<b>Datos</b>																	
El objetivo es ver si existe diferencias entre las proporciones correspondientes a Tasa de preñez re sincronización IATF estratificadas según la variable y Raza:																	
Nivel de confianza % : 95%																	
<b>Proporciones observadas</b>				<b>Frecuencias Observadas</b>				<b>Frecuencias Esperadas</b>									
		Tasa de preñez re sincronización IATF				Tasa de preñez re sincronización IATF				Tasa de preñez re sincronización IATF							
		N	Preñadas (%)	Vacías (%)			Preñadas	Vacías	Total			Preñadas	Vacías	Total			
Raza	Nelore	9	33.3%	66.7%	Raza	Nelore	3.0	6.0	9	Raza	Nelore	4.2	4.8	9			
	Guzerat	8	62.5%	37.5%		Guzerat	5.0	3.0	8		Guzerat	3.8	4.2	8			
	<b>Total</b>	<b>17</b>				<b>Total</b>	<b>8.0</b>	<b>9.0</b>	<b>17</b>		<b>Total</b>	<b>8.0</b>	<b>9.0</b>	<b>17</b>			
<b>Resultados</b>																	
Con los datos introducidos la significación calculada para la prueba Chi-cuadrado ( $X^2$ ) no es válida.																	
<table border="1"> <tr> <td>Estadístico Chi-cuadrado (<math>X^2</math>) :</td> <td>1.450</td> </tr> <tr> <td>Grados de libertad (gl) :</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Significación (p) :</td> <td>0.2286</td> </tr> </table>												Estadístico Chi-cuadrado ( $X^2$ ) :	1.450	Grados de libertad (gl) :	1	Significación (p) :	0.2286
Estadístico Chi-cuadrado ( $X^2$ ) :	1.450																
Grados de libertad (gl) :	1																
Significación (p) :	0.2286																

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 5. Análisis estadístico tasa de preñez total IATF por raza

**Tabla cruzada raza\*TOTALPREÑEZ**

		TOTAL PREÑEZ		Total
		PREÑADA	VACIA	
raza	GUZERAT	21	3	24
	NELORE	22	6	28
Total		43	9	52

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,720 <sup>a</sup>	1	,396		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	,231	1	,631		
Razón de verosimilitud	,735	1	,391		
Prueba exacta de Fisher				,480	,318
Asociación lineal por lineal	,706	1	,401		
N de casos válidos	52				

a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,15.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

### Datos

El objetivo es ver si existe diferencias entre las proporciones correspondientes a Tasa de preñez total IATF estratificadas según la variable y Raza:

Nivel de confianza % : 95%

Proporciones observadas				Frecuencias Observadas				Frecuencias Esperadas						
		Tasa de preñez total IATF				Tasa de preñez total IATF				Tasa de preñez total IATF				
		N	Preñadas (%)			Vacias (%)	Preñadas			Vacias	Total	Preñadas	Vacias	Total
Raza	Nelore	28	78.6%	21.4%	Raza	Nelore	22.0	6.0	28	Raza	Nelore	23.2	4.8	28
	Guzerat	24	87.5%	12.5%		Guzerat	21.0	3.0	24		Guzerat	19.8	4.2	24
	Total	52				Total	43.0	9.0	52		Total	43.0	9.0	52

### Resultados

Con los datos introducidos la significación calculada para la prueba Chi-cuadrado ( $X^2$ ) no es válida.

Estadístico Chi-cuadrado ( $X^2$ ) :	0.716
Grados de libertad (gl) :	1
Significación (p) :	0.3975

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6. Análisis estadístico número de servicios por preñez y tasa de concepción en IATF por raza

### Descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
GUZERAT	24	1,4167	,65386	,13347	1,1406	1,6928
NELORE	28	1,4643	,74447	,14069	1,1756	1,7530
Total	52	1,4423	,69771	,09676	1,2481	1,6366

### ANOVA

Servicios por preñez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,029	1	,029	,059	,809
Dentro de grupos	24,798	50	,496		
Total	24,827	51			

Fuente: Elaboración propia

## Tasa de concepción

### Estadística básica: Prueba de Chi-cuadrado (3)

#### Datos

El objetivo es ver si las variables cualitativas Tasa de concepción y Raza están significativamente asociadas:

Nivel de confianza % : 95%

Frecuencias Observadas				Frecuencias Esperadas				
	Tasa de concepción	Tasa de concepción			Tasa de concepción	Tasa de concepción		
		Vacias	Preñada			Total	Vacias	Preñada
Raza	Nelore	19	22	41	Nelore	17.49	23.51	41
	Guzerat	13	21	34	Guzerat	14.51	19.49	34
	Total	32	43	75	Total	32	43	75

#### Resultados

No podemos afirmar que las variables cualitativas Tasa de concepción y Raza estén significativamente asociadas.

Estadístico Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) :	0.499
Grados de libertad (gl) :	1
Significación (p) :	0.4798

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7. Análisis estadístico tasa de preñez gestiones 2021 y 2022 en IATF por raza

**Tabla cruzada AÑO\*TOTALPREÑEZ\*raza**

Raza			TOTALPREÑEZ		Total
			PREÑADA	VACIA	
GUZERAT	AÑO	año 2021	16	8	24
		año 2022	21	3	24
	Total		37	11	48
NELORE	AÑO	año 2021	33	8	41
		año 2022	22	6	28
	Total		55	14	69
Total	AÑO	año 2021	49	16	65
		año 2022	43	9	52
	Total		92	25	117

### Pruebas de chi-cuadrado

AÑO		Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
año 2021	Chi-cuadrado de Pearson	1,558 <sup>c</sup>	1	,212		
	Prueba exacta de Fisher				,243	,171
	N de casos válidos	65				
año 2022	Chi-cuadrado de Pearson	,720 <sup>d</sup>	1	,396		
	Prueba exacta de Fisher				,480	,318
	N de casos válidos	52				
Total	Chi-cuadrado de Pearson	,116 <sup>a</sup>	3	,733		
	Prueba exacta de Fisher				,820	,452
	N de casos válidos	117				

### Estadística básica: Prueba de Chi-cuadrado (3)

#### Datos

El objetivo es ver si las variables cualitativas Preñez y Raza x año están significativamente asociadas:

Nivel de confianza % : 95%

Frecuencias Observadas				Frecuencias Esperadas					
		Preñez					Preñez		
		Vacías	Preñadas	Total			Vacías	Preñadas	Total
Raza x año	Nel 2022	6	22	28	Nel 2022	5.98	22.02	28	
	Nel 2021	8	33	41	Nel 2021	8.76	32.24	41	
	Guz 2022	3	21	24	Guz 2022	5.13	18.87	24	
	Guz 2021	8	16	24	Guz 2021	5.13	18.87	24	
	Total	25	92	117	Total	25	92	117	

#### Resultados

No podemos afirmar que las variables cualitativas Preñez y Raza x año estén significativamente asociadas.

Estadístico Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) :	3.252
Grados de libertad (gl) :	3
<b>Significación (p) :</b>	<b>0.3543</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8. Análisis estadístico número de servicios por preñez y tasa de concepción gestiones 2021 y 2022 en IATF por raza

### Informe

Servicios por preñez					
AÑO	Raza	Media	N	Desv. Desviación	Suma
año 2021	GUZERAT	1,5833	24	,50361	38,00
	NELORE	1,5854	41	,54661	65,00
	Total	1,5846	65	,52715	103,00
año 2022	GUZERAT	1,4167	24	,65386	34,00
	NELORE	1,4643	28	,74447	41,00
	Total	1,4423	52	,69771	75,00
Total	GUZERAT	1,5000	48	,58346	72,00
	NELORE	1,5362	69	,63198	106,00
	Total	1,5214	117	,61023	178,00

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Servicios por preñez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	271,418 <sup>a</sup>	4	67,854	180,065	,000
AÑO	,577	1	,577	1,532	,218
Raza	,017	1	,017	,046	,831
AÑO * Raza	,014	1	,014	,038	,845
Error	42,582	113	,377		
Total	314,000	117			

a. R al cuadrado = ,864 (R al cuadrado ajustada = ,860)

## Tasa de concepción: raza por año

### Estadística básica: Prueba de Chi-cuadrado (3)

#### Datos

El objetivo es ver si las variables cualitativas Tasa de concepción y Raza x año están significativamente asociadas:

Nivel de confianza % : 95%

		Frecuencias Observadas					Frecuencias Esperadas		
		Tasa de concepción					Tasa de concepción		
		Vacias	Preñadas	Total			Vacias	Preñadas	Total
Raza x año	Nel 2022	19	22	41	Raza x año	Nel 2022	19.81	21.19	41
	Nel 2021	32	33	65		Nel 2021	31.40	33.60	65
	Guz 2022	13	21	34		Guz 2022	16.43	17.57	34
	Guz 2021	22	16	38		Guz 2021	18.36	19.64	38
	<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>92</b>	<b>178</b>		<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>92</b>	<b>178</b>

#### Resultados

No podemos afirmar que las variables cualitativas Tasa de concepción y Raza x año estén significativamente asociadas.

Estadístico Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) :	2.866
Grados de libertad (gl) :	3
<b>Significación (p) :</b>	<b>0.4128</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 9.

Costos operativos unitarios de sincronización e IATF y re sincronización e IA en vacas Nelore y Guzerat (en \$us)									
Fases	Detalle costos	Unidad	Dosis por vaca	Vacas Nelore			Vacas Guzerá		
				n	Costo unitario	Costo total	n	Costo unitario	Costo total
Sincronización e IATF	Implante Sincrogest nuevo (P4 1 gr)	Pza	1	28	5,0	141	24	5,0	121
	Benzoato de estradiol	mL	2	56	0,11	6	48	0,11	5
	PGF2 – Prostaglandina	mL	2	56	0,39	22	48	0,39	19
	Sincro eCG (300 UI)	mL	1,5	42	1,2	51	36	1,2	43
	Cipionato de Estradiol	mL	1	28	0,11	3	24	0,11	3
	GnRH	mL	2,5	70	0,23	16	60	0,23	14
	Semen	Pajuela		32	7,8	250	26	6,5	169
	Material inseminación	Por IA	1	32	0,72	23	26	0,72	19
	Servicios IA (Mano de obra)	Por IA	1	32	5,5	177	26	5,5	144
	<b>Sub total</b>					<b>689</b>			<b>537</b>
Resincronización e IA	Implante Sincrogest usado (P4 0,5 gr)	Pza		9	0,0	0,0	8	0,0	0
	Benzoato de estradiol	mL	2	18	0,11	2,0	16	0,11	2
	PGF2 – Prostaglandina	mL	2	18	0,39	7,1	16	0,39	6
	Sincro eCG (300 UI)	mL	1,5	13,5	1,21	16,3	12	1,21	14
	Cipionato de Estradiol	mL	1	9	0,11	1,0	8	0,11	1
	GnRH	mL	2,5	22,5	0,23	5,3	20	0,23	5
	Semen	Pajuela		9	7,8	70,2	8	6,5	52
	Material inseminación	Por IA	1	9	0,72	6,5	8	0,72	6
	Servicios IA (Mano de obra)	Por IA	1	9	5,5	49,8	8	5,5	44
	<b>Sub total</b>					<b>158</b>			<b>130</b>
<b>Total costo</b>						<b>847</b>			<b>667</b>
<b>Costo por vientre</b>						<b>30,2</b>			<b>27,8</b>
<b>Costo por vientre en Bs</b>						<b>211</b>			<b>193</b>
Fuente: elaboración propia									



**Anexo 10.**



Anexo 11.



Anexo 12.



Anexo 13.

