

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ZOOTECNIA

Eficiencia reproductiva de los protocolos de sincronización del celo para
inseminación artificial a tiempo fijo en vacas cruzadas

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

PRESENTADO POR

Bach. Alonso Ramírez García

ASESOR

Mg. Jorge Cáceres Coral

CO-ASESOR

Dr. Clavel Díaz Quevedo

YURIMAGUAS, 2023

MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

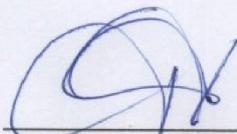
Dr. Luis Alberto Arévalo López Coordinador de la Facultad de Ingeniería, del Programa de Estudios de Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, por intermedio del presente:

DECLARAMOS:

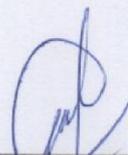
Que, el presente trabajo de investigación titulado: **“EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DEL CELO PARA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN VACAS CRUZADAS”**, constituye la memoria que presenta el Bachiller **ALONSO RAMIREZ GARCIA** para aspirar al título de Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**. Ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo nuestra dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmamos la presente constancia en Yurimaguas, a los 20 días del mes de diciembre del año 2023.



Mg. Jorge Cáceres Coral
Asesor



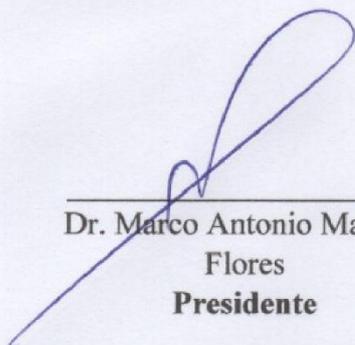
Dr. Clavel Díaz Quevedo
Co-Asesor

EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LOS PROTOCOLOS DE
SINCRONIZACIÓN DEL CELO PARA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A
TIEMPO FIJO EN VACAS CRUZADAS

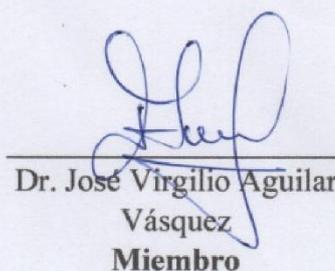
TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

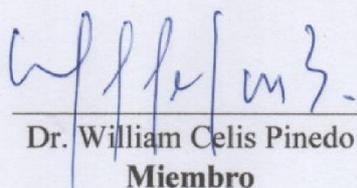
JURADO CALIFICADOR



Dr. Marco Antonio Mathios
Flores
Presidente



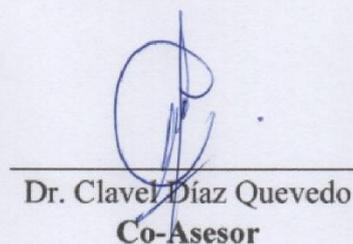
Dr. José Virgilio Aguilar
Vásquez
Miembro



Dr. William Celis Pinedo
Miembro



Mg. Jorge Cáceres Coral
Asesor



Dr. Clavel Díaz Quevedo
Co-Asesor

Yurimaguas, 20 de diciembre del 2023

DEDICATORIA

A Dios, por forjar mi camino y haberme guiado en todo el trayecto de mi vida.

A Marybel García Soria, quien me dio la vida y con quien compartí los primeros años de mi existencia; forjando mi personalidad para hacer frente a los desafíos que a lo largo de estos tiempos se me presentaron, gracias mamá.

A Ángela López Pinedo, quien es el pilar de mi vida, me brindó su dedicación, amor hacia mi persona, llenando cada espacio y fortaleciendo el norte y el destino para convertirme en lo que hoy soy, juntamente de la mano de mi señor padre Alonso Ramírez Fuchs; muchas gracias de corazón.

A Jorge Cáceres Coral, por ser una persona sumamente amable, comprensible, y una imagen a seguir como profesional. Tiene mi total admiración.

A mis hermanas, Rocío, Pilar, Milagros, Karina, Leydi, Daniela y Angelina. Me siento afortunado de contar con ustedes.

A mis sobrinos, que tanto los quiero y que los llevo por siempre en mi corazón.

A mi hija Emma Micaela, la niña de mis ojos y Analy Aponte por haberme dado la oportunidad de ser padre de una hermosa hija, quien es mi motivación para cumplir cada uno de mis metas.

A la Zootecnia.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, quienes son responsables del conocimiento adquirido, para hoy llegar al punto en el que me encuentro.

A los Dres. Marco Antonio Mathios Flores, William Celis Pinedo y José Virgilio Aguilar Vásquez, quienes aportaron en mi formación con su enseñanza y dedicación.

A mi Asesor Mg. Jorge Cáceres Coral y Co-asesor Dr. Clavel Díaz Quevedo, por brindarme todo el apoyo para realizar esta investigación.

A Josué Díaz Pimentel y Juan Carlos Mori Salinas, por los buenos deseos hacia mi persona.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Capítulo I: Datos Generales | 10 |
| 1.1 Título de proyecto. | 10 |
| 1.2 Proponente. | 10 |
| 1.3 Duración del proyecto. | 10 |
| 1.4 Tesouro UNESCO. | 10 |
| Capítulo II: Problema..... | 11 |
| 2.1 Planteamiento y Formulación | 11 |
| 2.1.1 Planteamiento..... | 11 |
| 2.1.2 Formulación: | 11 |
| 2.2 Hipótesis. | 11 |
| 2.2.1 Hipótesis nula..... | 11 |
| 2.2.2 Hipótesis alterna..... | 12 |
| 2.3 Objetivos. | 12 |
| 2.3.1 Objetivo general:..... | 12 |
| 2.3.2 Objetivos específicos: | 12 |
| 2.4 Justificación e Importancia | 12 |
| 2.4.1 Justificación | 12 |
| 2.4.2 Importancia | 13 |
| Capítulo III: Marco Teórico..... | 14 |
| 3.1 Antecedentes de la investigación. | 14 |
| 3.2 Base teórica..... | 20 |
| 3.2.1 Protocolos de sincronización del celo..... | 20 |
| 3.2.2 Eficiencia reproductiva..... | 20 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.2.3 | Fisiología reproductiva de la hembra..... | 20 |
| 3.2.4 | Ciclo estral | 21 |
| 3.2.5 | Dinámica folicular | 21 |
| 3.2.6 | Principales hormonas para la sincronización del celo | 22 |
| 3.2.7 | Protocolos de sincronización del celo con uso de IATF..... | 24 |
| 3.2.8 | Protocolos | 24 |
| 3.2.9 | Biotecnología de la reproducción | 26 |
| 3.2.10 | Inseminación artificial | 26 |
| 3.2.11 | Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) | 26 |
| Capítulo IV: Método | | 27 |
| 4.1 | Participantes | 27 |
| 4.1.1 | Población..... | 27 |
| 4.1.2 | Muestra | 27 |
| 4.1.3 | Criterios de inclusión | 27 |
| 4.1.4 | Criterios de exclusión..... | 27 |
| 4.1.5 | Características de la muestra..... | 28 |
| 4.2 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 29 |
| 4.2.1 | Técnicas | 29 |
| 4.2.2 | Instrumentos..... | 29 |
| 4.3 | Procedimientos..... | 29 |
| 4.3.1 | Técnicas de análisis de los datos:..... | 29 |
| 4.3.2 | Aspectos éticos: | 33 |
| 4.3.3 | Limitaciones:..... | 34 |
| 4.4 | Tipo de investigación | 34 |
| Capítulo V: Resultados y Discusiones | | 35 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Porcentaje de preñez en relación a protocolos | 35 |
| 5.2 | Porcentaje de preñez en relación al número de partos | 36 |
| 5.3 | Porcentaje de preñez en relación al moco cervical | 37 |
| | Conclusiones | 39 |
| | Recomendaciones | 40 |
| | Referencias bibliográficas..... | 41 |
| | Anexos | 52 |

LÍSTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Distrubución de los tratamientos | 28 |
| Tabla 2. Características del diseño experimental | 28 |

LÍSTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Porcentaje de preñez en vacas según protocolos..... | 35 |
| Figura 2. Porcentaje de preñez en vacas según numero de partos | 36 |
| Figura 3. Porcentaje de preñez en vacas según moco cervical | 37 |

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia reproductiva de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en 45 vacas mestizas de *Bos indicus* con *Bos Taurus*. Se utilizó la prueba Chi² vía bondad de ajustes y prueba de independencia, y los datos fueron analizadas con el SPSS v26. Empleando los protocolos Convencional, Jsynch y Ovsynch. El diagnóstico de preñez se realizó a los 45 días después de la inseminación artificial (IA) mediante el ecógrafo transrectal. El protocolo Convencional (39.1%) y Jsynch (39.1%) mostraron mejor porcentaje de preñez en comparación del protocolo Ovsynch (21.7%); mientras que las vacas de 4 a más parto registraron un mayor porcentaje de preñez (55.6%); asimismo, La presencia de moco cervical cristalino (47.8%) en el momento de la inseminación es asociada significativamente a la preñez; y en efecto, el uso de los protocolos con IATF pueden mejorar el rendimiento reproductivo de las vacas sin la detección de celo.

Palabras clave: Ganado vacuno, hormona, producción.

ABSTRAC

The objective of the research was to evaluate the reproductive efficiency of heat synchronization protocols for fixed-time artificial insemination (FATI) in 45 *Bos indicus* and *Bos Taurus* crossbred cows. The Chi² test was used via goodness of fit and test of independence, and the data were analyzed with SPSS v26. Using the Conventional, Jsynch and Ovsynch protocols. The diagnosis of pregnancy was made 45 days after AI using transrectal ultrasound. The Conventional protocol (39.1%) and Jsynch (39.1%) showed a better pregnancy rate compared to the Ovsynch protocol (21.7%); while cows with 4 or more births registered a higher percentage of pregnancy (55.6%); likewise, the presence of crystalline cervical mucus (47.8%) at the time of insemination is significantly associated with pregnancy; and indeed, the use of IATF protocols can improve the reproductive performance of cows without heat detection.

Keywords: Cattle, hormone, production.

Capítulo I: Datos Generales

1.1 Título de proyecto.

Eficiencia Reproductiva de los Protocolos de Sincronización del Celo para Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Vacas Cruzadas.

1.2 Proponente.

Alonso Ramírez García.

1.3 Duración del proyecto.

8 meses.

1.4 Tesouro UNESCO.

Ganado vacuno, hormona, producción.

Capítulo II: Problema

2.1 Planteamiento y Formulación

2.1.1 Planteamiento

Alto Amazonas se caracteriza por presentar un sistema de ganadería extensiva, cuya predominancia son los vacunos cruzados con distintos grados de mestizajes entre cebú y europeo sin criterio técnico, obteniendo poca producción de carne y leche (Champa et al., 2001; Vásquez, 2012); la crianza y alimentación es de forma tradicional sin manejo tecnificado, conllevando a una baja eficiencia reproductiva, reflejándose de manera directa e indirecta en la economía de quienes forman la cadena productiva (Cano, 2012).

La inseminación artificial es una herramienta usada en las actividades de mejoramiento genético del ganado vacuno, pero son poco empleados por los ganaderos, debido al desconocimiento de las ventajas en la eficiencia reproductiva; de igual manera, existe poca evidencia científica referente a los diferentes tipos de protocolos de sincronización del celo y sus resultados en cuanto a las mejoras en los índices de preñez y partos, como indicadores de la eficiencia reproductiva (Salazar, 2015).

2.1.2 Formulación

¿Cuál es la eficiencia reproductiva de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo en vacas cruzadas?

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis nula

El uso de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo no mejora la eficiencia reproductiva de vacas cruzadas.

2.2.2 Hipótesis alterna

El uso de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo mejora la eficiencia reproductiva de vacas cruzadas.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia reproductiva de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo en vacas cruzadas.

2.3.2 Objetivos específicos

➤ Determinar la respuesta de preñez en relación a la aplicación de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo en vacas cruzadas.

➤ Determinar la respuesta de preñez en relación al número de partos con la aplicación de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo en vacas cruzadas.

➤ Determinar la respuesta de preñez en relación al moco cervical con la aplicación de protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo fijo en vacas cruzadas.

2.4 Justificación e Importancia

2.4.1 Justificación

Esta investigación se justifica porque mejora las características reproductivas del ganado vacuno en la zona tropical, asimismo incrementa el número de vacas preñadas y el número de crías por año; de la misma forma, es justificable económicamente porque mejora los rendimientos económicos mediante el uso de protocolos de sincronización del celo, ya que resulta más económico mantener un toro hasta su etapa reproductivo y; desde el punto de vista cultural porque, permite corregir las actividades de manejo tradicional del productor ganadero.

2.4.2 Importancia

La investigación es importante debido a que, permite conocer el uso de protocolos de sincronizadores del celo con programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), para elevar el rendimiento ganadero reflejado en la eficiencia reproductiva; asimismo será de utilidad en la práctica logrando la sincronización del celo de las hembras del ganado vacuno, modificando el comportamiento del sistema reproductivo a fin de que estén listas para recibir el semen, y así lograr la preñez; alcanzando de este modo beneficios como el mejoramiento de la calidad genética del animal, la reproducción de un mayor número de vacas en periodos cortos, dando paso a una adecuada demanda en el mercado local sobre la base de productos de excelente calidad; y será de utilidad metodológica porque podría promover la competitividad de la ganadería local alcanzando niveles óptimos de producción, trayendo consigo el mejoramiento de la cadena de servicios relacionados a la actividad ganadera.

Capítulo III: Marco teórico

3.1 Antecedentes de la investigación

Yáñez-Avalos et al. (2021), evaluaron el protocolo J-Synch con y sin Gonadotropina coriónica equina (eCG), en la preñez de 448 vacas multíparas con cría al pie, de edad entre 34 y 65 meses con una condición corporal de 2.5 a 3 (escala 1-5) en la Amazonía ecuatoriana; utilizaron un diseño experimental de regresión logística; distribuidos en 2 tratamientos; cada tratamiento estuvo dividido en 2 grupos: el tratamiento 1 se dividió en T1: J-Synch + eCG + Celo IATF 60 horas (n=120), “día 0” primera evaluación ecográfica + 2 mg Benzoato de Estradiol (BE) + Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB) de Progesterona (P4) 0.5 g, “día 6” Retiro del Dispositivo Intravaginal Bovino (RET-DIB) + 500 µg Prostaglandina (PGF2α) + 400 UI eCG; T2: J-Synch + eCG + Sin Celo + Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) IATF 72 horas (n=118), “día 0” primera evaluación ecográfica + 2 mg BE + DIB P4 0.5 g, “día 6” RET-DIB + 500 µg PGF2α + 400 UI eCG y el día de IATF se aplicó 100 µg GnRH; el tratamiento 2 se dividió en T3: J-Synch + Celo IATF 60 horas (n=103), “día 0” primera evaluación ecográfica + 2 mg BE + DIB P4 0.5 g, “día 6” RET-DIB + 500 µg PGF2α; T4: J-Synch + Sin Celo + GnRH +IATF 72 Horas (n=107), “día 0” primera evaluación ecográfica + 2 mg BE + DIB P4 0.5 g, “día 6” RET-DIB + 500 µg PGF2α y el día de IATF se aplicó 100 µg GnRH; los análisis estadísticos se procesaron con el Software JMP versión 5.0 para Windows. En sus resultados encontraron que todas las vacas inseminadas solo preñaron 230 (51.3%), siendo el T1 quien presentó mayor porcentaje de preñez (%P) con 55% (66/120), seguido del T3 con 51% (53/103) y el T4 con 50% (53/107) a diferencia del T2 con 49% (58/118).

Pérez-Mora et al. (2020), determinaron la preñez en la Tráansferencia de Embriones a Tiempo Fijo (TETF) en 405 vacas entre nulíparas y multíparas; utilizaron un diseño experimental mediante la estadística χ^2 o exacta de Fisher, distribuidos en 2 tratamientos. T1: Convencional con 201 bovino: “día 0” DIB P4 1g + 2 mg BE, “día 7” RET-DIB + 1 mg CE + 300 IU eCG + 50 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$, “día 16” TETF; T2: Jsynch con 204 vacunos: “día 0” DIB P4 1g + 2 mg, “día 6” ET-DIB + 300 IU eCG + 50 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$, “día 9” 0.01 mg GnRH, “día 16” TETF; los análisis estadísticos fueron evaluados mediante procesamiento de regresión logística con el SAS. Los resultados manifiestan que el T1 fue superior con 69.33% hacia el T2 con 64.29%, diagnosticadas ambas a los 30 días luego de la TETF. Asimismo, hacen referencia que las vacas multíparas registran mejor porcentaje de preñez 66.44% a diferencia de las nulíparas con el 53.79% en dichos tratamientos.

De Lima et al. (2020), evaluaron la inducción de la pubertad basado en la inyección de Progesterona (iP4) sobre la preñez en 638 vaquillas, con un protocolo J-synch modificado; utilizaron un diseño experimental, aplicando la estadística DCA con arreglo factorial de 2 x 2, divididos en 2 tratamientos y clasificadas como puberales (PUB, n:224) y prepuberal (PRE, n:414). T1: PUB + PRE, “día 31” 150 mg P4 inyectable (iP4), “día 21” 1 mg BE + 150 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$, “día 9” 2 mg BE + 75 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + DIB P4 1g, “día 3” RET-DIB + 150 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$, “día 1” Celo + IA; “día” 10.5 μg GnRH + IATF; “día 30” post IATF diagnóstico de preñez (DP); T2: PUB + PRE, “día 31” NoiP4, “día 21” 1 mg BE + 150 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$, “día 9” 2 mg BE + 75 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + DIB P4 1g, “día 3” RET-DIB + 150 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$, “día 1” Celo + IA; “día” 10.5 μg GnRH + IATF; “día 30” post IATF diagnóstico de preñez (DP); el análisis estadístico fue con el paquete SAS versión 9.4. En sus resultados manifiestan que el grupo PRE iP4 muestran porcentajes similares de preñez a la de los grupos PUB (44.7 frente a 49.9%); pero mayor a la PRE NoiP4 34.2%. Asimismo, las vaquillas tratadas con iP4 mostraron mejor preñez de 46.0% a diferencia NoiP4 con 38.3%.

Abd-Elhafeez et al. (2020), estudiaron la asociación de las propiedades físicas del moco cervical y la preñez en 28 vacas egipcias de 4 a 5 años de edad, sincronizadas con una dosis única de 25 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ por vía intramuscular en condiciones de estrés por calor; utilizaron un diseño experimental con diseño estadístico Chi^2 , y se asignaron aleatoriamente los tratamientos, T1: Estrés sin calor (ESC, n:14), los animales se mantuvieron bajo una estructura de sombra semiabierta enfriada por un sistema de rociadores y ventilación; T2: Estrés con calor (ECC, n:14), los animales fueron expuestas a radiación solar directa de 10:00 am a 3:00 pm todos los días, y a partir de entonces se trasladaron a una estructura de sombra sin sistema de enfriamiento, hasta la mañana siguiente. Posteriormente, se observaron signos de estro durante 30 minutos a las 6:00 am y 6:00 pm justo antes de la inseminación; los datos recopilados fueron analizados estadísticamente mediante el proceso de mínimo cuadrados del modelo lineal general (MLG) del programa SAS. Encontraron que el T1 mostró mejor porcentaje de preñez del 64.29%, registrando el 64.29% de moco cervical transparente y el 0% con moco cervical opaca y sucia; mientras que el T2 presentó el 35.71% de preñez, siendo el moco cervical transparente el mayor 28.57%, a diferencia de la opaca 7.14%

Averanga & Aliaga (2019), investigaron la acción del GnRH en las etapas del protocolo de sincronización del celo con progestágenos en IATF con 120 vacas mestizas en una condición corporal de 2.5; utilizaron un diseño experimental basado en la distribución binomial, mediante la estadística de Chi^2 , distribuidos en 3 grupos de 40 (P1: “día 0” DIB P4 0.5 g + 2 ml BE, “día 7” RET-DIV + 0.16 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + 400 UI eCG, “día 8” 1 mg BE, “día 9” IATF 52-56 horas post RET-DIB + 8.4 μg GnRH; P2: “día 0” DIB P4 0.5 g + 2 ml BE, día 8 RET-DIB+ 0.16 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + 400 UI eCG + 2 mg ECP, “día 10” IATF 52-56 horas post RET-DIB + 8.4 μg GnRH; P3: “día 0” DIV P4 0.5 g + 8.4 μg GnRH, “día 8” RET-DIB + 0.16 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + 400 UI eCG, “día 9” 1 ml BE, “día 10” IATF 52-56 horas post RET-DIB + 8.4 μg GnRH); se sometieron los datos al procedimiento Genmod de SAS 9.2 . En sus

resultados encontraron: que el P1 presentó mayor porcentaje de preñez 57.5%, quedando preñadas 23 vacas de 40 (23/40), a diferencia del P2, 47.5% (19/40) y P3, 35% (14/40).

Mohammadi et al. (2019), determinaron el impacto de la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y GnRH sobre la preñez por inseminación artificial (P/IA) y el porcentaje de supervivencia de preñez en 830 vacas Holstein; utilizaron un diseño experimental de regresión Logística Multivariable (LM), distribuido en 4 grupos al azar: el grupo 1 (n=200) tratadas Intramuscular (IM) con 150 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + IA; grupo 2 (n=212) recibieron IM 10 μg GnRh; grupo 3 (n=205) aplicadas IM 150 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + 10 μg GnRH + IA, y el grupo 4 (n=213) recibió 2 ml de solución salina normal IM como placebo (grupo de control); el análisis estadístico fue procesado por el software SAS versión 9.2. En sus resultados encontraron que, las proporciones de P/IA entre los grupos no fueron significativamente diferentes, siendo el grupo 2 quien presentó mayor porcentaje de preñez con 42.92% donde 91 vacas quedaron preñadas de 200 (91/200), seguido del grupo 4 con 40.84% quedaron preñadas 87 vacas de 213 (87/213), a diferencia del grupo 3, 41.46% (85/205) y grupo 1, 38.50% (77/200).

Crepaldi et al. (2019), realizaron la investigación que tuvo como objetivo minimizar la cantidad de veces que el ganado debe estar confinado durante los protocolos para IATF en vacas de carne tratadas para la inducción de la ovulación con BE en el momento de la extracción del dispositivo P4 con un total de 1034 Nelore, con una condición corporal de $2.9 \pm 0,1$; utilizaron un diseño experimental de regresión logística multivariante, divididos en 3 grupos al azar: el grupo BE8.5 (n=273) “día 0” DIB P4 1.0 g + 2.0 mg BE, “día 8.5” RET-DIB + 2.0 mg BE + 500 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + 300 UI eCG, “día 10” IATF 38 a 48 h (AM) o 44 a 48 h (PM); grupo BE9 (n=348) “día 0” DIB P4 1.0 g + 2.0 mg BE, “día 8” RET-DIB + 500 μg $\text{PGF}_{2\alpha}$ + 300 UI eCG, “día 9” 2.0 mg BE, “día 10” IATF 48 a 52 h (AM) o 54 a 58 h (PM); Grupo CE8 (n=353) “día 0” DIB P4 1.0 g + 2.0 mg BE, “día 8” RET-DIB + 1.0 mg

Cipionato de Estradiol (CE) + 500 μ g PGF_{2 α} + 300 UI eCG, “día 10” IATF 78 a 52 h (AM) o 54 a 58 h (PM). Los datos estadísticos fueron analizados con el procedimiento Logístico de SAS. En sus resultados encontraron que no hubo relación entre los grupos de tratamientos y el momento de la IA sobre los porcentajes de P/IA (BE8,5 AM = 64,8 y BE8,5 PM = 55,1 %; BE9 AM = 66,5 y BE9 PM = 66,9 %; y CE8 AM = 68,4 y CE8 PM = 63,6 %), siendo el grupo BE9 quien mostró mayor % de preñez con 66.7% de 200 vacas que quedaron preñadas de 348 (200/348), a diferencia del grupo BE8.5, 60.1% (200/273) y grupo CE8, 66.0% (233/353).

Dominicis et al. (2019), evaluaron el efecto del J-Synch en 613 vaquillonas de la raza Angus con edad de 13.5 a 15 meses y condición corporal 3 a 3.5 sobre el porcentaje de preñez post IATF; utilizaron un diseño experimental DCA, divididos aleatoriamente en 3 tratamientos. T1: J-Synch (n=205) “día 0” DIB P4 0.6 g + 2 mg BE, “día 6” RET-DIB + 0.15 mg PGF₂, “día 9” IATF 70-72 horas post RET-DIB + 0.10 mg GnRH; T2: Convencional 7D (n=206): “día 0” DIB P4 0.6 g + 2 mg BE, “día 7” RET-DIB + 0.15 mg PGF₂ + 0.5 CE, “día 9” IATF 50-52 horas post RET-DIB; T3: Convencional 8D (n=202): “día 0” DIB P4 0.6 g + 2 mg BE, “día 8” RET-DIB + 0.15 mg PGF₂ + 0.5 CE, “día 9” IATF 50-52 horas post RET-DIB; los datos se procesaron con el SAS versión 10, y los animales que perdieron el dispositivo fueron excluidos de los análisis estadísticos. En sus resultados encontraron que no hubo diferencia en el porcentaje de preñez y que además el 3.4% de las vaquillonas perdieron el DIB P4; siendo el tratamiento J-Synch quien presentó el mayor porcentaje de preñez con 58.8 % quedando preñadas 100 vacas de 197 (100/197), a diferencia del tratamiento Convencional 8D, 47.7% (94/197) y el tratamiento Convencional 7D, 43.4% (86/198).

Sánchez et al. (2017), evaluaron el efecto de la P4 inyectable en 457 vaquillas Nelore sobre la inducción y la preñez utilizando un protocolo de Jsynch con IATF; utilizaron un

diseño experimental con estadista DCA y un arreglo factorial de 2 x 2, distribuidos en 2 tratamientos y separados en puberales (PB, n:232) y Prepuberales (PP, n:225). T1: PB + PP, “día 22” 150 mg P4 inyectable (iP4), “día 12” 150 µg PGF_{2α} + 1 mg BE, “día 0” DIB P4 1g + 2 mg BE + 75 µg PGF_{2α}, “día 6” RET-DIB + 150 µg PGF_{2α}, “día 8” Celo + IA, “día 9” 10.5 µg GnRH + IATF, “día 30” post IATF diagnóstico de preñez (DP); T2: PB + PP, “día 12” NoiP4, , “día 0” DIB P4 1g + 2 mg BE + 75 µg PGF_{2α}, “día 6” RET-DIB + 150 µg PGF_{2α}, “día 8” Celo + IA, “día 9” 10.5 µg GnRH + IATF, “día 30” post IATF diagnóstico de preñez (DP); los datos se analizaron utilizando el Proc Glimmix SAS 9.3. Los resultados registran que el grupo PP iP4 mostró mejor porcentaje de preñez con el 45.1%, a diferencia del grupo PP NoiP4 38.6%; de igual forma mencionan que el tratamiento PP iP4 garantizó un porcentaje de preñez similar en novilla PP iP4 con 50.8%.

Bernardi et al. (2016), realizaron un estudio de la caracterización del moco cervical en 64 vacas Holstein con estro espontáneo (EE) y estro inducido (EI), relacionado a la preñez al momento de la inseminación artificial; utilizaron un diseño experimental, dividido en 2 grupos. Grupo 1: SE (n:23) fueron inseminadas cuando se detectó el celo, “día 60” DP con ecógrafo; Grupo 2 SI (n: 41): “día 0” DIB P4 1g + 2 mg BE, “día 7 u 8” RET-DIB + 150 g PGF_{2α} + 1 mg CE, “52 o 56” post retiro del DIB P4 + IA, “día 60” DP; se utilizó la prueba T Student para comprobar las diferencias entre ambos grupos. Sus resultados reportan que, las vacas que presentaron moco cervical de apariencia transparente tuvieron un mayor porcentaje de preñez con 70% a diferencia de la opaca con 30% y la sucia con el 0%.

Hyun-Joo et al. (2014), determinaron las características del moco cervical en 108 vacas lecheras; se aplicó un diseño experimental y el celo se detectó 2 veces al día, por la mañana y noche, para luego ser inseminadas; se realizó el diagnóstico de preñez a los 60 días; los datos se sometieron a análisis estadístico utilizando la prueba de rango múltiple de

Duncan. Los resultados mostraron que el mejor porcentaje de preñez lo registra el moco cervical transparente con el 67.27%, seguido del opaco 23.64% a diferencia del sucio con el 9.09%.

3.2 Base teórica

3.2.1 Protocolos de sincronización del celo

Técnica que se usa en vacas que implica manipular el ciclo estral para que un gran porcentaje de un grupo de hembras entren en celo en un tiempo corto y predeterminado, siendo uno de los procesos de manejo avanzado a través del cual se puede minimizar los errores humanos y los costos de reproducción; se usa un ecógrafo como herramienta, esto permite la visualización del tracto reproductivo del animal (Odde, 1990; Lamb et al., 2010; Islam, 2011).

3.2.2 Eficiencia reproductiva

Desarrollo biológico o conjunto de parámetros relacionados con la actividad reproductiva del ganado vacuno relacionados con el celo, ovulación, fecundación y el parto. Para maximizar esto, considere determinantes específicos como el peso al inicio del servicio, la edad al primer servicio, la edad al primer parto, la tasa de rotación o los comportamientos reproductivos asociados con la tasa de rotación. Además de parámetros reproductivos y parámetros para evaluar fertilidad, fecundidad y periodicidad (Ball & Peters, 2004); (González-Stagnaro & Soto, 2005; Macmillan et al., 2020).

3.2.3 Fisiología reproductiva de la hembra

Para llevar a cabo un programa reproductivo, es necesario comprender el ciclo estral de una vaca y los factores que lo regulan. Entre estos factores tenemos la interacción del sistema neuroendocrino del eje hipotálamo-pituitario-ovario-uterino (Nabors & Linford, 2014). La interrelación de estos factores hace que la ovulación sea el "final" del ciclo estral y el "inicio" de la vida reproductiva de la hembra (Motta et al., 2011).

3.2.4 Ciclo estral

En las vacas, es el tiempo que transcurre entre dos celos o período estrales (Hansel & Convey, 1983), con una duración normal de 18 a 24 días, con una media de 21 días (Hurnik et al., 1975). Los "períodos cortos" se consideran anormales, mientras que los "períodos largos", especialmente de 18 a 24, se deben posiblemente a una detección de celo insuficiente del celo y a la falta de detección de vacas en ciclo real (Hall et al., 1959; Rathbone et al., 2001; Guáqueta, 2009).

Las cuatro fases clásicas del ciclo y sus procesos endocrinos característicos dependen del día del estro al inicia de un nuevo ciclo: el metaestro, período en el que se forma el cuerpo lúteo a partir del folículo ovulatorio, finalizando con una curva ascendente de progesterona en producción (Ginther, 1970); el diestro, período caracterizado por la producción constante de progesterona hasta una meseta en la concentración; proestro, período de cambios hormonales caracterizado por la producción endometrial de prostaglandina F2-alfa, la lisis y disminución de la progesterona, pico de FSH, pico de estradiol e inhibina; y estro, durante el cual ocurren principalmente picos preovulatorios de LH (Ireland et al., 1979; Maldonado et al., 2016).

3.2.5 Dinámica folicular

La dinámica folicular desencadena diversos eventos en el ciclo estral con la influencia de las hormonas sexuales involucradas, permitiendo la ovulación del animal (Moreira et al., 2000; Motta et al., 2011). Las ondas de crecimiento folicular aparecen durante el ciclo estral del ganado, siendo el patrón más frecuente de tres ondas (Sakaguchi et al., 2004).

El folículo dominante pasa por tres etapas de desarrollo: crecimiento (aumento de diámetro), estasis (pequeño cambio de diámetro) y regresión (disminución de diámetro o atresia). Una especie de si el cuerpo lúteo retrocede en el momento adecuado, el folículo dominante puede madurar y ovular (Youngquist, 1997).

3.2.6 Principales hormonas para la sincronización del celo

a. Progesterona (P4)

P4 es una hormona esteroide secretada principalmente por el cuerpo lúteo (CL) y la placenta. La producción de P4 a partir del colesterol utiliza solo dos enzimas y se considera la vía esteroideogénica más simple para producir un esteroide biológicamente activo (Wiltbank et al., 2014). La P4 del CL es crítica para el establecimiento y mantenimiento de la preñez y juega un papel importante en la regulación de las secreciones endometriales esenciales para estimular y mediar en los cambios en el crecimiento y la diferenciación del concepto a lo largo de la preñez temprano en los rumiantes (Lonergan et al., 2016).

Wheaton et al. (1993), señalan que se han desarrollado dispositivos intravaginales que contienen un soporte de silicona con 0,3 g de progesterona para administrar progesterona durante un intervalo prolongado (es decir, de 12 a 14 días). El tratamiento con un dispositivo de liberación de P4 puede mejorar el rendimiento reproductivo en las vacas debido a los efectos beneficiosos sobre la frecuencia del pulso de LH, el crecimiento de los folículos y la ovulación (Bó & Cutaia, 2005).

b. Estrógeno

Son hormonas esteroides producidas por los folículos maduros y afectan los órganos reproductores femeninos, así como el sistema nervioso central y el hipotálamo, estimulando el comportamiento estral. En ausencia de P4, el estrógeno, a su vez, promueve la síntesis de receptores de GnRH por parte de la glándula pituitaria, que a su vez promueve la síntesis de la oleada de LH que ovula en el folículo dominante (Motta et al., 2011).

Colazo et al. (2006), afirman que la eficacia de los estrógenos para sincronizar el desarrollo folicular es bien conocida. Asimismo, el estrógeno endógeno secretado por los folículos preovulatorios desencadena una cascada inductora de luteólisis. Sin embargo, estos

autores confirmaron que el potencial de los estrógenos para desencadenar la luteólisis parece depender de su formulación y dosis.

c. Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH)

Es el integrador clave entre los sistemas nervioso y endocrino. Este péptido se sintetiza en las células neurosecretoras del hipotálamo y luego se libera en la circulación portal hipotálamo-pituitaria en un modo pulsátil. Este patrón de latido hace que la hipófisis anterior secrete gonadotropinas, LH y FSH. Las gonadotropinas, a su vez, controlan la función de las gónadas; mientras que la FSH estimula el desarrollo y la maduración de los folículos ováricos en las hembras y la secreción de andrógenos en los machos, mientras que la FSH estimula el crecimiento y en los machos (Hazum & Conn, 1988). Desempeña un papel clave en el desarrollo y mantenimiento de la reproducción al controlar la secreción de LH y FSH a nivel pituitario (Colazo et al., 2003).

Pursley et al., (1997) diseñaron un protocolo de IATF que combina GnRH y Prostaglandina ($PGF2\alpha$), denominado Ovsynch. Se compararon el porcentaje de preñez para el protocolo descrito en vacas lecheras, se registraron tasas de preñez similares para la categoría lechera en comparación con la sincronización con $PGF2\alpha$ más detección de celo, contrario a la observación de que el mayor porcentaje de novillas fue el grupo $PGF2\alpha$ más detección de estro.

d. Prostaglandina ($PGF2\alpha$)

Estas hormonas locales son ácidos grasos insaturados de 20 carbonos que se producen en la mayoría de los tejidos. La función principal de la $PGF2\alpha$ derivada del útero es interferir con el proceso de ovulación a través de su acción luteólisis o provocan la regresión del cuerpo lúteo que conduce al inicio de un nuevo ciclo estral, y son importantes reguladores del parto (Mattos et al., 2002; Rippe, 2009).

Muchos estudios han demostrado que $\text{PGF2}\alpha$ es un importante regulador de la función CL, la contractilidad uterina, la ovulación y la unión del embrión. Por lo tanto, la administración de $\text{PGF2}\alpha$ es una herramienta importante para el control de la reproducción (De Rensis et al., 2012).

e. Gonadotropina coriónica equina (eCG)

Hormona glicoproteica que actúa estimulado de forma directa del desarrollo folicular y ovulación de las especies domésticas, secretadas por yeguas gestantes entre los 40 a 120 días. Debemos resaltar su importancia ya que posee una actividad FSH Y LH, y está formada por altos niveles de carbohidratos, llevando consigo el aumento de los folículos preovulatorios, como el crecimiento del tamaño del cuerpo lúteo y esto hace que se aumente mayor concentración de progesterona P4 (Bó et al., 2003 y Sánchez, 2009).

3.2.7 Protocolos de sincronización del celo con uso de IATF

Los protocolos de sincronización de la ovulación utilizan actualmente 2 estrategias que son factores claves para que los productores las implementen porque: 1) minimizan el número y la frecuencia del manejo del rebaño; 2) eliminan el estro mediante el uso de detección IATF (Lamb et al., 2010).

Para lograr la preñez mediante IATF es necesario sincronizar a las hembras y alterar el comportamiento del sistema reproductivo proporcionándoles hormonas específicas (Marizancén & Artunduaga, 2017).

3.2.8 Protocolos

Un estudio de Saldarriaga (2009), mostró que los protocolos para IATF se dividen en: protocolos que utilizan una combinación de GnRH y $\text{PGF2}\alpha$, llamado protocolo Ovsynch y aquellos que usan un dispositivo con P4 y estradiol llamado dispositivo de control del desarrollo del folículo.

a. Protocolo Convencional

Se utiliza dispositivos efectivos de liberación de P4 que se colocan en la vagina durante 7 u 8 días (Van Werven et al., 2013; De Graaff & Grimard, 2018), siendo uno de los protocolos hormonales más comunes para IATF o resincronización en ganado bovino, en combinación con 1mg de benzoato de estradiol (BE) o 100 g de GnRh aplicadas de forma intramuscular (IM), más la inyección de 300 UI de eCG luego de retirar el dispositivo intravaginal bovino (DIB) junto con 0.15 mg de d-Cloprostenol y 0.5 mg de cipionato de estradiol para mejorar el rendimiento reproductivo, y a las 50 – 52 horas post retiro del dispositivo se realiza la IATF (Stevenson et al., 2003; El-Zarkouny et al., 2004; Campos et al., 2013; Sá Filho et al., 2014).

b. Protocolo Jsynch

Ha sufrido numerosos cambios en los últimos años sin cambiar su forma inicial: dosis IM de BE y P4 colocada a través de un DIB para la aparición de nuevas ondas foliculares a los 6 días en lugar de 7 u 8, aplicando una dosis de GnRH como iniciador de la ovulación, y a las 72 horas después, se retira el DIB junto con la IATF, asegurando un proestro más duradero (De La Mata & Bó, 2012).

c. Protocolo Ovsynch

Es un protocolo que consiste en usar ciertas combinaciones de GnRH y PGF2 α (Pursley et al., 1995). Morales & Cavestany (2012), refieren que en este protocolo la GnRh hace ovular o retroceder al folículo más grande, empezando una nueva onda folicular; 7 días después de usar la PGF2 α se provoca la luteolisis y al día 9 la segunda dosis de GnRH induce la ovulación del nuevo folículo; dentro de las próximas 24 h se hace la inseminar. La aplicación de este protocolo permite realizar la IA programada, sin la detección del estro; siendo uno de los principales problemas de manejo que dificultan la eficiencia reproductiva de la IA en el trópico (Williams et al., 2002).

3.2.9 Biotecnología de la reproducción

Biotecnología como IA y la IATF, son diseñados para aplicaciones industriales Ganaderas; utilizadas principalmente para la mejora genética. Con el paso del tiempo, la identidad genética y racial del ganado se ha ido perdiendo por el mestizaje entre animales, y con el fin de buscar excelentes resultados para el sector en cuanto a productividad, rusticidad y adaptabilidad a las distintas regiones climáticas, se ha planteado la formación de animales multiétnicos, conocido como una raza híbrida, en la que se han modificado las características productivas, principalmente lecheras (Marizancén & Artunduaga, 2017).

3.2.10 Inseminación artificial

Técnica por medio de la cual el semen se introduce artificialmente en el cuerpo del útero. Para realizar esta técnica se debe extraer el semen del macho, diluirlo y conservarlo, para luego depositarlo en el lugar y momento preciso del aparato reproductor femenino utilizando las técnicas e instrumentos adecuados para poder fecundarla (Jaime, 2004).

3.2.11 Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

El ciclo estral se puede alterar mediante el uso de hormonas exógenas, lo que permite controlar el momento de la ovulación mediante diferentes protocolos de la IATF, lo que permite la inseminación de un gran número de animales en un corto período de tiempo (Colazo, 2014).

La IATF, es una técnica que, mediante el uso de hormonas, permite sincronizar los celos y la ovulación con lo que se puede inseminar un gran número de animales en poco tiempo. Conocido por los beneficios en cuanto a la mejora genética. Además de esto evita la detección térmica, que es principal contribuyente a errores y bajos resultados; reducir el tiempo de inseminar y gastos de honorarios, acortar el celo posparto, aumentar la proporción de útero en la preñez temprano y entre otros (Raso, 2012).

Capítulo IV: Método

4.1 Participantes

4.1.1 Población

La población estuvo conformada por 45 vacas cruzadas de (0 partos, 1 a 3 partos y 4 a más partos), distribuidos en 3 tratamientos.

4.1.2 Muestra

Para el tamaño de la muestra se consideró el total de la población, para evaluar las variables del porcentaje de preñez en relación al tratamiento, número de partos y moco cervical.

4.1.3 Criterios de inclusión

- Vacas nacidas en Alto Amazonas.
- Vacas introducidas de la región San Martín.
- Vacas vacías.
- Vacas cruzadas de razas *Bos taurus* por *Bos indicus*.

4.1.4 Criterios de exclusión

- Vacas procedentes de zonas diferentes de la provincia de Alto Amazonas o de la región San Martín.
- Vacas preñadas.
- Vacas de razas puras.
- Vacas con enfermedades reproductivas.

4.1.5 Características de la muestra

Tabla 1

Distribución de los tratamientos.

| Tratamientos | Protocolos de sincronización del celo |
|--------------|--|
| T1 | Día 0: DIB Dispocel Max 1.2 gr P4 + 2 mg de Benzoato de estradiol. Día 8: DIB Dispocel Max (Retiro) + 0.15 mg PGF _{2α} (D + Tenol) + 400 UI de eCG (Novormom). Día 9: 1 mg de Benzoato de estradiol. 30 horas: Inseminación artificial. |
| T2 | Día 0: DIB Dispocel Max 1.2 gr P4 + 2 mg de Benzoato de estradiol. Día 8: DIB Dispocel Max (Retiro) + 0.15 mg de PGF _{2α} (D + Tenol) + 400 UI de eCG (Novormom) + 1 mg de Cipionato de estradiol (Estracip 100). 48 a 52 horas: Inseminación artificial. |
| T3 | Día 0: 0.21 mg GnRh (Gestar). Día 8: 0.15 mg de PGF _{2α} (D + Tenol). Día 9: 0.21 mg de GnRh (Gestar). Día 10: Inseminación artificial + 0.21 mg de GnRh (Gestar). |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Características del diseño experimental.

| | |
|----------------------------------|---|
| Población: | 45 |
| Animales por tratamiento | 15 |
| Número de partos de los animales | 0 partos, 1 a 3 partos y 4 a más partos |
| Moco cervical | Sin moco, moco cristalino, moco cristalino y manchas blancas y moco amarillento |

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.2.1 Técnicas

- Observación.

4.2.2 Instrumentos

- Ficha de observación.

4.3 Procedimientos

4.3.1 Técnicas de análisis de los datos

a. Estadístico

Para el procesamiento de los resultados obtenidos, se usó estadística descriptiva para la estimación de parámetros y la prueba chi² vía bondad de ajuste para la comparación de las categorías, y pruebas de independencia para determinar el porcentaje de preñez en relación a los protocolos (Convencional, Jsynch y Ovsynch), número de partos (0 partos, 1 a 3 partos y 4 a más partos) y presencia de moco cervical en el momento de la inseminación (sin moco, moco cristalino, moco cristalino y manchas blancas, y moco amarillento). Todos los análisis fueron procesados en el software SPSS v 26.

Prueba de bondad de ajuste

$$x_0^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \approx x^2(k - 1)$$

Donde:

o_i = es el número observado de casos en la categoría p-ésima.

e_i = es el número esperado de casos en la categoría i-ésima cuando HO: es verdadera.

k = es el número de categorías.

Prueba de independencia

$$x_0^2 = \sum_{i=3}^{k=4} \sum_{i=1}^{r=2} \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_i} \approx x^2 (k - 3)(r - 1)$$

Donde:

o_{ij} = valor observado en la i-esima primer categoría con la j-ésima segunda categoría.

e_{ij} = valor esperado en la i-esima primer categoría con la j-ésima segunda categoría.

k = es el número de niveles de la primera categoría.

r = es el número de niveles de la segunda categoría.

b. Procedencia de los animales

Los animales fueron de 3 hatos ganaderos de la provincia de Alto Amazonas. El primer hato ganadero es el “Fundo Puerto Maparate”, del propietario Joaquín Ruiz Célis, ubicada a 1.7 km de la entrada a la vía de evitamiento sector Nueva Reforma de la ciudad de Yurimaguas; el segundo hato ganadero es el “Fundo Mori”, del propietario Oscar Mori Gómez, ubicada en la carretera Yurimaguas-Florida; y el tercero hato ganadero es el “Fundo Nuevo Santa Marta”, del propietario Ricardo Huansi Seopa, ubicado en el sector Majambo carretera Yurimaguas-San Ramón.

c. Selección de las vacas para la sincronización del celo

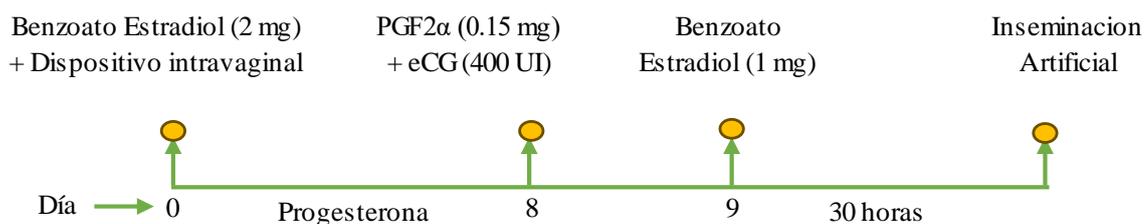
Se seleccionaron 45 vacas cruzadas de razas (Gyr + Brahman, Gyr + Holstein, Brahman + Brown y Brown + Holstein) de 0 partos, 1 a 3 partos y 4 a más partos, realizando un examen clínico ginecológico con un transductor de frecuencia lineal de 7,5 MHz (Draminski iScan Ultrasound Scanner 2020, Polonia).

d. Alimentación

Todas las vacas fueron alimentadas siguiendo la rutina de alimentación del mismo hato ganadero.

e. Protocolos a utilizados para la sincronización de celo

T 1. Convencional.



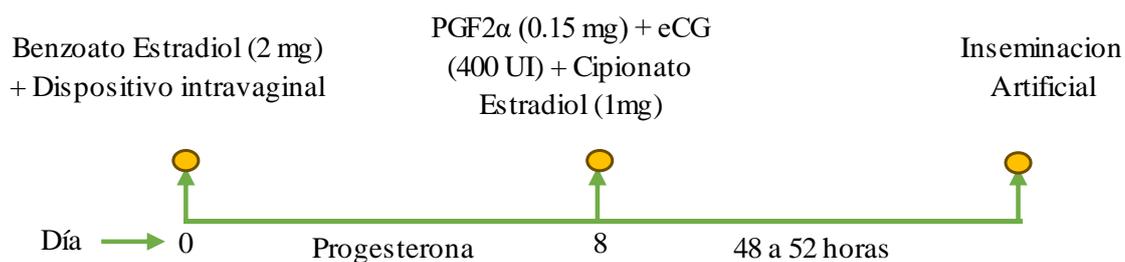
Día 0: Se insertó el DIB Dispocel Max 1.2 g P4 + 2 mg de Benzoato de estradiol.

Día 8: Se retiró el DIB Dispocel Max + 0.15 mg de PGF₂ α (D + Tenol) + 400 UI de eCG (Novormom).

Día 9: 1 mg de Benzoato de estradiol.

30 horas: Inseminación artificial.

T 2. Jsynch.

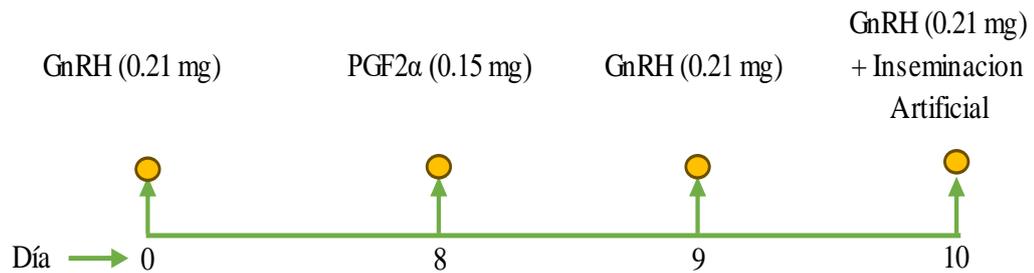


Día 0: Se insertó el DIB Dispocel Max 1.2 g P4 + 2 mg de Benzoato de estradiol.

Día 8: Se retiró el DIB Dispocel Max + 0.15 mg de PGF₂ α (D + Tenol) + 400 UI de eCG (Novormom) + 1 mg Cipionato de estradiol (Estracip 100).

48 a 52 horas: Inseminación artificial.

T 3. Ovsynch



Día 0: Se aplicó 0.21 mg de GnRH (Gestar).

Día 8: Se aplicó 0.15 mg de PGF_{2α} (D + Tenol).

Día 9: Se aplicó 0.21 mg de GnRh (Gestar).

Día 10: Inseminación artificial + 0.21 mg de GnRH (Gestar).

f. Inseminación artificial de vacas sincronizadas

Los animales seleccionados para la inseminación artificial fueron puestos en la manga del corral de manejo, asegurando la parte anterior y posterior de la vaca para evitar daños a la hora de introducir la pistola de inseminar. Se limpió externamente la vulva con agua y secado con el papel toalla utilizando movimientos de adentro hacia fuera, posterior a eso, se colocó un guante de inseminar en la mano e insertar dentro del intestino rectal y con la ayuda del coasesor usando los dedos se separó los pliegues de la vulva, luego se le colocó a la pistola una funda sanitaria respectiva para introducir en la vagina de la vaca evitando de no contaminarla. Una vez realizados los pasos correctamente, se tomó el cérvix con la mano en el lugar de la entrada y se empujó para alargar las paredes de la vagina teniendo en cuenta que la pistola iba insertar con una inclinación un poco hacia arriba para evitar accidente con el canal de la urea. Cuando la pistola entró al cérvix, se cambió la forma de agarre poniendo el pulgar hacia arriba y los demás dedos hacia abajo, porque dentro del cérvix hay muchos anillos y eso permite avanzar sin forzar la pistola, una vez en la entrada del útero inmediatamente se realizó la inyección para deposita el semen.

g. Mediciones experimentales

- ✓ Porcentaje de preñez en relación al protocolo

Este indicador se evaluó mediante el diagnóstico de preñez, usando el ecógrafo transrectal a los 45 días post inseminación artificial.

Para determinar el porcentaje de preñez se utilizó la fórmula de (Rojas, 2012) :

$$\%P = \frac{\# \text{ de vacas preñadas}}{\text{Total de vacas del tratamiento}} \times 100$$

- ✓ Porcentaje de preñez en relación al número de partos

Se determinó el número de partos en las vacas sometidas al tratamiento mediante la información recabada de los productores, las cuales fueron registradas para su análisis posterior.

- ✓ Porcentaje de preñez en relación a moco cervical

Se determinó mediante la observación de la presencia de moco cervical en las vacas al momento de realizar la inseminación.

4.3.2 Aspectos éticos

Se desarrolló cumpliendo los aspectos inherentes a la responsabilidad en el desarrollo científico del trabajo de investigación, cumpliendo todos los compromisos derivados de la universidad; trabajando de acuerdo con las políticas del esquema de tesis de dicha institución superior. Los animales utilizados para el trabajo fueron tratados respetando las normas de bienestar animal.

Concepto de las 5 libertades (Conicyt, 2009).

1. Que los animales no padezcan hambre ni sed.
2. Que no sufran malestar físico ni dolor.
3. Que no sufran heridas ni enfermedades.
4. Que puedan ajustarse a su comportamiento normal y esencial.
5. Que no sufran miedo ni angustia.

4.3.3 Limitaciones

Durante el desarrollo del presente estudio no se tuvo limitaciones que pudieran afectar la obtención de los resultados planteados.

4.4 Tipo de investigación

Es aplicada, porque luego de analizar y obtener los resultados, se procederá a dar conocimientos científicos, es decir, teorías en un conocimiento práctico y útil a los productores.

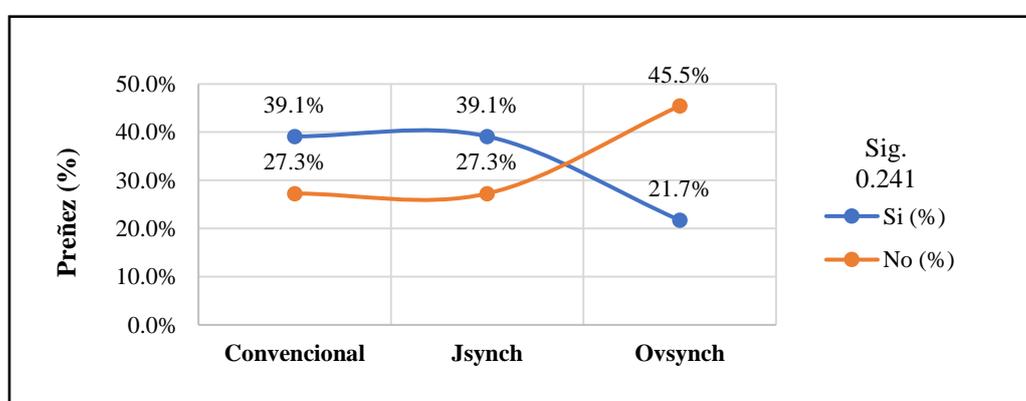
Capítulo V: Resultados y discusiones

5.1 Porcentaje de preñez en relación a protocolos

Los protocolos Convencional y Jsynch obtuvieron el 39.1% de preñeces equivalente a 8 vacas en cada tratamiento; mientras que con el Ovsynch se encontró el 21.7% de preñez que equivale a 5 vacas. Estos resultados manifiestan que no existe asociación significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos, como se observa en el Gráfico 1.

Gráfico 1

Porcentaje de preñez en vacas según tratamiento.



Estos resultados son similares a lo reportado por Yáñez-Avalos et al. (2021), quienes encontraron un mayor porcentaje de preñez con el protocolo Jsynch 55%. Por otro lado Pérez-Mora et al. (2020), manifiestan que el protocolo convencional presenta el mismo porcentaje de preñez en vacas del grupo de raza cebú y sus cruces con 69.33%, diagnosticadas a los 30 días de gestación en comparación con el Jsynch 64.29%. Al igual que Dominicis et al. (2019), registran que el protocolo Jsynch presentó mayor porcentaje de preñez con 58.8% a diferencia del Convencional a 8 y 7 días post retiro del dispositivo P4 con el 47.7 y 43.4%.

Asimismo, Mohammadi et al. (2019), determinaron un mayor porcentaje de preñez del 42.92% con la aplicación de 10 μ g GnRh al momento de inseminar en vacas Holstein lactantes. Por otro lado, Averanga & Aliaga (2019), obtuvieron un porcentaje de preñez del

57.5% en vacas mestizas con la aplicación de 8.4 µg GnRh a 52-56 horas post retiro del dispositivo intravaginal P4. Mientras que Crepaldi et al. (2019), registran el mejor porcentaje de preñez del 66.7%, con el uso del Benzoato de estradiol a los 9 día de haber sido extraído el dispositivo de P4 en vacunos Nelore.

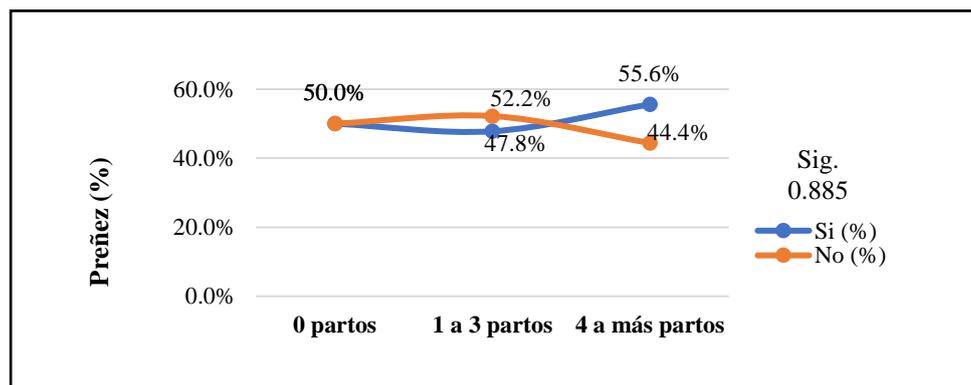
Diskin et al. (2016) y De La Mata et al. (2018), indican que la aplicación del protocolo Jsynch promueve un proestro más largo, logrando que el ambiente del útero sea más receptivo con niveles altos de progesterona y un cuerpo lúteo mejor desarrollado, ayudando así con una buena implantación y mantenimiento de la preñez.

5.2 Porcentaje de preñez en relación al número de partos

En cuanto al número de partos, las vacas con 4 a más partos alcanzaron el 55.6% de preñeces, las vacas con 0 partos obtuvieron el 50.0%, a diferencia de las vacas con 1 a 3 partos que mostraron el 47.8%. Estos resultados registran que no existe asociación significativa ($P>0.05$) entre número de partos, como se visualiza en el Gráfico 2.

Gráfico 2

Porcentaje de preñez en vacas según número de partos.



Los resultados son similares a los reportados por Pérez-Mora et al. (2020), quienes manifiestan que el porcentaje de preñez más alta fue para vacas multíparas 66.48% a diferencia de las nulíparas 53.79% con los protocolos Convencional y Jsynch. Asimismo, De Lima et al. (2020), registraron un mayor porcentaje de preñez en vaquillas *Bos indicus*

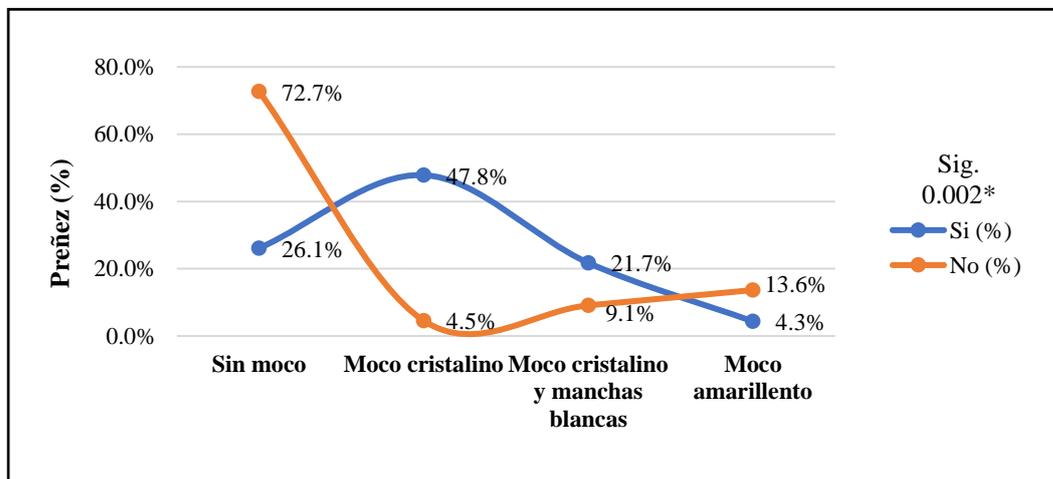
tratadas con iP4 46.0% frente a NoiP4 38.3% con el uso del protocolo Jsynch modificado. Mientras que Sanchez et al. (2017), determinaron un 50.8% preñez en novillas puberales de la raza Nelore aplicando el protocolo Jsynch. Sin embargo, Bó et al. 2017, indican que el protocolo Jsynch puede ser aplicada con éxito en novillas primerizas, porque se observa que tienen una respuesta adecuada a la preñez.

5.3 Porcentaje de preñez en relación al moco cervical

Las vacas en las que se observó moco cristalino presentaron el 47.8% de preñeces, diferente a las sin moco que obtuvieron el 26.1%, las con moco cristalino y manchas blancas el 21.7%, mientras que las con moco amarillento alcanzaron el 4.3%. Estos resultados muestran que si existe asociación significativa ($P > 0.05$) por la presencia de moco tal cómo se aprecia en el Gráfico 3.

Gráfico 3

Porcentaje de preñez en vacas según moco cervical.



Los resultados son similares a los reportados por Abd-Elhafeez et al. (2020), quienes encontraron el mayor porcentaje de preñeces (64.29%) en vacas que presentaron moco cervical transparente, a diferencia de la opaca y sucia que no se obtuvieron preñeces. De igual manera Bernardi et al. (2016), reportaron que las vacas que presentaron moco cervical de apariencia transparente tuvieron un mayor porcentaje de preñez (70%) seguida de la opaca

con 30% y la sucia que no registro preñez. Por otro lado, Hyun-Joo et al. (2014), obtuvieron el 67.27% de preñez con moco cervical transparente, mientras que con el opaco 23.64%, a diferencia de la sucia 9.09%.

Mihm et al. (2008), mencionan que la presencia de moco cervical en el momento de la IATF se debe al aumento de estrógenos, y un moco cristalino se relaciona con un mayor número de vacas preñadas. Además, Bó et al. (2003), manifiestan que la presencia de moco cristalino en bovino *Bos indicus* antes de la IATF sea un signo de celo. Esto se explica, porque el moco cervical cumple la función de transporte y sobrevivencia de los espermatozoides en su camino al encuentro con el óvulo (Mahmoudzadeh et al. 2001 y Galina et al., 1996). La aparición de moco amarillento consigue afectar la funcionalidad del tracto reproductor femenino del bovino porque el moco cervical de mala calidad puede ser causado por la presencia de un folículo de mala calidad (Tsiligianni et al., 2001). Asimismo, las vacas que presentan moco cervical no cristalino pueden afectar la biocomunicación que se basa en las feromonas presentes en el moco cervical, y por lo tanto afectaría la bioestimulación sexual y la presencia de celo (Rekwot et al., 2001).

Conclusiones

En vacas cruzadas de *Bos indicus* con *Bos Taurus*, el protocolo Convencional y Jsynch mostraron un mejor porcentaje de preñez que el protocolo Osynch; Por otro lado, vacas de 4 a más partos obtuvieron un mayor porcentaje de preñez en comparación a las de menor número de parto; asimismo, el moco cervical cristalino está asociado a la preñez de las vacas mestizas ya que registran buen porcentaje de preñez; por tanto, es posible obtener porcentajes de preñez aceptables con inseminación artificial a tiempo fijo en *Bos indicus* con *Bos Taurus*, y así obviar el inconveniente de la detección de celo.

Recomendaciones

- El desarrollo del proyecto de investigación tener consideración la condición corporal de las vacas.
- Ejecutar programas de mejoramiento ganadero que permitan mejorar la eficiencia reproductiva de las vacas en los ambientes de clima tropical.
- Desarrollar actividades de investigación empleando la técnica de transferencia de embriones.

Referencias bibliográficas

- Abd-Elhafeez, A. M., Amin, A. M. S., Mohammed, H. R., Helal, A., & Mahmoud, M. Y. (2020). The most Applicable Physical Properties of Cervical Mucus Correlated with High Pregnancy Rate in Egyptian Cows under Heat Stress Condition. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8(2), 122–131. <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.AAVS/2020/8.S2.122.131>
- Averanga, R., & Aliaga, R. J. (2019). Efecto de la GnRH en etapas del protocolo de sincronización de celo con progestágenos e inseminación artificial a tiempo fijo en vacas mestizas Cebú. *Apthapi*, 5(1), 1380-1389. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/15>
- Ball, P. J. H., & Peters, A. R. (2004). Reproduction in Cattle. In *Reproduction in Cattle: Third Edition* (3rd ed.). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9780470751091>
- Bernardi, S., Rinaudo, A., & Marini, P. (2016). Cervical mucus characteristics and hormonal status at insemination of Holstein cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 17(1), 49.
- Bó, G. A., Baruselli, P. S., & Martínez, M. F. (2003). Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 78(3–4), 307–326. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00097-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00097-6)
- Bó, G. A., & Cutaia, L. (2005). *Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría* (pp. 326–332).
- Bó, G. A., Huguenine, E., De La Mata, J. J., Macagno, A., Perez, S., Blengino, G., Puente, E., & Menchaca, A. (2017). Pregnancy rates in beef heifers synchronized with the J-

- Synch protocol and inseminated with conventional or sexed semen. *Animal Reproduction*, 14(3), 645.
- Campos, J. T., Marinho, L. S. R., Lunardelli, P. A., Morotti, F., & Seneda, M. M. (2013). Resynchronization of estrous cycle with eCG and temporary calf removal in lactating Bos indicus cows. *Theriogenology*, 80(6), 619–623. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2013.05.029>
- Cano, M. (2012). Efecto del CIDR - B, Cipionato de Estradiol y GnRH en la sincronización de celo y tasa de preñez en vacunos de carne en el CIPTALD - PS [UNAS]. In *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/777>
- Champa, L., Leyva, V., Mendoza, L., Camacho, J., & Ayon, M. (2001). Efecto de la ovulación del folículo dominante del día 7 y 13 del ciclo estral con PGF 2 α sobre las tasas reproductivas en vacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 12(1), 21–28. <https://doi.org/10.15381/rivep.v12i1.7420>
- Colazo, M. G. (2014). Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en Bos Taurus. In *Conferencia: Nuevas Biotécnicas Reproductivas Utilizadas En La Produccion Del Ganado Bovino, At Santo Domingo, Ecuador*. https://www.researchgate.net/publication/262106065_Protocolos_de_inseminacion_artificial_a_tiempo_fijo_IATF_en_Bos_Taurus
- Colazo, M. G., Kastelic, J. P., Mainar-Jaime, R. C., Gavaga, Q. A., Whittaker, P. R., Small, J. A., Martinez, M. F., Wilde, R. E., Veira, D. M., & Mapletoft, R. J. (2006). Resynchronization of previously timed-inseminated beef heifers with progestins.

<https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2005.06.001>

- Colazo, M. G., Small, J. A., Ward, D. R., Erickson, N. E., Kastelic, J. P., & Mapletoft, R. J. (2003). The effect of presynchronization on pregnancy rate to Fixed-Time ai in beef heifers subjected to a cosynch protocol. *Reproduction, Fertility and Development*, *16*(2), 128–128. <https://doi.org/10.1071/RDV16N1AB11>
- Conicyt. (2009). “Aspectos Bioéticos de la Experimentación Animal.” 4 to Taller de Bioética: “Aspectos Bioéticos de la Experimentación Animal” Organizado por Comité Asesor Bioética Fondecyt-Conicyt. <https://www.conicyt.cl/fondecyt/files/2012/10/Libro-4-Aspectos-Bioéticos-de-la-Experimentación-Animal.pdf>
- Crepaldi, G. A., Sales, J. N. S., Giroto, R. W., Carvalho, J. G. S., & Baruselli, P. S. (2019). Effect of induction of ovulation with estradiol benzoate at P4 device removal on ovulation rate and fertility in *Bos indicus* cows submitted to a TAI protocol. *Animal Reproduction Science*, *209*, 106141. <https://doi.org/10.1016/J.ANIREPROSCI.2019.106141>
- De Graaff, W., & Grimard, B. (2018). Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. *Theriogenology*, *112*, 34–43. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2017.09.025>
- De La Mata, J. J., & Bó, G. A. (2012). Sincronización de celos y ovulación utilizando protocolos con benzoato de estradiol y GnRH en períodos reducidos de inserción de un dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne. *Taurus*, *55*, 17–23.

- De La Mata, J. J., Núñez-Olivera, R., Cuadro, F., Bosolasco, D., De Brun, V., Meikle, A., Bó, G. A., & Menchaca, A. (2018). Effects of extending the length of pro-oestrus in an oestradiol- and progesterone-based oestrus synchronisation program on ovarian function, uterine environment and pregnancy establishment in beef heifers. *Reproduction, Fertility and Development*, *30*(11), 1541–1552. <https://doi.org/10.1071/RD17473>
- De Lima, R. S., Martins, T., Lemes, K. M., Binelli, M., & Madureira, E. H. (2020). Effect of a puberty induction protocol based on injectable long acting progesterone on pregnancy success of beef heifers serviced by TAI. *Theriogenology*, *154*, 128–134. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2020.05.036>
- De Rensis, F., Saleri, R., Tummaruk, P., Techakumphu, M., & Kirkwood, R. N. (2012). Prostaglandin F_{2α} and control of reproduction in female swine: A review. *Theriogenology*, *77*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2011.07.035>
- Diskin, M. G., Waters, S. M., Parr, M. H., & Kenny, D. A. (2016). Pregnancy losses in cattle: potential for improvement. *Reproduction, Fertility and Development*, *28*(2), 83–93. <https://doi.org/10.1071/RD15366>
- Dominicis, O., Madero, S., Catalano, R., Cabodevila, J., & Callejas, S. (2019). Efecto del tratamiento J-Synch sobre el porcentaje de preñez en vaquillonas para cría inseminadas a tiempo fijo. *Revista Veterinaria*, *30*(2), 31–35. <https://doi.org/10.30972/VET.3024131>
- El-Zarkouny, S. Z., Cartmill, J. A., Hensley, B. A., & Stevenson, J. S. (2004). Pregnancy in Dairy Cows After Synchronized Ovulation Regimens With or Without Presynchronization and Progesterone. *Journal of Dairy Science*, *87*(4), 1024–1037. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(04\)73248-8](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(04)73248-8)

- Galina, C. S., Orihuela, A., & Rubio, I. (1996). Behavioural trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. *Animal Reproduction Science*, 42(1–4), 465–470. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(96\)01491-1](https://doi.org/10.1016/0378-4320(96)01491-1)
- Ginther, O. J. (1970). Effect of progesterone on length of estrous cycle in cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 31, 493–496.
- González-Stagnaro, C., & Soto, E. (2005). *Manual de Ganadería Doble Propósito: Vol. 636.21 G5891m* (EDICIONES ASTRO DATA).
- Guáqueta, H. (2009). Ciclo estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. *Rev. Med. Vet. Zoot*, 56, 163–183.
- Hall, J. G., Branton, C., & Stone, E. J. (1959). Estrus, Estrous Cycles, Ovulation Time, Time of Service, and Fertility of Dairy Cattle in Louisiana. *Journal of Dairy Science*, 42(6), 1086–1094. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(59\)90693-9](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(59)90693-9)
- Hansel, W., & Convey, E. M. (1983). Physiology of the Estrous Cycle. *Journal of Animal Science*, 57(suppl_2), 404–424. https://doi.org/10.2527/ANIMALSCIENCE1983.57SUPPLEMENT_2404X
- Hazum, E., & Conn, P. M. (1988). Molecular Mechanism of Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH) Action. I. The GnRH Receptor. *Endocrine Reviews*, 9(4), 379–386. <https://doi.org/10.1210/EDRV-9-4-379>
- Hurnik, J. F., King, G. J., & Robertson, H. A. (1975). Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Applied Animal Ethology*, 2(1), 55–68. [https://doi.org/10.1016/0304-3762\(75\)90065-6](https://doi.org/10.1016/0304-3762(75)90065-6)

- Hyun-Joo, L., Jun-Kyu, S., Ho-Beak, Y., Kwang-Soo, B., Tae-il, K., Yeon-Sub, J., & Eung-Gi, K. (2014). Physical Properties of Estrus Mucus in Relation to Conception Rates in Dairy Cattle. *Journal of Embryo Transfer*, 29(2), 157–161. <https://doi.org/10.12750/JET.2014.29.2.157>
- Ireland, J. J., Coulson, P. B., & Murphree, R. L. (1979). Follicular Development during Four Stages of the Estrous Cycle of Beef Cattle. *Journal of Animal Science*, 49(5), 1261–1269. <https://doi.org/10.2527/JAS1979.4951261X>
- Islam, R. (2011). Synchronization of estrus in cattle: A review. *Veterinary World*, 4(3), 136–141. <https://doi.org/10.5455/VETWORLD.2011.136-141>
- Jaime, D. (2004). *Inseminación artificial en vacunos*. INIA. <http://www.inia.org.uy/prado/2004/inseminacionartificial.htm>
- Lamb, G. C., Dahlen, C. R., Larson, J. E., Marquezini, G., & Stevenson, J. S. (2010). Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: A review. *Journal of Animal Science*, 88(suppl_13), E181–E192. <https://doi.org/10.2527/JAS.2009-2349>
- Lonergan, P., Forde, N., & Spencer, T. (2016). Role of progesterone in embryo development in cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 28(1–2), 66–74. <https://doi.org/10.1071/RD15326>
- Macmillan, K., Gobikrushanth, M., Behrouzi, A., López-Helguera, I., Cook, N., Hoff, B., & Colazo, M. G. (2020). The association of circulating prepartum metabolites, minerals, cytokines and hormones with postpartum health status in dairy cattle. *Research in Veterinary Science*, 130, 126–132. <https://doi.org/10.1016/J.RVSC.2020.03.011>

- Mahmoudzadeh, A. R., Tarahomi, M., & Fotoohi, H. (2001). Effect of abnormal vaginal discharge at oestrus on conception rate after artificial insemination in cows. *Animal Science*, 72(3), 535–538. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052061>
- Maldonado, J., Agudelo, B., & Vàsquez, A. (2016). Dinamica folicular en novillas y vacas *Bos indicus* y *Bos taurus*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 10(2), 67–75. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/27007>
- Marizancén, M. A., & Artunduaga, L. (2017). Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 247–259. <https://doi.org/10.22490/21456453.2050>
- Mattos, R., Staples, C. R., & Thatcher, W. W. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, 5(1), 38–45.
- Mihm, M., Baker, P. J., Fleming, L. M., Monteiro, A. M., & O’Shaughnessy, P. J. (2008). Differentiation of the bovine dominant follicle from the cohort upregulates mRNA expression for new tissue development genes. *Reproduction*, 135(2), 253–265. <https://doi.org/10.1530/REP-06-0193>
- Mohammadi, A., Seifi, H. A., & Farzaneh, N. (2019). Effect of prostaglandin F2 α and GnRH administration at the time of artificial insemination on reproductive performance of dairy cows. *Veterinary Research Forum*, 10(2), 153–158. <https://doi.org/10.30466/VRF.2018.87502.2136>
- Morales, J. T., & Cavestany, D. (2012). Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales. *Veterinaria (Montevideo)*, 48(188), 19–27. <https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/212/139>

- Moreira, J., Moraes, A., Ferreira, W., & De Almeida, L. (2000). Follicular dynamics in zebu cattle. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(12), 2501–2509. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000001200021>
- Motta, P. A., Ramos, N., González, C. M., & Castro, E. C. (2011). Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*, 5(2), 88–99. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4459>
- Nabors, B., & Linford, R. (2014). Anatomy of the Reproductive System of the Cow. *Bovine Reproduction*, 191–194. <https://doi.org/10.1002/9781118833971.CH21>
- Odde, K. G. (1990). A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *Journal of Animal Science*, 68(3), 817–830. <https://doi.org/10.2527/1990.683817X>
- Pérez-Mora, A., Segura-Correa, J. C., & Peralta-Torres, J. A. (2020). Factors associated with pregnancy rate in fixed-time embryo transfer in cattle under humid-tropical conditions of México. *Animal Reproduction*, 17(2). <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0007>
- Pursley, J. R., Mee, M. O., & Wiltbank, M. C. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. *Theriogenology*, 44(7), 915–923. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(95\)00279-H](https://doi.org/10.1016/0093-691X(95)00279-H)
- Pursley, J. R., Wiltbank, M. C., Stevenson, J. S., Ottobre, J. S., Garverick, H. A., & Anderson, L. L. (1997). Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. *Journal of Dairy Science*, 80(2), 295–300. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(97\)75937-X](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(97)75937-X)
- Raso, M. (2012). *Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F)*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpinta_ganaderia46_inseminacion_ovina.pdf

- Rathbone, M. J., Kinder, J. E., Fike, K., Kojima, F., Clopton, D., Ogle, C. R., & Bunt, C. R. (2001). Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 50(3), 277–320. [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(01\)00156-9](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(01)00156-9)
- Rekwot, P. I., Ogwu, D., Oyedipe, E. O., & Sekoni, V. O. (2001). The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Animal Reproduction Science*, 65(3–4), 157–170. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00223-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00223-2)
- Rippe, C. A. (2009). Ciclo Estral. *Dairy Cattle Reproduction Conference, Minneapolis, USA*, 111–116.
- Rojas, C. A. (2012). *Evaluación de cuatro protocolos de sincronización de celo con Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en ganaderías lecheras del sector sur occidental de la hoya de Loja* [Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5403>
- Sá Filho, M. F., Marques, M. O., Giroto, R., Santos, F. A., Sala, R. V., Barbuio, J. P., & Baruselli, P. S. (2014). Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. *Theriogenology*, 81(2), 284–290. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2013.09.027>
- Sakaguchi, M., Sasamoto, Y., Suzuki, T., Takahashi, Y., & Yamada, Y. (2004). Postpartum Ovarian Follicular Dynamics and Estrous Activity in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2114–2121. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(04\)70030-2](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(04)70030-2)
- Salazar, L. (2015). Efecto de la prostaglandina (PGF2 α) individual y en combinación con la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH - Ovsynch), en la eficiencia reproductiva

- de vacas lecheras en Yurimaguas [UNAP]. In *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*. <https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3967>
- Saldarriaga, E. F. (2009). *Análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo e inseminación artificial a celo detectado, con sus variables económicas y reproductivas*. Corporación Universitaria Lasallista.
- Sánchez, J. E. (2009). *Estudio retrospectivo comparando dos protocolos de inseminación uno a tiempo fijo y otro a celo detectado, evaluando la fertilidad a primer servicio en vacas FI (Tesis Doctoral)*. Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina y Zootecnia.
- Sanchez, R., Menegon, K., Martins, T., & Hoffman, E. (2017). Effect of long-acting injectable progesterone on the induction of puberty and pregnancy rate of Nelore heifers submitted to FTAI. *Animal Reproduction*, *14*(3), 686.
- Stevenson, J. S., Johnson, S. K., Medina-Britos, M. A., Richardson-Adams, A. M., & Lamb, G. C. (2003). Resynchronization of estrus in cattle of unknown pregnancy status using estrogen, progesterone, or both. *Journal of Animal Science*, *81*(7), 1681–1692. <https://doi.org/10.2527/2003.8171681X>
- Tsiligianni, T., Karagiannidis, A., Brikas, P., & Saratsis, P. (2001). Physical properties of bovine cervical mucus during normal and induced (progesterone and/or PGF₂ α) estrus. *Theriogenology*, *55*(2), 629–640. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00431-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00431-9)
- Van Werven, T., Waldeck, F., Souza, A. H., Floch, S., & Englebienne, M. (2013). Comparison of two intravaginal progesterone releasing devices (PRID-Delta vs CIDR) in dairy cows: Blood progesterone profile and field fertility. *Animal Reproduction Science*, *138*(3–4), 143–149. <https://doi.org/10.1016/J.ANIREPROSCI.2013.02.010>

- Vásquez, D. (2012). Respuesta reproductiva de vacas cíclicas y no cíclicas tratadas con dos protocolos para un programa de inseminación artificial a tiempo fijo [UNAS]. In *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/805>
- Wheaton, J. E., Carlson, K. M., Windels, H. F., & Johnston, L. J. (1993). CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Animal Reproduction Science*, 33(1–4), 127–141. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(93\)90111-4](https://doi.org/10.1016/0378-4320(93)90111-4)
- Williams, S. W., Stanko, R. L., Amstalden, M., & Williams, G. L. (2002). Comparison of three approaches for synchronization of ovulation for timed artificial insemination in Bos indicus-influenced cattle managed on the Texas gulf coast. *Journal of Animal Science*, 80(5), 1173–1178. <https://doi.org/10.2527/2002.8051173X>
- Wiltbank, M. C., Souza, A. H., Carvalho, P. D., Cunha, A. P., Giordano, J. O., Fricke, P. M., Baez, G. M., & Diskin, M. G. (2014). Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal*, 8(SUPPL. 1), 70–81. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000585>
- Yáñez-Avalos, D. O., López-Parra, J., Barbona, I., & Marini, Pablo R. (2021). Protocolo J-Synch con y sin eCG en vacas Brown Swiss y sus cruzas con Bos Indicus en la Amazonía Ecuatoriana. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de La Vida*, 33(1), 8–20. <https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.01>
- Youngquist, R. (1997). Current Therapy in Large Animal Theriogenology. *Philadelphia U. S. A. W.B. Saunders Company*, 290–294.

Anexos

Anexo 1. Hormonales usados para la sincronización de celo.



Anexo 2. Selección de las vacas para IATF.





Anexo 3. Inserción del Dispositivo Intravaginal Bovino con P4 a las vacas para IATF.



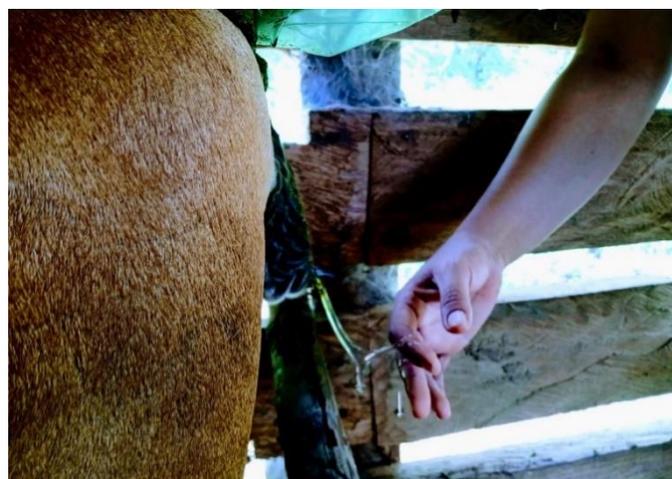
Anexo 4. Retiro del Dispositivo Intravaginal Bovino con P4 a las vacas para IATF.



Anexo 5. Inyección intramuscular de las otras hormonas a las vacas para IATF.



Anexo 6. Presencia de moco cervical en las vacas para IATF.



Anexo 7. Preparación de la pistola de inseminar.



Anexo 8. IATF de las vacas cruzadas.



Anexo 9. Diagnóstico de preñez a los 45 días post IATF en vacas cruzadas.

