

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**“EVALUACIÓN DE UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN DE CELO E
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON PROESTRO EXTENDIDO
EN UN GRUPO DE VACAS Y VAQUILLAS CRIADAS EN LA CUENCA DE
HUATANAY”**

**Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias
Agrarias: KARLA TATIANA SÁNCHEZ
GAMARRA**

**Para optar al título profesional de: INGENIERO
ZOOTECNISTA.**

ASESORES:

**Ing. Zoot. CESAR DOMINGO ORDOÑEZ
RODRIGUEZ**

**Ing. Zoot Mg. Sc. GONZALO WLADIMIR
GONZALES APARICIO**

CUSCO-PERÚ

2023

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis abuelos Lucio Gamarra Diaz y Jorge Sánchez Villamonte, a mi hermano Jairo Luis Ivan Sánchez Gamarra que desde el cielo guiaron mis pasos.

Con toda la gratitud a quienes me cuidaron y dieron aliento cuando más lo necesitaba y formaron una persona con valores y provecho para la sociedad, mis padres: Jaime Milner Sánchez Carmona e Hilda Gamarra Segovia.

A mis queridos hermanos que me impulsan a ser mejor profesional cada día y son mis modelos a seguir: Joel Holger Sánchez Gamarra y Jaime Rodwin Sánchez Gamarra.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores:

Por la orientación, paciencia, consejos, tiempo, apoyo, por su vocación y amor por la carrera que compartimos y su infinita sabiduría. Al Ing. Cesar Domingo Ordoñez Rodríguez y al Ing. Mg Sc. Gonzalo Wladimir Gonzales Aparicio.

A mi alma mater UNSAAC:

A la Tricentenaria Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la facultad de Agronomía y Zootecnia y a mi Escuela Profesional de Zootecnia, que me brindo sus conocimientos y forjo a una profesional con amor y pasión por su carrera.

A la institución “Movimiento Siervos De Los Pobres Del Tercer Mundo”:

Por el tiempo y espacio cedido para realizar en parte el trabajo de campo de la presente investigación y en especial a Ducian Fuentes Cjanahuire por el apoyo brindado.

A mis amigos:

Adam Ovalle Pro, Bruce Gutiérrez Pontecil, Jackeline Yucra Ayme, Wilfredo Rios Rado, Joaquín Villalobos González por su amistad durante mi etapa universitaria, consejos, apoyo emocional, comprensión y ayuda en todo momento de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
TABLA DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	x
GLOSARIO.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO.....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL INTERNACIONAL	7
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL NACIONAL	8
2.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL LOCAL.....	9
2.4. FISIOLÓGÍA DEL CICLO ESTRAL DEL BOVINO.....	10

2.4.1.	Proestro	11
2.4.2.	Estro	11
2.4.3.	Metaestro.....	12
2.4.4.	Diestro	12
2.4.5.	Anestro	13
2.5.	DINÁMICA FOLICULAR EN EL CICLO ESTRAL BOVINO.....	14
2.6.	ONDAS FOLICULARES.....	14
2.7.	SINCRONIZACIÓN DE CELOS	15
2.8.	HORMONAS USADAS PARA SINCRONIZAR EL CELO	16
2.8.1.	Prostaglandina (PGF ₂ α).....	16
2.8.2.	Progesterona	16
2.8.3.	Estrógenos	17
2.8.4.	Hormona Liberadora De Gonadotropinas (GnRH).....	17
2.8.5.	Gonadotropina Coriónica Equina (eCG).....	17
2.9.	FACTORES A CONSIDERAR PARA MEJORAR LOS PROGRAMAS DE IATF.....	18
2.9.1.	Condición Corporal.....	18
2.9.2.	Edad	18
2.9.3.	Estrés	19
2.10.	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	19
2.11.	PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO	20
2.11.1.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF).....	21
2.11.2.	Protocolo Convencional.....	22
2.11.3.	Protocolo J-Synch (Proestro Extendido).....	22
2.11.4.	Protocolo J-Synch Modificado (Proestro Prolongado).....	24
2.12.	PÉRDIDAS GESTACIONALES	25

III.	MATERIALES Y METODOS	26
3.1.	LUGAR DEL EXPERIMENTO	26
3.2.	CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES.....	26
3.3.	DURACIÓN DEL ESTUDIO.....	27
3.4.	TAMAÑO DE MUESTRA.....	27
3.5.	MATERIALES.....	27
3.5.1.	Equipo de trabajo.....	27
3.5.2.	Material y equipo de laboratorio.....	27
3.5.3.	Equipo de bioseguridad	28
3.5.4.	Material biológico.....	28
3.6.	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	28
3.6.1.	DISTRIBUCIÓN DE ANIMALES Y TRATAMIENTO.....	28
3.6.2.	ETAPA PRE-EXPERIMENTAL.....	29
3.6.3.	ETAPA EXPERIMENTAL	30
3.6.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
3.6.5.	DISEÑO ESTADÍSTICO	34
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	35
4.1.	Tasa de celo entre vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido.	35
4.2.	Tasa de no retorno a celo en un grupo de vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido	37
4.3.	Tasa de preñez en vacas y vaquillas sincronizadas con el protocolo de IATF con proestro extendido.	39
V.	CONCLUSIONES.....	41
VI.	RECOMENDACIONES.....	42
	BIBLIOGRAFIA	43
	ANEXOS	51

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Fases del ciclo estral bovino	13
Tabla 2. Distribución de los protocolos.....	29
Tabla 3. Tasa de celo en vacas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido.....	35
Tabla 4. Tasa de celo en vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido.....	35
Tabla 5. Tasa de no retorno a celo en un grupo de vacas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido.....	37
Tabla 6. Tasa de no retorno a celo en un grupo vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con Proestro extendido	37
Tabla 7. Tasa de preñez en vacas sincronizadas con el protocolo de IATF con proestro extendido.....	39
Tabla 8. Tasa de preñez en vaquillas sincronizadas con el protocolo de IATF con proestro extendido	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del ciclo estral de la hembra bovina.....	11
Figura 2. Ondas de crecimiento folicular	15
Figura 3. Protocolo convencional	22
Figura 4. Protocolo J-Synch	23
Figura 5. Protocolo J-Synch modificado.....	24
Figura 6. Flujograma del estudio	30
Figura 7. Protocolo J-Synch modificado (Proestro extendido).....	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lista de vaquillas inseminadas en K'ayra.....	51
Anexo 2. Lista de vacas inseminadas en K'ayra	52
Anexo 3. Lista de vaquillas Inseminadas en Andahuaylillas	53
Anexo 4. Lista de vacas inseminadas en Andahuaylillas	54
Anexo 5. Procesamiento de datos de presencia de celo.....	55
Anexo 6. Procesamiento de datos de no retorno	56
Anexo 7. Procesamiento de datos de preñez.....	57
Anexo 8. Archivo fotográfico.....	58

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Ecografía de descarte en vacas.....	58
Fotografía 2. Animales seleccionados para la sincronización e inseminación .	58
Fotografía 3. Aplicación de hormonas.....	59
Fotografía 4. Retiro del CIDR®	59
Fotografía 5. Presencia del moco cervical indicio del celo	60
Fotografía 6. Instrumentos de inseminación artificial	60
Fotografía 7. Inseminación en vacas.....	61
Fotografía 8. Inseminación en vaquillas	61
Fotografía 9. Ecografía de vaca vacía.....	62
Fotografía 10. Ecografía de vaca preñada	62

GLOSARIO

BE: Benzoato de Estradiol
CC: Condición Corporal
CIDR®: Controlled Internal Drug Release
CL: Cuerpo Lúteo
DIB®: Dispositivo Intravaginal Bovino
ECP: Cipionato de Estradiol
eCG: Gonadotropina Coriónica Equina
FD: Folículo Dominante
FO: Folículo Ovulatorio
FSH: Hormona Folículo Estimulante
GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropina
IA: Inseminación Artificial
IATF: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo
IM: Intramuscular
LH: Hormona Luteinizante
P4: Progesterona
PGF2 α : Prostaglandina

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) con proestro extendido en un grupo de vacas y vaquillas criadas en la cuenca de Huatanay en la provincia de Cusco, Perú. Se utilizaron 23 vacas y 20 vaquillas distribuidas en dos centros: el Centro Agronómico K'ayra y ubicado en el distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco y el fundo "San Tarcisio" de la institución "Movimiento Siervos De Los Pobres Del Tercer Mundo" ubicado en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchis. Se compararon tres parámetros reproductivos entre las categorías bovinas. En ambos grupos se inició la aplicación de 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE) y la inserción del dispositivo intravaginal (CIDR®) que contiene Progesterona (P4) en el día 0. A los 7 días se retiró el dispositivo y se administró 2 ml de análogo a la prostaglandina (PGF2 α) y las vacas y vaquillas fueron pintadas en la zona sacrocoxígea para detectar el celo por pérdida de color. El día 10 se realizó la IATF culminando con la aplicación de 2 ml de GnRH. La metodología se basó en la prueba de Chi cuadrado para el análisis de datos, utilizando tablas cruzadas al ser variables dicotómicas y empleando el lenguaje R v.4.0. Los resultados obtenidos indican que la tasa de detección en vacas fue de 47.8% \pm 15.27% y en vaquillas fue de 65% \pm 7.07%, sin encontrar diferencias significativas entre ambos grupos ($p > 0.05$). En cuanto a la tasa de no retorno, tampoco se encontraron diferencias entre ambos grupos de animales ($p > 0.05$) con una tasa de 82.6% \pm 3.25% en vacas y 70% \pm 14.14% en vaquillas. En la tasa de preñez, las vaquillas obtuvieron un mejor porcentaje (55% \pm 7.07%) que vacas (39.1% \pm 1.13%) aunque no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$). En general, los resultados sugieren que el protocolo de IATF con proestro extendido utilizado en este estudio puede ser una alternativa eficaz para la mejora de la tasa de concepción en vacas y vaquillas criadas en la cuenca de Huatanay. Sin embargo, se deben realizar más investigaciones para confirmar estos hallazgos y mejorar aún más la eficacia del protocolo.

ABSTRACT

The present study assessed the protocol of Timed Artificial Insemination (TAI) with extended proestrus in a group of cows and heifers raised in the Huatanay basin in the province of Cusco, Peru. A total of 23 cows and 20 heifers were utilized, distributed across two centers: the K'ayra Agronomic Center located in the district of San Jerónimo, Cusco province, and the "San Tarcisio" farm of the institution "Servants of the Poor of the Third World Movement" located in the district of Andahuaylillas, Quispicanchis province. Three reproductive parameters were compared between the bovine categories. In both groups, the administration of 2 mg of Estradiol Benzoate (EB) and the insertion of the intravaginal device (CIDR®) containing Progesterone (P4) began on day 0. On day 7, the device was removed, and 2 ml of prostaglandin analog (PGF2 α) were administered. The cows and heifers were painted on the sacrocoxigeal region to detect heat by color loss. On day 10, TAI was performed, culminating with the administration of 2 ml of GnRH. The methodology relied on the Chi-square test for data analysis, employing cross-tabulation for dichotomous variables and utilizing R v.4.0 software. The results obtained indicate that the heat detection rate was 47.8% \pm 15.27% in cows and 65% \pm 7.07% in heifers, with no significant differences found between the two groups ($p > 0.05$). Regarding the non-return rate, no differences were found between the two groups of animals ($p > 0.05$), with a rate of 82.6% \pm 3.25% in cows and 70% \pm 14.14% in heifers. In terms of pregnancy rate, heifers achieved a higher percentage (55% \pm 7.07%) compared to cows (39.1% \pm 1.13%), although no significant difference was found ($p > 0.05$). Overall, the results suggest that the protocol of TAI with extended proestrus utilized in this study may serve as an effective alternative for improving the conception rate in cows and heifers raised in the Huatanay basin. However, further research must be conducted to confirm these findings and further enhance the protocol's efficacy.

INTRODUCCIÓN

La implementación de programas de inseminación artificial en hatos de ganado vacuno busca mejorar la producción mediante la eficiencia reproductiva y el mejoramiento genético. La eficiencia reproductiva se refiere a aumentar la cantidad de vacas preñadas y reducir el intervalo entre partos, mientras que el mejoramiento genético busca obtener animales con mayor producción de leche por individuo. La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es una biotecnología reproductiva que se utiliza para alcanzar estos objetivos a nivel local, regional e internacional

En los últimos años se desarrollaron varias investigaciones en distintas partes del mundo incrementando y perfeccionando varios protocolos de sincronización de celo para facilitar la inseminación artificial (IA) para las distintas edades del ganado vacuno. En Estados Unidos de Norte América, el desarrollo de nuevos protocolos está limitado debido por los productos farmacéuticos disponibles para facilitar la sincronización, solo tres hormonas se encuentran disponibles: progesterona (normalmente en forma de dispositivo intravaginal (CIDR® o DIB®), prostaglandina F₂α (PGF₂α o sus análogos) y GnRH; para esto es necesario comprender los parámetros endocrinos y fisiológicos que influyen en la competencia reproductiva en el ganado y diseñar nuevos protocolos de sincronización (Day y Allen Bridges, 2015).

Recientemente se ha demostrado un aumento en las tasas de preñez con los protocolos de IATF disminuyendo el periodo de implantación del dispositivo con progestágeno que extienden el proestro que se correlaciona con mayores concentraciones séricas de estradiol uno de estos protocolos es el protocolo J-Synch modificado que usa estradiol, el dispositivo con progesterona y GnRH como inductor de la ovulación (Ré, 2018).

En Argentina se hicieron análisis donde animales tratados con dispositivos de progesterona (CIDR®- DIB®) deben tener una condición corporal mayor a 2.5 (basada en la escala 1 a 5) para que la tasa de preñez sea de 50% a más (Bó et al., 2007)

En Perú, para mejorar la producción de leche en ganadería, los criadores compran vacas mejoradas de productores líderes en la región y utilizan inseminación artificial con semen tanto nacional como importado. Sin embargo, existen varias dificultades en este proceso, tales como la escasez de animales genéticamente mejorados, la falta de registros genealógicos, productivos y reproductivos para la selección de animales y la desconfianza en el uso de pajillas debido a su origen y conservación. Aunque hay bancos de semen de razas especializadas, en muchos hatos se sigue utilizando la monta natural como práctica principal (MINAGRI, 2017). A nivel nacional el manejo reproductivo recibe mucha atención con nuevas tecnologías y programas desarrollados para mejorar la eficiencia reproductiva en vacas y vaquillas, pero la eficiencia reproductiva, así como también la fertilidad ha disminuido debido a una correlación negativa con la producción de leche (Gamarra y Cabrera, 2014).

La cuenca del Huatanay en Cusco, Perú es una zona agrícola y ganadera importante. La ganadería vacuna es una de las principales actividades económicas en esta región, aunque la cantidad de animales sea reducida a comparación de otras regiones como lo son Cajamarca, Puno, etc. Además, la IATF no está estandarizada y la principal practica siga siendo monta natural e inseminación a detección de celo de manera individual entre los animales.

El propósito por el que se planteó este trabajo de investigación es para poder evaluar la utilización de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con proestro extendido (J-Synch modificado) en dos grupos: vaquillas y vacas de leche, dicho estudio se realizó en la cuenca del Huatanay en el distrito de San Jerónimo (Centro agronómico K'ayra) provincia de Cusco y en el distrito de Andahuaylillas (fundo "San Tarcisio" de la institución "Movimiento Siervos De Los Pobres Del Tercer Mundo") de la provincia de Quispicanchis, departamentos de Cusco.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

El sector ganadero en nuestro país siempre busca mejorar la productividad de sus animales ya sea en leche, carne o doble propósito; donde indudablemente influye en la rentabilidad, es por eso que la biotecnología va avanzando a pasos agigantados que proponen mejorar los niveles productivos en bases a conceptos fisiológicos y endocrinológicos que afectan la probabilidad de preñez en forma positiva ya que sin reproducción no hay producción (Suárez, 2015).

Con la ayuda de la inseminación artificial (IA) y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) donde la diferencia es el tiempo, la IA se ayuda con el celo detectado y el IATF se cuenta las horas de aplicación de distintas hormonas con tiempos exactos; para esto se utiliza el semen de mejor calidad para mayores resultados (Marizancén y Artunduaga, 2017). En cuanto a la IATF se conocen distintos protocolos basados en la combinación de hormonas GnRH y PGF2 α ; siendo diferenciados por los días en los que se va a inseminar estos se les conoce como Ovsynch, Co-Synch y J-Synch y agregándole un dispositivo intravaginal CIDR® o DIB®, sin embargo, dichas prácticas son cuestionadas por la tasa de probabilidad de preñez que varían distintos factores como el medio ambiente, raza y edad. O que el inseminador no esté capacitado y esto hace al ganadero desconfiado para posteriores veces, aunque se sabe que una de las ventajas de la inseminación con pajillas evita el contagio y propagación de enfermedades infecciosas (Bó et al., 2009).

En vaquillas de leche se demostró que es exitoso el protocolo J-Synch de 6 días con IATF a las 72 h que obtuvo un 64.6% de vaquillas preñadas comparado con el protocolo convencional que llegó a un 58.5% de vaquillas preñadas (Ré, 2018). Mientras que en vacas el protocolo más usado es el convencional llamado Ovsynch con 7 días con el uso de GnRH en vez de BE y aplicación del dispositivo con progesterona, pero con un proestro corto con un 52.7% en tasa de preñez cabe destacar que no fue muy efectivo para sincronizar la ovulación en vaquillas ya que existe una menor duración de las ondas foliculares que en vacas (Bridges et al., 2008).

Y así surgió el interés de evaluar un protocolo de IATF con proestro prolongado (J-Synch modificado a 7 días) estando en un punto medio con respecto a los protocolos J-Synch y convencional en un grupo de vacas y vaquillas para comparar 3 parámetros reproductivos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las biotecnologías reproductivas buscan acortar los tiempos de espera del primer celo en vaquillas y en caso de vacas que el intervalo entre partos sea menor y que así su vida productiva sea más larga y por ende mayor ganancia económica. Existe variada información sobre protocolos de IATF para los distintos propósitos ya sea carne y leche en el mundo, pero escasa información sobre los protocolos de proestro extendido ya que es un nuevo protocolo planteado en la región Cusco y que tan eficiente será dentro de los parámetros reproductivos.

1.2.1. Problema General

¿Qué tan eficiente resulta utilizar el protocolo de proestro extendido (J-Synch modificado) en vaquillas y vacas de producción lechera del distrito de San Jerónimo y en el distrito de Andahuaylillas?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál será la tasa de celo presentada por un grupo de vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con proestro extendido?
- ¿Cuál será la tasa de no retorno a celo en un grupo de vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con proestro extendido?
- ¿Existirá variación en la tasa de preñez presentada por un grupo de vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con proestro extendido?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar tres parámetros reproductivos por efecto de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con proestro extendido en un grupo de vacas y vaquillas criadas en la cuenca del Huatanay

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la tasa de celo entre vacas y vaquillas sincronizadas con el protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo con proestro extendido.
- Comparar la tasa de no retorno a celo en un grupo de vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con proestro extendido.
- Evaluar la tasa de preñez en vacas y vaquillas sincronizadas con el protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo con proestro extendido.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La sincronización y la inseminación artificial son técnicas fundamentales en la ganadería moderna que han evolucionado significativamente en los últimos años. La sincronización consiste en manipular el ciclo reproductivo de las vacas mediante el uso de hormonas para que todas ovulen al mismo tiempo. Esto permite una mayor eficiencia en el proceso de inseminación, ya que se puede programar la IA para un período específico de tiempo en el que las vacas estén ovulando (Suárez, 2015). La inseminación artificial, por otro lado, es un proceso que consiste en inyectar el semen de un toro seleccionado directamente en el tracto reproductivo de una vaca o vaquilla, en lugar de dejar que el toro se aparee naturalmente. Esto permite un mayor control sobre los genes de la progenie y una mayor eficiencia en la producción de leche y carne. (Bó et al., 2016).

Los avances en estas técnicas han permitido desarrollar protocolos que ayudan a acortar el tiempo entre celos, aumentar la tasa de preñez y concentrar las ovulaciones en un período corto. Por lo tanto, es importante evaluar estos protocolos para determinar su efectividad en diferentes grupos de categorías bovinas, como vacas y vaquillas. Esto permitirá elegir el protocolo más adecuado

para cada situación, con el objetivo de maximizar los resultados reproductivos y por ende aumentar la productividad y la economía (Vallejo et al., 2017).

La cuenca de Huatanay presenta una oportunidad significativa para la cría de ganado vacuno lechero. Se busca mejorar la reproducción asistida al evaluar e identificar los factores que podrían afectar el proceso de inseminación, con el objetivo de estandarizar el proceso en vacas y vaquillas y lograr mejores resultados. La utilización de protocolos estandarizados también reducirá la intervención humana, lo que resultará en una reducción del estrés y de los costos asociados al proceso

A pesar de los avances en mejoramiento genético, los resultados de la inseminación artificial varían debido a diversos factores. La tasa de concepción puede verse afectada por el estado fisiológico de la vaca, como el número de partos que ha tenido, así como por la variabilidad en los protocolos de inseminación utilizados. (Espinoza, 2010).

Por todo lo expuesto anteriormente esta investigación tiene relevancia porque pretende dar paso a un nuevo protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando un protocolo de proestro extendido que se pueda usar tanto en vacas como vaquillas para así reducir tiempo, mano de obra, manipulación del animal que deriva en estrés y se pueda ver reflejado en el aumento de tasa de preñez para mejorar la productividad del ganado.

II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL INTERNACIONAL

En los últimos años se realizaron varias investigaciones en cuanto a protocolos que mejoren los parámetros reproductivos en bovinos, uno de ellos fue realizado por Huguenine y Bó, (2022) en Argentina se investigó sobre el efecto del horario de IATF sobre las tasas de preñez en vacas con cría sincronizadas con el protocolo J-Synch de 7 días. Teniendo como resultados que el grupo de vacas inseminadas a las 72 horas tuvo como tasa de preñez un 46% mientras que las vacas inseminadas a las 66 horas fueron de 56 % pero no se observó diferencia significativa ($p>0.05$).

En los reportes de Rosero y Ferrín, (2021) en Ecuador con su investigación sobre la valoración de los protocolos de proestro prolongado J-Synch sobre el ambiente uterino en vaquillas cruzas cebú tuvieron como resultados para los grupos J-Synch 7d ($7,0 \pm 1,2$) y J-Synch 6d ($6,8 \pm 1,4$) presentaron mayores niveles de progesterona ($p<0,05$) que el grupo Convencional ($5,0 \pm 1,5$). En cuanto a la tasa de preñez el protocolo J-Synch 7d alcanzó un 60%, el protocolo J-Synch 6d 55% y el protocolo convencional un 45% sin encontrar diferencia significativa ($p>0,05$) donde se llegó a la conclusión que los protocolos generan similares cantidades de receptores endometriales para progesterona y estradiol; sin embargo, los niveles hormonales fueron mayores en los protocolos con prolongación de proestro

Navarro, (2020) en Córdoba donde evaluó el desempeño reproductivo en dos categorías de hembras cruzas índica con protocolo convencional y J-Synch. Obteniendo como resultados que el uso de ambos protocolos no demostró asociación en el desempeño reproductivo convencional 50% vs J-Synch 52%, sin embargo, en vacas el porcentaje de preñez fue de convencional 43% vs J-Synch 54%, en vaquillas tuvo una tendencia superior en el convencional 59% vs J-Synch 51%. El protocolo J-Synch (sin 52% y con eCG 56%) no influyó significativamente en el desempeño reproductivo, en la categoría vaca 54% vs 62%, en vaquillona fue del 51% y 50%, respectivamente. No se observaron efectos de la eCG (sin y con) en la preñez según manifestación de celo y

categoría. La relación celo/preñez fue del 55% y 44%. La expresión de estro en J-Synch sin y con eCG, no difirió en los dos controles.

En su trabajo sobre protocolos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas de leche Ré, (2018) en Córdoba dio como resultados que los protocolos cortos prolongan el proestro en relación al protocolo convencional; las tasas de preñez no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,2$) entre los protocolos, sin embargo, los resultados de preñez fueron superiores en el protocolo J-Synch de 56h con un 59,9%, el J-Synch de 72h 63,6% que el protocolo convencional con un 61,9% además de su practicidad de aplicación con la necesidad de solo tres encierres de los animales para completar el protocolo.

2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL NACIONAL

En la investigación de Mercado, (2015) en Lima evaluó el efecto del estradiol y el factor liberador de gonadotropinas sobre la dinámica folicular de vacas Holstein donde los resultados nos indican que el protocolo con Estradiol la nueva onda folicular obtuvo un nuevo grado de 10.4 folículos menores a 8mm de diámetro. Sin embargo, el protocolo con GnRH logró una emergencia folicular de un número menor (6.9) de folículos menores a 8 mm y con diferencia estadística ($p < 0.05$) al grupo con estradiol/progesterona; igualmente la cantidad de folículos de 2 a 4 mm de diámetro reclutados con el protocolo de Estradiol (8.1) fue mayor al protocolo de GnRH (4.2), con una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). se concluyó que los protocolos de sincronización de onda folicular a base de Estradiol y GnRH, además de producir una adecuada sincronización de la emergencia folicular, permitieron corregir en el 57% (4/7) de los casos la presencia de quiste folicular.

Gamarra y Cabrera, (2014) en Lima con su investigación sobre el Análisis-técnico económico de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (OVSYNCH) en comparación con celo detectado en vacas Holstein dando como resultados diferencias significativas ($p = 0.0001$) en los intervalos desde el parto hasta el primer servicio (120.4 ± 45.48 vs. 150.7 ± 66.94 días) y desde el parto hasta la concepción (225.4 ± 100.4 vs. 203.9 ± 90.5 días) entre los programas

IACD y Ovsynch, respectivamente. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p=0.1602$) en el intervalo entre partos (499.04 ± 100 vs. 477.5 ± 90.5 días). La tasa de concepción al primer servicio fue significativamente más alta ($p=0.001$) en el grupo Ovsynch que en el grupo IACD (30.8 vs. 15.6 %). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la tasa de concepción general entre los dos grupos (30.8 vs. 28.2%). La tasa de preñez fue significativamente más baja en el grupo IACD (16.7%) que en el grupo Ovsynch (30.8%). Bajo las condiciones de la UEZ, el programa Ovsynch demostró tener un VAN más alto que el programa IACD. Los costos de ambos programas fueron sensibles a los costos laborales.

Lizarbe, (2013) en Ayacucho investigó la respuesta del protocolo de sincronización Ovsynch y la IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva mostrando como resultados del protocolo una tasa de celo del 73.08%, frente a un 26.92% entre vacas y vaquillas respectivamente existiendo diferencia significativa ($p<0,05$). La tasa de preñez como respuesta al protocolo Ovsynch e IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva fue de 50%, de estos, el 47.37% son vacas y el 57.14% vaquillas; resultados que estadísticamente no son significativos ($P<0.05$). Por último, se evaluó la tasa de no retorno de celo, obteniendo 63.16% en vacas, y 57.14% en vaquillas; no existiendo diferencia estadística significativa ($P<0.05$).

2.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL LOCAL

A nivel regional Ramírez, (2020) en Cusco evaluó el efecto del agente sexador HEIFERPLUS® adicionando al semen congelado en dos protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en vacas Brown Swiss concluyó que el porcentaje de celo con benzoato de estradiol (BE) fue de un 95.83% y con cipionato de estradiol (ECP) fue de 91.67%, en cuanto al porcentaje de preñez tuvo un porcentaje de 54% y 42% respectivamente; agregado con y/o sin HEIFERPLUS® el porcentaje de preñez fue para el BE 50% y ECP 46%, con respecto a los resultados de la tasa de sexo con y sin el HEIFERPLUS®: con HEIFERPLUS® fue de 67% hembras y 33% machos y sin HEIFERPLUS® fue de 45% hembras y 55% machos, sugiriendo que no existe diferencia estadística entre los grupos tratados. Y los costos económicos por vaca tratada fueron: para

el protocolo de BE fue S/.126.56 y ECP fue S/.127.08; con HEIFERPLUS® fue de S/.136.52 y sin HEIFERPLUS® fue de S/.128.02 respectivamente. Mientras por vaca preñada fueron: para el protocolo de BE fue S/.233.65 y ECP fue S/.305; con HEIFERPLUS® fue de S/.273.04 y sin HEIFERPLUS® fue de S/.279.32.

2.4. FISIOLÓGÍA DEL CICLO ESTRAL DEL BOVINO

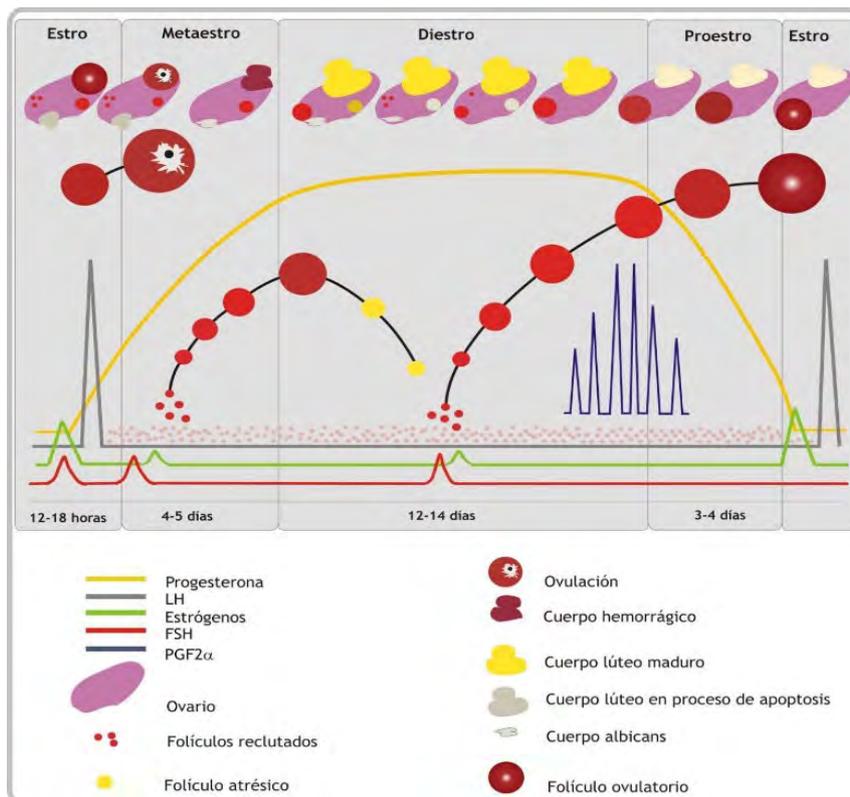
La vida reproductiva de la hembra bovina está marcada desde los inicios de su vida, es decir, desde el desarrollo fetal inicia la preparación de su sistema reproductivo, y el nacimiento órganos como los ovarios ya tienen el potencial para la producción de ovocitos contenidos en sus folículos (Motta et al., 2016). El conocimiento de los mecanismos involucrados en el control del ciclo estral da las bases para comprender y establecer métodos eficientes de sincronización del celo entre otras biotecnologías reproductivas (Callejas, 2001).

La hembra bovina es un animal poliéstrico continuo, donde la duración promedio del ciclo estral es de 21 días aproximadamente, el promedio de duración del estro es de 15 horas; pero, hay un extenso rango que puede ir de 2 a 20 horas. La ovulación es espontánea y ocurre generalmente 12 horas luego de finalizado el celo (Arthur et al., 1991).

El ciclo estral se divide en cuatro etapas sucesivas:

- | | | | | | |
|---|----------|----------|---|-----------|-----------|
| - | Proestro | 3-4 días | - | Metaestro | 5-6 días |
| - | Estro | 1 día | - | Diestro | 13-14 día |

Figura 1. Diagrama del ciclo estral de la hembra bovina



Fuente: (Böhm, 2021).

2.4.1. Proestro

Se inicia con la regresión del cuerpo lúteo (CL) o luteolisis del anterior ciclo y termina con el inicio del estro o celo, dura aproximadamente 3 días. Aquí se tiene un desplome de los niveles de progesterona y posteriormente la pérdida de tejido luteal, teniendo la hormona prostaglandina (PGF2 α) de origen uterino el principal luteolítico. Como resultado de la caída de la progesterona, baja el feedback negativo de dicha hormona. En esta etapa ya existe un folículo dominante (FD) que se diferencia de los demás folículos ya que es estimulado por la hormona GnRH (FSH y LH) para la producción de estrógenos. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el periodo de celo o estro (Rippe, 2009).

2.4.2. Estro

Se define como un periodo de actividad y receptividad por parte de la hembra, cuya duración es de 18 \pm 6 horas, donde esta se encuentra quieta y lista para ser montada, otros de los signos son: la vulva hinchada, secreción mucosa clara y

transparente que sale por la vulva cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), la vaca brama con frecuencia y pierde el apetito y en caso de las vacas lecheras baja su producción (Shearer, 2003).

Los signos ocurren gracias al estrógeno proveniente del licor folicular y también produce contracciones del tracto reproductivo para que facilite el transporte de espermatozoides (Rippe, 2009).

Durante esta fase los estrógenos alcanzan una estimulación alta en el centro hipotalámico, estimulando la producción el pico de GnRH y por ende el pico de LH, con respecto a la FSH disminuye su secreción, teniendo así un feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con una excepción del momento de pre ovulación donde aumenta la LH y FSH; posteriormente, 4 a 12 h de la onda de LH se incrementa los pulsos de FSH relacionándose con la primera onda folicular (Ruales, 2015).

2.4.3. Metaestro

Puede durar de tres a seis días y aquí es donde ocurre la ovulación, a diferencia de otras especies que lo hacen durante el celo, que tiene lugar entre 28 a 32 horas iniciado el celo y se desencadena por el pico preovulatorio de LH. Después de la ovulación se produce una hemorragia y el folículo se llena de sangre, convirtiéndose en una estructura conocida como cuerpo hemorrágico (Rippe, 2009).

En la formación del cuerpo lúteo (luteinización) se produce una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en celular luteales funcionales (Ruales, 2015).

2.4.4. Diestro

En este periodo del ciclo estral, donde hay una función completa del cuerpo lúteo y una alta secreción de progesterona (Atuesta y Diaza, 2011). Y tiene un periodo de duración de 13 a 14 días promedio en donde si la vaca esta preñada el cuerpo lúteo se mantiene conjuntamente con la producción de progesterona y se bloquea la reaparición de celos hasta que la cría nazca. Caso contrario si la vaca

no está preñada el cuerpo lúteo es inducido a su degeneración y lisis por la acción de la PGF2 α (Rippe, 2009).

Tabla 1. Fases del ciclo estral bovino

FASE		DÍAS DEL CICLO	DURACIÓN	EVENTOS
Folicular	Proestro	19-celo	3 días	-Regresión de CL.
	Estro	0	10-12 horas	-Maduración folicular. -Aumento de estrógenos. -Pico LH- estrógenos.
Luteal	Metaestro	1-3	5-7 días	-Ovulación.
	Diestro	4-18	10-12 días	-CL maduro. -Respuesta PGF2 α

Fuente: (AGROCOR, 2005)

2.4.5. Anestro

Es un proceso multifactorial de completa inactividad sexual sin manifestaciones del estro el cual es normal en determinados periodos de tiempo de entre 45 a 60 días. (Morales y Cavestany, 2012).

El período de anestro posparto se encuentra afectado principalmente por el amamantamiento y la nutrición, siendo factores de menor importancia, la involución uterina, época de parición, raza, edad de la madre y las características del parto (Parra, 2017).

En caso del anestro patológico se refiere a todo aquello que conduzca a un aumento prolongado de progesterona, ya que sabemos que la producción de P4 en niveles altos inhibe la GnRH por ende la LH y FSH, impidiendo la formación de nuevos folículos (la ausencia del ciclo estral), esto se puede deber a algunos problemas como lesiones, inflamaciones o infecciones en el endometrio; muerte embrionaria, anomalías ováricas como quiste ovarios (López, 2018).

2.5. DINÁMICA FOLICULAR EN EL CICLO ESTRAL BOVINO

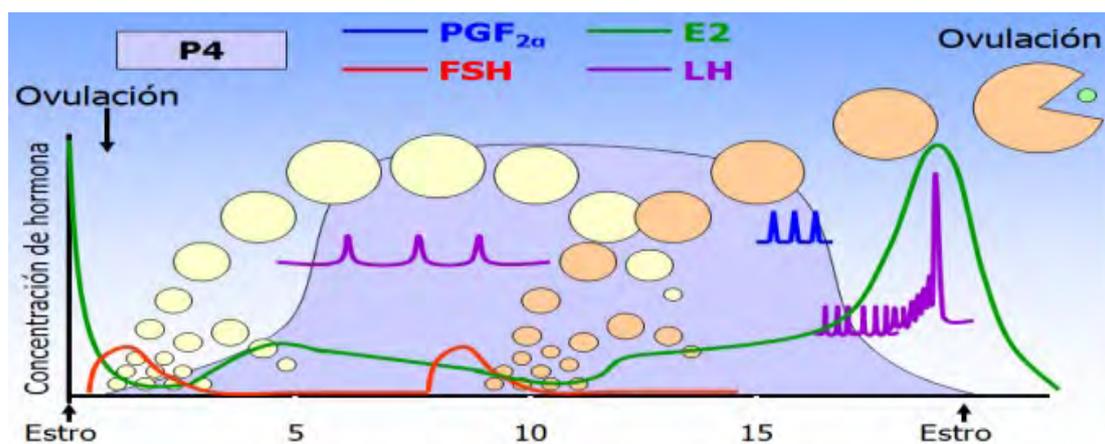
La dinámica folicular en la hembra bovina es el desencadenante de los procesos reproductivos y de las fases del ciclo estral, pero, dichos eventos están regulados por un conjunto de factores que se interrelacionan y permiten la presencia de la ovulación y así culminando el ciclo estral e inicio en la etapa reproductiva de la hembra bovina, uno de los factores con gran influencia son las hormonas sexuales reguladas por el sistema neuroendocrino del eje hipotálamo - hipófisis - ovarios - útero (Motta et. al., 2016).

2.6. ONDAS FOLICULARES

Los folículos ováricos en el ganado bovino crecen en forma de ondas que consiste en la aparición sincrónica de un grupo de folículos de 4 a 5 mm de diámetro, seguido a los a los días 2 o 3 por la selección de un folículo al cual se le denomina folículo dominante (FD) y los demás se vuelven en folículos atrésicos, en el bovino se puede apreciar la aparición de dos y tres ondas foliculares donde la primera onda folicular se produce en el día de la ovulación considerado como el día 0, en medio del ciclo se presencia el CL que hace que el folículo dominante regrese y la segunda onda folicular en el día 9 o 10 y el día 15 o 16 la tercera onda (Mapletoft et. al., 2018).

Estas ondas foliculares pueden ser programadas a nivel hormonal para obtener un desarrollo sincronizado, donde existen dos métodos; uno más costoso que otro, el primero es el más simple y preciso que consiste en la aplicación de una dosis de GnRH el cual induce a la liberación de LH y causa la ovulación o regresión del FD, de acuerdo al estado del folículo. La dosis varía en los productos comerciales y en el principio activo, aunque generalmente se usa 2.5 ml. La otra opción que es la menos costosa es usando el estradiol natural (17β) o en su versión sintética (benzoato, valerato o cipionato) en cuyo caso varía desde horas para el 17β o días en para el cipionato, donde el tiempo debe ser considerado importante para la precisión de las nuevas ondas foliculares ya que son menores que al utilizar GnRH. (Cavestany, 2012).

Figura 2. Ondas de crecimiento folicular



Fuente: (Farina, 2002).

2.7. SINCRONIZACIÓN DE CELOS

La sincronización del celo en el ganado permite un mejor desempeño reproductivo, lo que aumenta la efectividad del protocolo al inducir la ovulación y la ciclicidad, lo que, junto con otros métodos, permite alcanzar muy buenos porcentajes de preñez en campo. La sincronización del estro implica controlar o manipular el ciclo estral para que las hembras seleccionadas expresen el estro (celo) de forma conjunta. Es un método de protocolo muy manejado en programas de inseminación artificial, transferencia de embriones, fechas muy próximas al parto y uso intensivo de un toro de monta salvaje durante unos días. Se sabe que el uso de la progesterona es importante para la recuperación de la función ovárica posparto, y su colocación es esencial para el triunfo de cualquier tratamiento hormonal de anestro. El factor determinante en el éxito de la sincronización es la elección del método adecuado, que se ajuste a las condiciones de cada animal (INTAGRI, 2018).

En el mundo y en nuestro país se utilizan distintas técnicas de sincronización-inducción de celos y/u ovulaciones para realizar la IA o IATF, los protocolos de IATF que se describen abajo están diseñados para controlar la función luteal como folicular (Bó et al., 2002).

Surgen muchas habilidades para optimizar la detección de celo como los detectores de monta es decir pintura sobre el anca, el cual ayuda con la frecuencia de observaciones visuales; el registro de monta sobre un sensor de

presión. Sin embargo, aun la detección de celo es un problema importante de manejo (Cutaia y Bó, 2006).

2.8. HORMONAS USADAS PARA SINCRONIZAR EL CELO

2.8.1. Prostaglandina (PGF2 α)

Es producida por el endometrio del útero y tiene una amplia variedad de funciones que actúa a nivel del CL y produce la regresión del CL o luteolisis haciendo que baje los niveles de progesterona. Las PGF2 α sintéticas han sido usadas en la sincronización de celo en bovinos por si sola tiene limitantes, pero usada con otras hormonas también sintéticas análogas a las del ciclo estral dan la combinación perfecta y altas tasas de preñez (Rusiñol y Cavestany, 2011).

2.8.2. Progesterona

Varios estudios demostraron que los productos progestágenos tienen la capacidad de inducir a la ciclicidad, tanto en vacas en anestro como en vaquillas cuya madurez sexual no se ha completado, la progesterona en concentraciones altas fue asociada a un aumento de la tasa de desarrollo de la concepción (Maquivar y Day, 2011).

La progesterona altera la función ovárica en el ganado al suprimir el estro y prevenir la ovulación, ya que está diseñada para la sobrevivencia del embrión, el desarrollo y reconocimiento de la preñez en el útero suprimiendo la liberación de LH mas no la FSH (Mapletoft et al., 2018).

El retiro de esta fuente exógena de progesterona ayuda a acrecentar la frecuencia y amplitud de las pulsaciones de LH y el crecimiento de un FD que ovulará entre 48 y 72 horas después (Bó, 1998).

Existen distintos dispositivos intravaginales comercialmente disponibles que tienen diferente forma e impregnados con diferentes cantidades de progesterona los más conocidos son el CIDR® y el DIB® (Dispositivo Intravaginal Bovino) (Bó et al., 2009).

2.8.3. Estrógenos

Esta hormona ayuda a coordinar los eventos fisiológicos para la reproducción como lo son el transporte de los espermatozoides por el canal uterino, manifestación del celo, preparación de celular de los folículos para la luteinización y así se produzca la progesterona (Rosero y Ferrín, 2021).

En su forma natural se conoce como el 17β estradiol es secretado por el ovario exactamente en el licor folicular del folículo dominante, sus formas sintéticas son conocidas como: el Benzoato de Estradiol (BE), Cipionato de Estradiol y Valerato de Estradiol; la acción farmacéutica del estrógeno depende de los niveles de progesterona ya que si este está en los niveles altos el estrógeno inducirá a la regresión folicular por el contrario si se administra cuando los niveles de progesterona son bajos inducirán a la liberación de LH y a la ovulación (Mapletoft, et al., 2003).

2.8.4. Hormona Liberadora De Gonadotropinas (GnRH)

Esta hormona juega un papel importante en la fase folicular del ciclo estral ya que tienen una acción directa en la liberación de LH y FSH para formar folículos maduros en el primer caso e inducir el reclutamiento y estimular el crecimiento folicular en el segundo (Rusiñol y Cavestany, 2011).

2.8.5. Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)

la hormona gonadotrópica coriónica equina (eCG) se utiliza desde ya varios años para la IATF la cual se inyecta el día de la remoción del dispositivo de P4, en su forma natural esta hormona se encuentra en el útero de la yegua de entre 35 a 100 días de gestación. En vacas tiene una actividad similar a la FSH o LH, antes se utilizaba esta hormona para inducir la super ovulación, pero hoy en día se usa para la estimulación de crecimiento de folículo dominante (FD) en programas de IATF y receptoras de embriones (Bó et al, 2016).

2.9. FACTORES A CONSIDERAR PARA MEJORAR LOS PROGRAMAS DE IATF

Existen parámetros que son necesarios para tener mejores resultados en los programas de IATF como: sistema de pastoreo, suplementos dependiendo la época del año y una rigurosa selección de hembras que entraran al servicio. (Parra, 2017).

2.9.1. Condición Corporal

Un animal con buen estado nutricional, no debe encontrarse ni delgada ni obesa, lo ideal es que estos se encuentren mínimo en 2.5 ganando peso y máximo 3.5 en una escala de condición corporal del 1 al 5 en el sistema de Ferguson (1994). La condición corporal se asimila al de estado corporal, es decir, al nivel de reservas corporales que el animal dispone para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción, indicando el estado nutricional y de salud del animal donde 1 se caracteriza por ser muy flaca o caquéxica y 5 muy obeso, en ambas situaciones la fertilidad es casi nula o muy limitada ya que su sistema reproductor y endocrinológico no está apto para el buen funcionamiento del ciclo estral, gestación ni una buena producción (Marizancén y Artunduaga, 2017).

La técnica de Ferguson es la más usada debido a su simplicidad respecto al método Edmonson y esta se realiza mediante la observación de las vértebras desde un aspecto posterior, el aspecto posterior del hueso pélvico, el aspecto lateral de la línea entre las caderas, y el aspecto posterior y lateral de la cavidad entre la cola y la tuberosidad isquiática utilizando valores de 1 al 5 (Cabrera, 2021).

2.9.2. Edad

Se atribuyó una influencia significativa de la edad en vaca sobre la eficiencia reproductiva. Vacas entre los tres y cinco años de edad presentan porcentajes de preñez similares y menguan levemente hasta llegar cerca del 80% a los ocho años. Posterior a esta edad, la tasa de preñez declina linealmente llegando a 54% a los 10 años (García, 2015).

La edad al primer parto debe darse a los 15 meses cuando se alcanza su madurez sexual, es decir, cuando se produce la ovulación y se manifiesta el celo. Cuando las vacas inician su etapa reproductiva pasado los 15 meses significa pérdida en la producción de leche, por ende, se aumenta los costos de producción, esto se puede asociar a la raza, condición corporal (CC), ambiente, temperatura. Si la concepción es a los 15 meses, la edad al primer parto sería a los 24 meses de edad el cual es el parámetro recomendado (Soto, 2001).

2.9.3. Estrés

Se sabe que el estrés juega un papel importante en la producción de hormonas como en la tasa de preñez haciendo que se reduzca el porcentaje del mismo (Vater, et al., 2009).

Existen distintos factores que implican el aumento del estrés sobre el animal como puede ser: los cambios de temperatura, mal manejo del animal (golpes, gritos, mordidas de perros, etc.), como también la falta de buena comida y agua (Alonso, 2019).

2.10. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La inseminación artificial (IA) puede definirse como una biotecnología importante para la reproducción que hace uso de la implantación de espermatozoides en el tracto genital de una hembra en un momento acertado para la fecundación ya que ayuda a la higiene evitando la propagación de enfermedades infecciosas que se transmiten a través de la copula. La IA es manejada directamente con la detección de celo con un sistema am-pm y pm-am, es decir las vacas que fueron vistas entrando en el estro en la mañana deberán ser inseminadas en la tarde del mismo día y de igual forma las vacas que fueron vistas en celo en la tarde se inseminarán en la mañana del día siguiente aunque esto no determina con exactitud una acertada preñez ya que esto puede variar en el manejo, ambiente, o fisiología de cada vaca. (Marizancén y Artunduaga, 2017).

La superioridad productiva fue rápidamente reconocida e implementada a los objetivos de la biotecnología reproductivas, el valor genético de los machos fue apreciado exitosamente a través de las características productivas de sus

descendientes (test de progenie). El efecto sanitario de la IA fue categórico, sin embargo, la eficiencia en el incremento del progreso genético dependió y depende aun del valor genético del toro, del número de dosis obtenidas en la colección de semen y el tiempo de conservación del semen (Palma y Gottfried, 2001).

2.11. PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO

Una alternativa muy útil para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto es la utilización de protocolos que sincronizan la ovulación y permiten la inseminación sistemática sin la necesidad de detectar celo, generalmente denominados protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) (Bó et al., 2009). Una de las soluciones para la disminución de fertilidad en las vacas incluye el uso de hormonas que fueron usadas para una serie de protocolos capaz de controlar el momento de la primera IA, para las posteriores inseminaciones, re sincronizaciones y tratamiento de anestro. (Bó et al., 2011).

Donde se debe controlar el ciclo estral para inducir a la ovulación y el celo para facilitar la IA de las vacas y así incrementar el número de vientres que conciben temprano y reducir los tiempos de anestro. (Parra, 2017).

Diferentes protocolos de sincronización utilizan progestágenos, estradiol, GnRH, prostaglandinas y gonadotrofinas coriónicas equinas fueron utilizadas en vaquillas (Bó et al., 2003).

A lo largo de los años se vienen implementando nuevos protocolos a base del uso de un dispositivo de progesterona (P4) y estradiol (E2) para sincronizar el desarrollo folicular y la ovulación con tasas de preñez que se encuentran entre el 40 y 60%, se vienen desarrollando protocolos que promueven un periodo de proestro prolongado que los protocolos convencionales de IATF, tenemos distintos protocolos disponibles con estradiol como: 7 días + DIB®, 8 días + DIB®, 9 días + DIB®, con ECP, con BE, T-Synch, J-Synch, J-Synch modificado. Como con GnRH: Ovsynch, Presynch, doble Ovsynch, Cosynch, select Synch (Bó et al., 2022).

Los proestros largos (de 2 a 4 días) se relacionan con mejores tasas de concepción a la IATF, con mayores producciones de estradiol provenientes del folículo dominante y de progesterona luteal en el ciclo subsiguiente, en comparación con los proestros de corta duración (Bridges et al., 2010). En el trabajo realizado por Ré, (2018) en Córdoba se demostró que, mientras el diámetro del folículo ovulatorio se mantenía constante, la duración del proestro tuvo un impacto significativo en la tasa de concepción. Se encontró una fuerte correlación positiva entre la duración del proestro, el grado de madurez del folículo y la fertilidad. Además, se descubrió que el diámetro del folículo ovulatorio por sí solo no era un indicador confiable de la madurez del folículo.

2.11.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)

Son conocidas las ventajas de la IATF como la mejora genética, conocimiento de la paternidad, evita la detección de celo ya que este es muy importante y si no se hace correctamente las tasas de preñez son bajas, reducir el tiempo de inseminación, menos gastos en mano de obra ya que los trabajadores pueden destinar más tiempo a otras tareas como alimentación de animales en vez de estar al pendiente del celo; acortar el periodo de anestro postparto (Raso y Esquel, 2012).

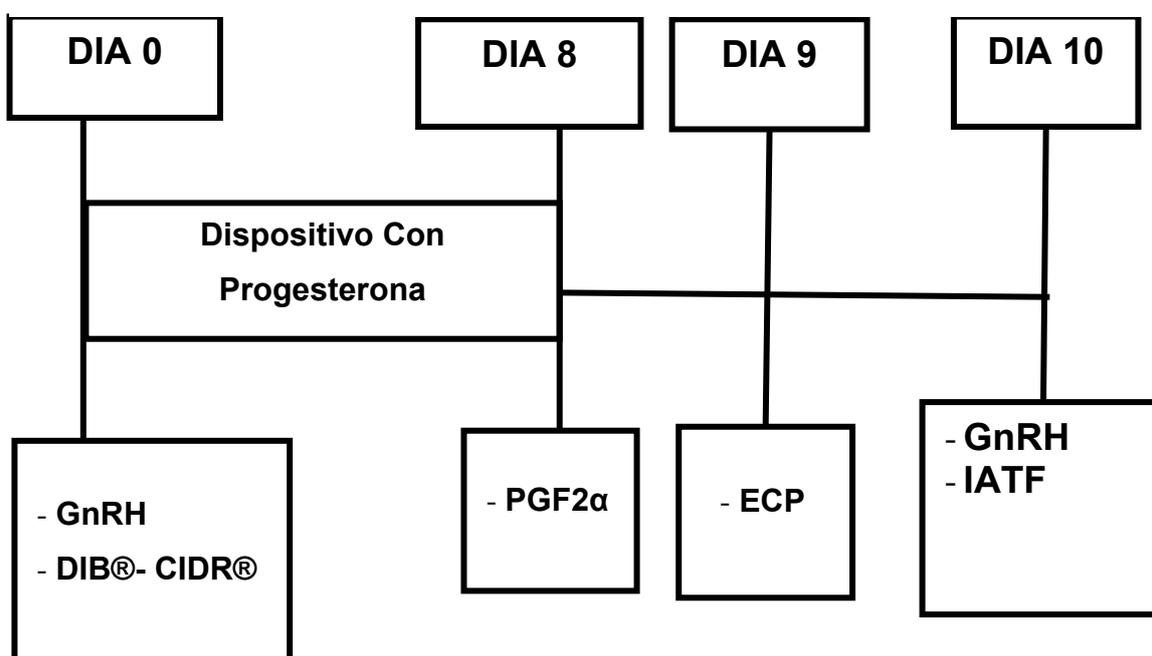
Más ventajas de la IATF son: permite el manejo de grupos de animales sin la necesidad de ocuparse de los animales individualmente, se estandariza y programa los servicios, se produce terneros a gran escala mejorando los pesos al destete y se atiende la demanda del mercado (Ré, 2018).

De igual manera hay desventajas, aunque son muy pocas como la posibilidad de difundir anormalidades genéticas, mal manejo a la hora de la inseminación y aplicación de hormonas puede dejar a la hembra infértil o con daños infecciosos, posibilidad de obtener tasas bajas de preñez, se requiere de personal capacitado para la implementación de un programa reproductivo de IATF (Pari, 2016).

2.11.2. Protocolo Convencional

Es el protocolo más usado en Sudamérica que consiste en administrar GnRH por vía IM más un dispositivo intravaginal de P4 (CIDR®-DIB®) en el día 0, en el día 8 se procede a retirar el dispositivo y se aplica una o dos dosis de prostaglandina, para luego aplicar una dosis de estradiol mayormente se usa el cipionato de estradiol (ECP) por vía intramuscular (IM) a las 24 horas y por último el día 10 se procede a realizar la respectiva inseminación (Ré et al., 2015).

Figura 3. Protocolo convencional



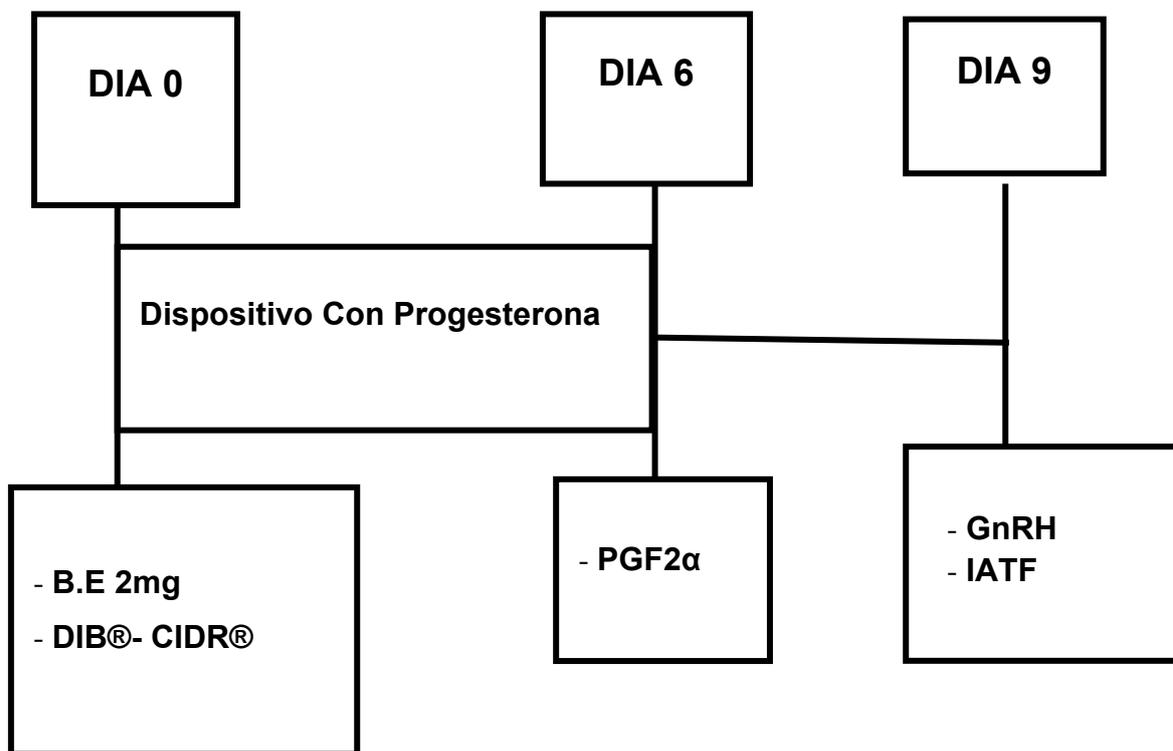
Fuente: adaptado de (Figuroa y Guadalupe, 2019).

2.11.3. Protocolo J-Synch (Proestro Extendido)

El J-Synch es un protocolo a base de estradiol que estimula el desarrollo del FD antes de la ovulación, y hace uso de BE y P4 por un período reducido de tiempo para conseguir sincronizar el inicio de una nueva onda folicular empleando un dispositivo intravaginal por seis días en lugar de ocho a más días como los protocolos comúnmente utilizados (Convencionales) y GnRH como inductor de ovulación a las 72 horas posteriores al retiro del dispositivo intravaginal; buscando prolongar el proestro y por último la IATF con el fin de alargar el

proestro (De La Mata, 2016). Este protocolo aumenta la tasa de preñez en general superan el 50% en vaquillas ocurriendo de forma repetible y sin sorpresas comparado con el protocolo convencional de 8 días y ayuda a disminuir el tiempo de uso del dispositivo y aumenta el periodo de proestro (Gamboa, 2020). Esto permitió disminuir el período de dominancia y prolongar el proestro, ya que se demostró que la calidad embrionaria puede verse afectada cuando la dominancia de un folículo ovulatorio aumenta más de 1,5 días (Cerri et al., 2009) y la prolongación del proestro se correlacionó con mayores concentraciones séricas de estradiol, aumentando la fertilidad en la IATF (Ré, 2018).

Figura 4. Protocolo J-Synch



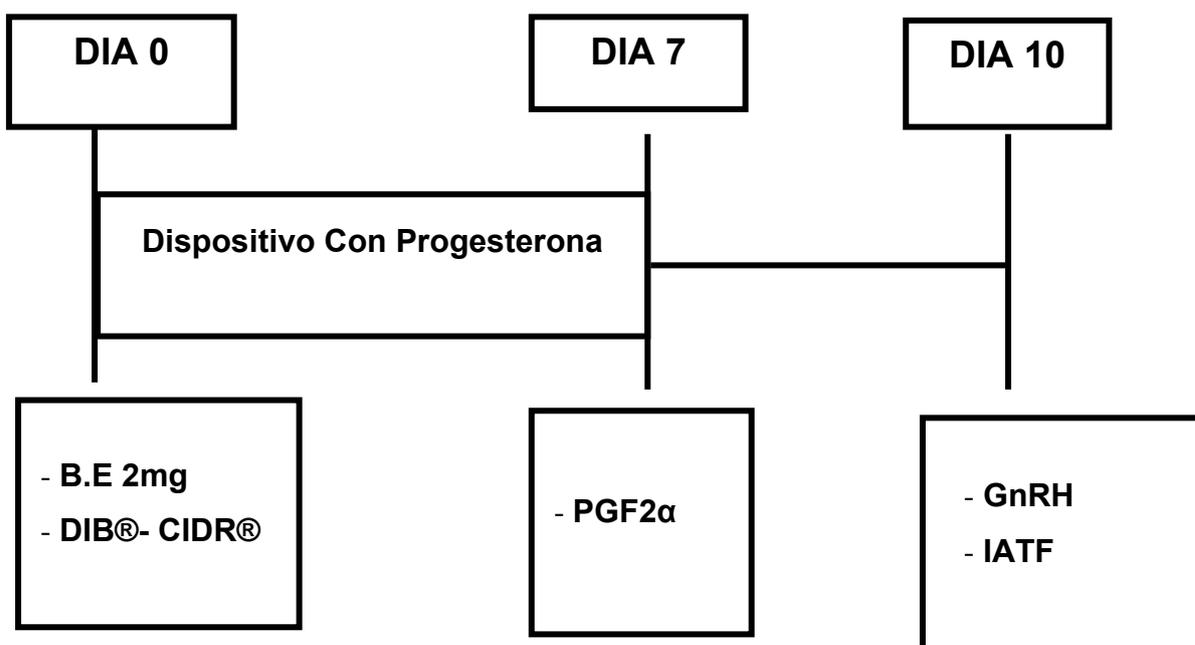
Fuente: adaptado de (Marizancén y Artunduaga, 2017).

2.11.4. Protocolo J-Synch Modificado (Proestro Prolongado)

Recientemente se han desarrollado nuevos protocolos para promover un periodo de proestro más prolongado que los protocolos de IATF conocidos, donde se encontró que las tasas de preñez fueron mayores; esto se asoció con la función endocrina preovulatoria positiva y mejora del ambiente uterino, al ser reconocido la eficacia del protocolo de J-Synch en vaquillas sin embargo en vacas con cría o anestro, la prolongación de proestro no demostró resultados superiores al protocolo convencional, es por eso que se creó el protocolo de J-Synch modificado con el objetivo de evaluar los porcentajes de preñez atrasando un día la remoción del dispositivo de P4 (Bó; et al, 2022).

Usando las mismas hormonas que en el protocolo J-synch para prolongar el proestro es decir el día 0 se introduce un dispositivo intravaginal de P4 (CIDR® o DIB®) con 2 mg de BE vía IM, luego se retira el dispositivo y se inyecta la prostaglandina al día 7 y se procede a inseminar a las 72 h y se aplica media dosis de GnRH para inducción de la ovulación en lugar de ECP (Ittig, 2020).

Figura 5. Protocolo J-Synch modificado



Fuente: adaptado de (Ittig, 2020).

2.12. PÉRDIDAS GESTACIONALES

Cuando se habla de pérdidas de preñez hablamos de pérdidas económicas, esto puede ocurrir en cualquier momento durante la gestación donde se dividen en: pérdidas embrionarias y perdidas fetales. Donde la primera se divide en dos grupos: pérdidas embrionarias tempranas que se producen hasta el día 24 post IA y pérdidas embrionarias desde el día 25 hasta el día 50 (Alonso, 2019). La mortalidad embrionaria es sospechada en toda hembra sana que retoma a su ciclo estral post servicio después de un plazo mayor a la duración normal, durante los primeros 14 días se pierde cerca del 30% de las gestaciones, sin que sean detectadas ya sea por falta de reconocimiento materno, la transición de mórula a blastocito (Álava, 2013)

El fracaso reproductivo asociado a la pérdida de preñez puede atribuirse a numerosos factores, problemas predisponentes o condiciones ambientales, estrés, nutricional o enfermedades. Determinar las causas exactas en cuanto a mortalidad embrionaria o pérdida de preñez precozmente han sido difíciles (Pohler; et al, 2020).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DEL EXPERIMENTO

El estudio se realizó en dos rebaños: el primero fue el centro agronómico K'ayra ubicado en el distrito de San Jerónimo provincia de Cusco y el segundo rebaño perteneciente al fundo "San Tarcisio" de la institución "Movimiento Misioneros Siervos De Los Pobres Del Tercer Mundo" ubicado en el distrito de Andahuaylillas de la provincia de Quispicanchis, las coordenadas geográficas son las siguientes.

Centro agronómico K'ayra

Latitud : 13° 33' 40" S
Longitud : 71° 52' 38" O
Altitud : 3,215 m.s.n.m. – 4000 m.s.n.m.

Fundo "San Tarcisio"

Latitud : 13°40'17.9"S
Longitud : 71°39'24.1"O
Altitud : 3,099 m.s.n.m. – 3.122 m.s.n.m.

3.2. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

El centro agronómico K'ayra tiene un clima templado frío, con una variación de temperatura entre 11° C a 20.65° C, con precipitación fluvial de 670.10 mm que varían de 120 a 144. 22/mm para los meses de julio y enero respectivamente, humedad relativa mínima de 63.43 % en el mes de agosto y una máxima de 78.27 % en el mes de marzo (SENAMHI-Cusco, 2022).

El fundo "San Tarcisio" en Andahuaylillas presenta un clima 13.06°C a 20.97°C, una precipitación fluvial de 617.83 mm la precipitación es la más baja en junio, con un promedio de 27 mm, la mayor parte de la precipitación cae en enero, promediando 216 mm. La humedad relativa más alta se mide en febrero 80.00 % y el más bajo en agosto 64.65 % (SENAMHI, 2022).

3.3. DURACIÓN DEL ESTUDIO

El presente trabajo fue ejecutado en un lapso de tres meses y medio, iniciando en el mes de julio de 2022 con la etapa pre- experimental y evaluación de los animales seleccionados y culminando en la primera semana de octubre de 2022 con el diagnóstico de preñez y colección de datos.

3.4. TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de la muestra se compuso de 43 hembras bovinas que se dividieron en dos grupos: 20 vaquillas y 23 vacas. Todos los animales estuvieron debidamente identificados y presentaron un buen estado de salud. Para asegurar una buena respuesta a la inseminación artificial, se seleccionaron animales con una condición corporal en un rango ideal, específicamente entre 2.5 y 3.5 en una escala que va del 1 al 5.

3.5. MATERIALES

3.5.1. Equipo de trabajo

- Libreta de campo
- Soga
- Pintura

3.5.2. Material y equipo de laboratorio

- Equipo de inseminación
- Pajillas (43)
- Ecógrafo
- Gel
- Tanque de nitrógeno
- Jeringas de 5 ml
- Agujas de 18 G X 1 ½.
- Alcohol
- Algodón
- Hormonas (Benzoato de estradiol, Lutaprost®, Conceptase®)
- Implante de progesterona CIDR®.

- Vaselina
- Aplicador de CIDR
- Papel toalla
- Guantes obstétricos

3.5.3. Equipo de bioseguridad

- Mascarilla
- Guantes
- Mameluco
- botas

3.5.4. Material biológico

Para este trabajo de investigación se utilizaron 43 hembras bovinas divididas en un grupo de 20 vaquillas otro grupo de 23 vacas, seleccionadas del hatu ganadero de la granja K'ayra y del fundo "San Tarcisio" de la institución "Movimiento Siervos De Los Pobres Del Tercer Mundo." Ubicado en Andahuaylillas

3.6. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.6.1. DISTRIBUCIÓN DE ANIMALES Y TRATAMIENTO

En la investigación se evaluó un protocolo de sincronización para la inseminación artificial a tiempo fijo con proestro extendido, siendo este el protocolo J-synch modificado que se aplicó en un grupo de vacas y vaquillas. El protocolo fue repetido 2 veces y cada repetición con 10 vaquillas en ambos lugares y en caso de vacas 13 en el centro agronómico K'ayra y 10 en el fundo "San Tarcisio" ubicado en Andahuaylillas.

Tabla 2. Distribución del protocolo

PROTOCOLO	DESCRIPCION	REPETICIONES
G1	El día 0: 2mg de BE + dispositivo	
J-synch modificado	intravaginal de progesterona.	R1: 20 vaquillas
aplicado en	El día 7: PGF2 α + retiro de dispositivo	
Vaquillas	El día 10: ½ dosis de GnRH + IA	
G2	El día 0: 2mg de BE + dispositivo	
J-synch modificado	intravaginal de progesterona.	R1: 23 vacas
aplicado en Vacas	El día 7: PGF2 α + retiro de dispositivo	
	El día 10: ½ dosis de GnRH + IA	

3.6.2. ETAPA PRE-EXPERIMENTAL

La etapa pre experimental del presente trabajo de investigación se dio inicio el mes de Julio, seleccionando un total de 43 animales al azar dividido en un grupo de 23 vacas y 20 vaquillas con una distribución de 13 vacas y 10 vaquillas en K'ayra; 10 vacas y 10 vaquillas en Andahuaylillas.

Por motivo de la alerta sanitaria mundial, los animales experimentales no fueron inseminados en el momento esperado, es por este motivo que presentaron mayor edad al momento de realizar el experimento, se les siguió considerando vaquillas ya que no fueron inseminadas ni estuvieron en presencia de un macho que pudieran preñarlas.

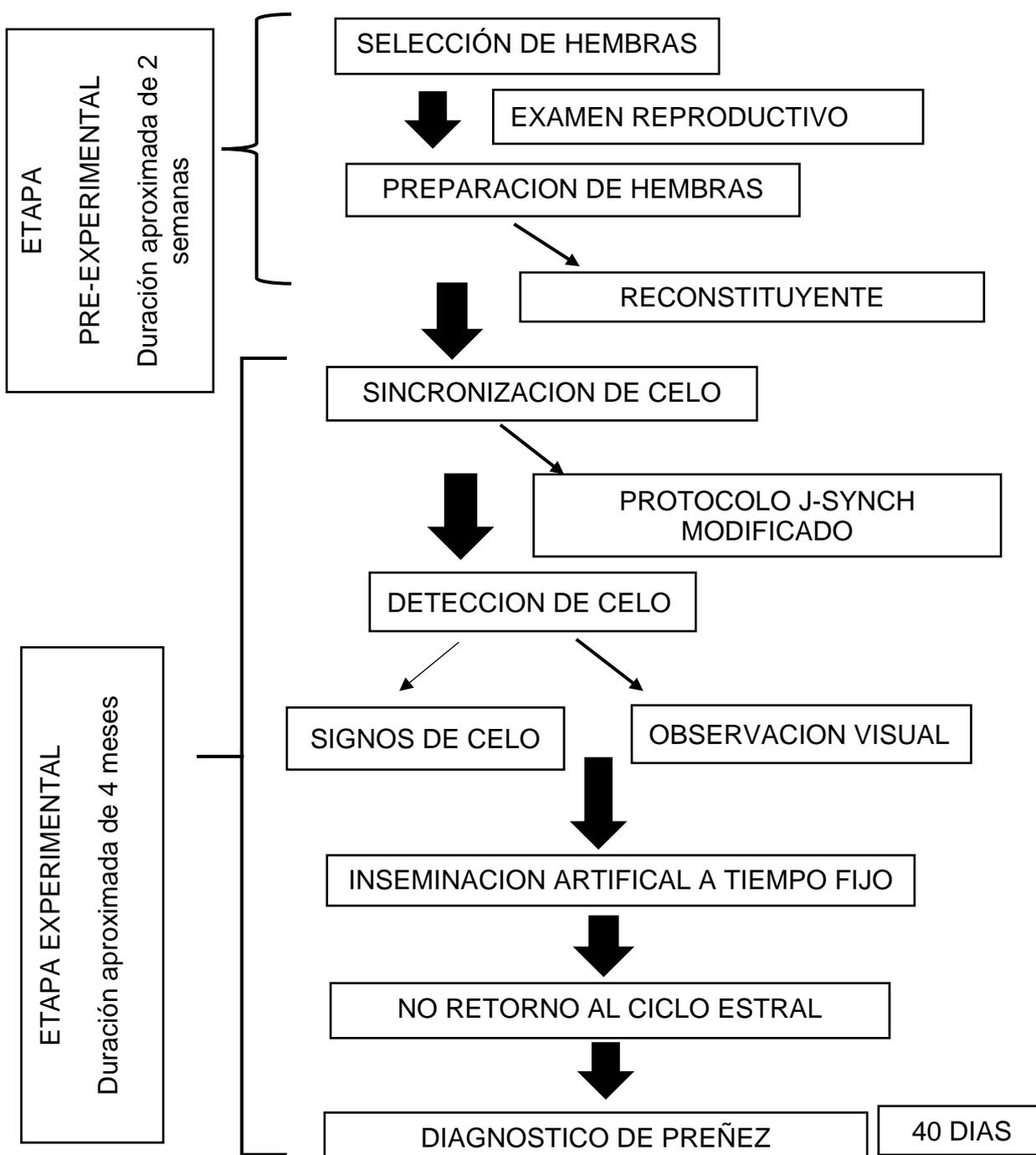
Se hizo un examen ginecológico con un ecógrafo transrectal con la finalidad de diagnosticar el estado reproductivo para determinar si están vacías o preñadas y prevenir posibles problemas reproductivos y se descartó animales que no cumplían con una condición corporal de 2.5 a 3.5 en una escala de 1 al 5 siendo esta 1 un estado de animal caquéxico y 5 un animal obeso.

Luego de ver que son aptas para la sincronización se les suministró un reconstituyente (10 ml) de Hematofos B12[®] por vía intramuscular (IM) de acuerdo a la posología indicada en el producto, con la idea de mejorar la regulación del ciclo estral de los animales.

3.6.3. ETAPA EXPERIMENTAL

La parte experimental del presente trabajo de investigación inició con la sincronización e inseminación en el grupo de vaquillas en ambos lugares con dos días de diferencia en el mes de julio del 2022, luego de dos semanas pasar a la sincronización e inseminación de las vacas culminando con la ecografía de ambos grupos en el mes de octubre del 2022.

Figura 6. Flujograma del estudio



Aplicación del protocolo de sincronización

El día 0 se puso 2mg de BE conjuntamente con un dispositivo intravaginal CIDR® impregnado con 1.9g de progesterona.

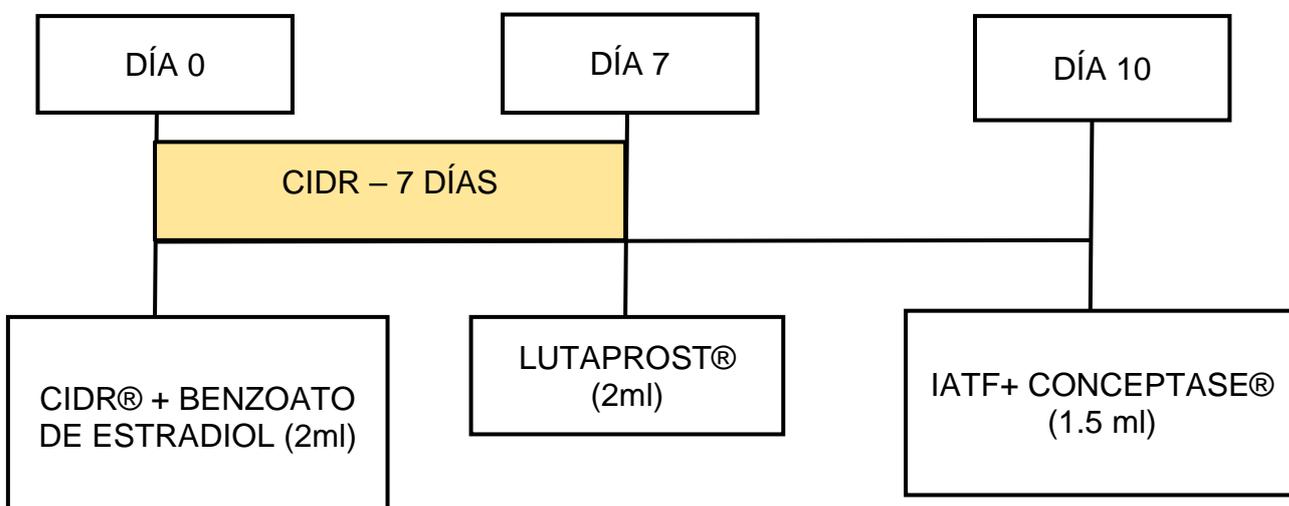
Para la colocación del CIDR® es necesario el uso de un aplicador intravaginal; el cual fue desinfectando antes y después de cada aplicación en un balde de agua con desinfectante para evitar cualquier tipo de infección y se lubricó con vaselina neutra para facilitar su entrada. Luego se administró por vía IM 2 ml de BE (Von Franken 100 mg de BE x 100 ml frasco), terminada la aplicación de cada animal se registró la hora exacta para tener consideración los demás días.

El día 7 se retiró el dispositivo y se administró PGF2 α .

Teniendo como referencia la hora de la colocación del BE del día 0 se retiró el CIDR® de manera lenta para no dañar internamente el aparato reproductor del animal luego se administró 2 ml de Lutaprost® (cloprostenol sódico 0.263 mg x 30 ml frasco) análogo de la prostaglandina (PGF2 α) por vía IM, para finalizar se marcó con crayón especializado para animales a nivel de la inserción de la cola.

El día 10 se procedió con la inseminación de los animales y la aplicación de 1.5 ml de Conceptase® (acetato de buserelina 0.0084 mg x 50 ml frasco) análogo a la GnRH.

Figura 7. Protocolo J-Synch modificado (Proestro extendido)



Evaluación de detección de celo

La observación fue el método utilizado para determinar el comportamiento sexual de las vacas y vaquillas. Esto se debió a que sus manifestaciones eran claramente visibles, como la aceptación de la monta entre hembras, la desaparición del marcaje en la cola (cuanto menos visible las marcas, más veces han sido montadas), el enrojecimiento de la vulva, el lamido y el olfateo en la zona de la vulva, y la aparición del moco cervical cristalino y viscoso

Pasado entre 15 a 18 horas de los primeros indicios de celo se procede a inseminar.

Inseminación artificial

Para la inseminación artificial a tiempo fijo de las vacas y vaquillas se empleó semen congelado de pajilla 0.5 ml., previamente sometido a una evaluación para cerciorar la calidad y motilidad siendo escogidos al azar del termo y descongelados para llevarlos al microscopio.

Se procedió a la IA primeramente teniendo sujeto al animal para luego poder descongelar la pajilla en un termo con agua en temperatura entre 35-37 °C durante 30 segundos, después sacarlo con una pinza y secarlo con un papel y hacer un movimiento de muñeca para llevar la burbuja hasta el extremo de la pajilla y cortar de forma recta el sello para luego cargarla a la pistola de inseminación.

Se inseminó de forma intracervical profunda pasando los 3 anillos, para luego inyectar 1.5 ml de Conceptase[®] análogo de la GnRH para estimular la función ovárica.

Evaluación de no retorno al celo.

Pasado aproximadamente 21 días de la IA se realizó otra detección de celo mediante la observación para anotar cuantas vacas retornaron a su ciclo estral, es decir que posiblemente no quedaron preñadas.

Diagnóstico de preñez

El diagnóstico de preñez se realizó a los 40 días después de la IA de cada grupo de vacas para determinar la tasa de preñez mediante las imágenes de la ultrasonografía transrectal usando el ecógrafo, con un transductor lineal a profundidad de 5.0 MHz, ubicándolo a nivel de los cuernos uterinos para observar el líquido del saco amniótico determinando la presencia de gestación o no.

3.6.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tasa de presencia de celo

Se determinó de forma porcentual tanto en vaquillas como en vacas en celo (se dejaron montar, menos visible la marca en la cola, secreción de moco cervical) sobre el número total de sincronizadas

$$Tasa\ de\ vaquillas\ en\ celo = \frac{\text{numero de vaquillas que entraron en celo}}{\text{numero de vaquillas que fueron sincronizadas}} \times 100$$

$$Tasa\ de\ vacas\ en\ celo = \frac{\text{numero de vacas que entraron en celo}}{\text{numero de vacas que fueron sincronizadas}} \times 100$$

Tasa de no retorno al celo

Se determinó por medio de la observación a los 21 días después de la IA que vacas y vaquillas volvieron a presentar celo.

Tasa de preñez

Se realizó por medio de la ecografía a los 40 días después de la IA con proporción porcentual entre las vacas y vaquillas diagnosticadas de forma positiva sobre el número total de inseminadas.

$$Tasa\ de\ preñez\ en\ vacas = \frac{numero\ de\ vacas\ preñadas}{numero\ de\ vacas\ inseminadas} \times 100$$

$$Tasa\ de\ preñez\ en\ vaquillas = \frac{numero\ de\ vaquillas\ preñadas}{numero\ de\ vaquillas\ inseminadas} \times 100$$

3.6.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

El análisis de significancia se realizó mediante la prueba de Chi cuadrado para evaluar la tasa de presencia de celo, tasa de no retorno y tasa de preñez

$$\chi_c^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

O_i : Observados en Vacas (vaquillas)

E_i : Esperados en Vacas (vaquillas)

Para el análisis de datos se utilizaron tablas cruzadas al ser variables dicotómicas, empleando el programa R versión 4.2.1

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Tasa de celo entre vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido.

De un total de 23 vacas, 11 presentaron celo representando un $47.8\% \pm 15.27\%$; por otra parte, de un total de 20 vaquillas, 13 presentaron celo representando un $65\% \pm 7.07\%$. Para la tasa de celo entre vacas y vaquillas no hubo diferencia significativa entre ($p > 0.05$), los mismos que se pueden observar en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Tasa de celo en vacas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido.

Presencia de celo	N	Porcentaje (%)	DS (%)	Valor P
NO	12	52.17	15.22	
SI	11	47.83	15.27	0.26
TOTAL	23			

Tabla 4. Tasa de celo en vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido.

Presencia de celo	N	Porcentaje (%)	DS (%)	Valor P
NO	7	35.00	7.07	
SI	13	65.00	7.07	0.26
TOTAL	20			

Los resultados de esta investigación son similares obtenidos a Ittig (2020), que obtuvo un 46.5 % de presencia de celo en vacas con una diferencia significativa entre el protocolo convencional ($p < 0.05$). Así mismo reportaron Huguenine; et al (2022), el porcentaje de celo fue mayor con un 60.5%, sin diferencia significativa ($p < 0.05$) en cuanto a la detección de celo en un grupo de vacas que fueron inseminadas a las 66 horas del mismo trabajo; pero si difirió con esta investigación.

En cuando a las vaquillas si se encontró diferencia con la investigación de Macagno; et al (2022) ya que tuvo como resultados el 90.3% de detección de celo en vaquillas, el cual no difirió con el grupo de vaquillas tratadas con el protocolo J-Synch. De igual forma Gamboa (2020), reporta un 90.0% de presencia de celo en comparación con el protocolo convencional que mostro un 100% de presencia de celo, posiblemente esto se debió a la aplicación de ECP al día siete conjuntamente con la remoción del dispositivo.

Comparando con las investigaciones de la bibliografía internacional existe la diferencia de porcentajes ya que se usó la hormona eCG la cual ayuda a nivel ovárico donde afecta de forma positiva al crecimiento y diámetro del FD, así como el aumento la tasa de ovulación y el área del CL (Núñez et al, 2020). Es decir que permite un mejor desarrollo folicular para el ciclo estral aumentando la estimulación del ovario y por ende mejores tasas de celo. Al contrario de esta investigación que no se usó eCG.

4.2. Tasa de no retorno a celo en un grupo de vacas y vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido

La tasa de animales que no retornaron al ciclo estral a los 21 días luego de ser inseminadas, de un total de 23 vacas, 19 no retornaron al ciclo representando un $82.6\% \pm 3.25\%$ mientras de un total de 20 vaquillas, 14 no entornaron siendo este un $70\% \pm 14.14\%$, donde no se encontró una diferencia estadística significativa ($p>0.05$) entre los grupos de vacas y vaquillas, esto se puede observar en las tablas 5 y 6

Tabla 5. Tasa de no retorno a celo en un grupo de vacas sincronizadas con un protocolo de IATF con proestro extendido

Retorno al celo	N	Porcentaje (%)	DS (%)	Valor P
NO	19	82.61	3.25	0.33
SI	4	17.40	3.25	
TOTAL	23			

Tabla 6. Tasa de no retorno a celo en un grupo vaquillas sincronizadas con un protocolo de IATF con Proestro extendido

Retorno al celo	N	Porcentaje (%)	DS (%)	Valor P
NO	14	70.00	14.14	0.33
SI	6	30.00	14.14	
TOTAL	20			

En el anexo 4 se muestra la lista de vacas inseminadas en Andahuaylillas donde se puede ver las que no retornaron al celo las cuales fueron 8 de 10 animales, donde solo llegaron a estar preñadas 4 el cual se puede deber a varios factores externos al trabajo realizado.

Según Diskin y Morris (2008), indican que una pérdida embrionaria ocurre los primeros días de la fecundación y la implantación del embrión (10-30%) que se puede atribuir a problemas relacionados al reconocimiento materno, distintos factores ya sea ambiental, alimenticio, enfermedad o estrés.

Alonso (2019), reportó una incidencia de pérdida embrionaria temprana de 16.9% en vaquillas, pero esto también varía al momento del diagnóstico de preñez.

Pohler; et al (2020) nos dice que las próximas tres semanas son fundamentales para el desarrollo del embrión ya que la preñez durante este periodo de tiempo puede determinarse indirectamente por la presencia de genes estimulados por el interferón dando falsos positivos, además los ganados de alta producción la pérdida de preñez entre los días 19 y 27 tienen un 20% de probabilidad, mientras que en ganado de carne tiene un 15%.

Ya que en esta etapa no se encuentra con un diagnóstico certero y práctico para evaluar las pérdidas embrionarias varía con el momento del diagnóstico, no se sabe los factores de riesgo en los primeros 28 días debido a la falta de un método de diagnóstico no invasivo.

4.3. Tasa de preñez en vacas y vaquillas sincronizadas con el protocolo de IATF con proestro extendido.

Del total de 23 vacas inseminadas con el protocolo de IATF con proestro extendido 9 dieron positivo a la preñez representando el $39.1\% \pm 1.13\%$, mientras que del grupo de 20 vaquilla 11 fueron preñadas significando esto un $55\% \pm 7.07\%$ donde no se encontró diferencia significativa ($p>0.05$) entre las vacas y vaquillas sincronizadas con el protocolo de IATF con proestro extendido, pero, si existió una tendencia a mejorarse la preñez en vaquillas que en vacas. Como se puede observar en las tablas 7 y 8.

Tabla 7. Tasa de preñez en vacas sincronizadas con el protocolo de IATF con proestro extendido

PREÑEZ	N	Porcentaje (%)	DS (%)	Valor P
NO	14	60.88		
SI	9	39.13	1.13	0.30
TOTAL	23			

Tabla 8. Tasa de preñez en vaquillas sincronizadas con el protocolo de IATF con proestro extendido

PREÑEZ	N	Porcentaje (%)	DS (%)	Valor P
NO	9	45.00		
SI	11	55.00	7.07	0.30
TOTAL	20			

Entre vaquillas que no retornaron al ciclo estral (14/20) y vaquillas preñadas (11/20) hay una ligera varianza ya que 3 vaquillas (21.4%) y en caso de las vacas se observa mayor cantidad de animales que no retornaron (19/23) pero solo fueron preñadas (9/23), siendo 10 vacas (52.63%) las que no llegaron a completar a la preñez.

Los resultados de esta investigación no coinciden con Gamboa (2020), ya que con respecto a vaquillas obtuvo un 25% de animales preñados con el protocolo de J-synch modificado el cual no difirió con el protocolo convencional 35%, pero si hubo diferencia con respecto al J-Synch 55%, la tasa de preñez no tuvo diferencia significativa ($p>0.05$). De igual forma Macagno; et al (2022) consiguió un 40% de preñez en vaquillas siendo ligeramente mayor a la del protocolo de J-Synch con un 31.1%, mas no tuvo una diferencia significativa a nivel estadístico ($p>0.2$). ambos datos reportados no concuerdan con esta investigación, en este sentido se puede decir que la diferencia del uso de eCG no influye en la eficacia a nivel de tasa de preñez.

Los resultados en vacas de la presente investigación son ligeramente similares a los datos reportados por Ittig (2020), que obtuvo un 41% de preñez del protocolo J-Synch modificado habiendo una diferencia numérica con el protocolo convencional con un 23% pero no se encontró una diferencia significativa ($p>0.05$). De la misma forma Huguenine; et al (2022) nos dice que la preñez final en vacas fue de un 46% teniendo diferencia significativa ($p<0.05$) en contra la preñez del grupo inseminado a las 66 h con un 56% de preñez final. Si bien los porcentajes son parecidos aún hay menor porcentaje en este trabajo y se puede deber al tipo de alimentación y/o manejo de los animales.

V. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, junto con los análisis de todos los factores llevaron a las siguientes conclusiones:

- La aplicación del protocolo J-Synch modificado no generó variación significativa entre vacas y vaquillas.
- La tasa de no retorno al celo no muestra diferencia significativa, pero si se observó una ligera diferencia numérica entre los grupos del protocolo de J-synch modificado.
- No se encontró diferencia estadística entre vacas y vaquillas en la tasa de preñez, ya que el tamaño de muestra fue limitado.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo analizado, las conclusiones y la literatura se recomienda:

- Hacer estudios que relacionen la tasa de celo con el desarrollo folicular y la resistencia eléctrica del moco cervical tratadas con el protocolo J-Synch modificado en vacas y vaquillas.
- Replicar el protocolo de proestro prolongado J-Synch modificado y aumentar el tamaño de muestra.
- Evaluar la pérdida de preñez temprana en vacas y vaquillas antes de los 60 días post I.A luego de la aplicación del protocolo de I.A.T.F. J-Synch.
- Propiciar convenios con la municipalidad y asociaciones de criadores de vacunos con la FAZ para capacitaciones y orientación en crianza de vacunos.
- El protocolo J-Synch modificado es replicable ya que tiene buenos resultados en vaquillas, más aún falta hacer estudios en vacas.

BIBLIOGRAFIA

- Ahmadzadeh, A., Gunn, D., Hall, J. & Glaze, J. (2015). Evaluation of treatment with a 5-day versus 7-day controlled internal drug-release insert on reproductive outcomes of beef heifers using a modified timed–artificial insemination protocol. *The Professional Animal Scientist*, 31(3), 270-277. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01378>
- Álava Cobeña, J. E. (2013). Evaluación de la hormona Coriónica equina para disminuir la muerte embrionaria en vacas (Bachelor's thesis, Calceta: Espam). <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/522>
- Alonso, E. R. (2019). pérdidas gestacionales en vaquillonas de primer servicio, relacionadas con un factor de stress, como son los arreos; en la zona de Loncopué, provincia de Neuquén, argentina (doctoral dissertation, universidad nacional de córdoba).
- Arthur, G. H.; Noakes, D. E., & Pearson, H. (1991). Reproducción y obstetricia Veterinaria. (6 ed.). Interamericana Madrid, España.
- Atuesta, J. & Diaz, A. G. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Spei Domus*, 7(14).
- Bo, G. (1998). Actualización del ciclo estral bovino. IV Jornadas Nacionales CABIA y I del Mercosur.
- Bó, G. A.; Baruselli P.S.; Martinez. M. F. (2003). Pattern and manipulation of follicular 70 development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78:307-326
- Bó, G. A.; Cutaia, L. & Bartolomé, J. (2011). Uso de la eCG asociado a programas reproductivos en vacas lecheras. In *Anales IX Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba (Argentina)* (pp. 139-144).
- Bó, G. A.; Cutaia, L.; Pérez, L. C.; Pincinato, D.; Maraña, D. & Baruselli, P. S. (2007). Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on

- reproductive performance of *Bos indicus* cattle. Society of Reproduction and Fertility supplement, 64, 223.
- Bó, G. A.; Cutaia, L.; Souza, A. H. & Baruselli, P. S. (2009). Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. *Taurus*. a. 11, (41)., 20-34.
- Bó, G. A.; De La Mata, J. J.; Baruselli, P. S; Menchaca. A. (2016). Alternative programs for synchronizing and re-synchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology* 86: 388-396.
- Bó, A. G., Tschopp, J. C., Macagno, A., Huguenine, E., Cedeño, A., De La Mata, J. & Menchaca, A. (2022). Actualización sobre los protocolos de proestro prolongado con estradiol y GnRH en ganado de carne y leche En 14 simposio internacional de reproducción animal-IRAC, día 2, 63-79
- Böhm, D. O. (2021). Protocolo de Sincronización de Celo e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en la Hembra Bovina (IATF). AGROCOLUN. <https://agrocolun.cl/protocolo-de-sincronizacion-de-celo-e-inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-en-la-hembra-bovina-iatf-2/>
- Bridges, G. A., Mussard, M. L., Burke, C. R., & Day, M. L. (2010). Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. *Animal reproduction science*, 117(3-4), 208-215. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.05.002>
- Cabrera, A. (2021). Efecto de la condición corporal al momento del servicio sobre la fertilidad de las vacas lecheras de crianza intensiva de Lima [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina
- Callejas, S. (2001). Fisiología del ciclo estral bovino. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.
- Cavestany, D. (2012). Inducción de celos e inseminación artificial en vacas de leche en anestro, una nueva aproximación a un viejo problema. *Jornada Técnica de Lechería*, 35.

- Cerri R.L., Rutigliano H.M., Chebel R.C., Santos J.E. (2009). Period of dominance of the ovulatory follicle influences embryo quality in lactating dairy cows. *Reproduction* 137:813-823.
- Cutaia. L. & Bó. G. A. (2006). Uso de la tecnología de IATF en rodeos lecheros. Publicado en internet, disponible en www.produccion-animal.com.ar
- Day, M. L. & Allen Bridges, G. (2015). Recientes avances en el uso del programa cidr co-synch de 5 días en ganado bovino para carne. Xi simposio internacional de reproducción animal- IRAC, 129-139.
- De La Mata, J. J. (2016). Prolongación del proestro y reducción del periodo de inserción del periodo de inserción del vaquillonas para carne inseminadas a tiempo fijo (Master's thesis). Córdoba. <https://bit.ly/2zynMuL>.
- De La Mata, J. J.; Menchaca, A. & Bó, G. A. (2015). Tratamientos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas para carne. In Resúmenes del XI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Pabellón Argentina, Córdoba. Resúmenes (pp. 143-157).
- Diskin, M. G; Morris, D. G. (2008). Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim* 43: 260-267. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x>
- Espinoza, M. R. (2010). Respuestas al protocolo Ovsynch mediante inseminación artificial en vacas de diferentes números de partos en el fundo La Colombina–Huancayo. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/2897>
- Figuroa Párraga, M. V. & Guadalupe Véliz, C. N. (2019). Dinámica folicular en receptoras de embriones bovinos sincronizadas con un J-SYNCH modificado y normal sobre los niveles hormonales (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Gamarra, S. & Villanueva Cabrera, P. C. (2014). Análisis-técnico económico de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (OVSYNCH) en comparación con celo detectado en vacas Holstein. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 75(1), 191-201.

- Gamboa, H. (2020). Evaluación de tres protocolos de sincronización para inseminación artificial a tiempo fijo en la respuesta reproductiva de vaquillas Senepol. Tesis de posgrado. ESPAM MFL
- García Melin , A. T. (2015). Evaluación de la eficiencia de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo aplicado al ganado bovino de carne perteneciente a la agricultura familiar campesina de la provincia de Melipilla. Tesis de posgrado Chile.
- Huguenine, E. & Bó, G. A. (2022). efecto del horario de IATF sobre las tasas de preñez en vacas con cría sincronizadas con el protocolo j – synch de 7 días en la zona centro oeste de Argentina. En 14 simposio internacional de reproducción animal- IRAC, Resúmenes, 27.
- INTAGRI, E. (Diciembre de 2018). INTAGRI. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/metodos-de-sincronizacion-de-celo-en-bovinos>
- Ittig, J. A. (2020). Comparación de dos protocolos de sincronización para IATF en vacas de carne con cría al pie en el norte de Santa Fe (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Córdoba).
- Lizarbe, L. (2013). "Respuesta del protocolo de sincronización Ovsynch y la IATF en vacas cruzadas de crianza extensiva, en los distritos de Los Morochucos y Chuschi. Ayacucho, 2012" [Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2923>
- López Abril, D. A. (2018). Anestro En Bovinos Revisión Bibliográfica (TFG). Universidad Cooperativa de Colombia Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia Villavicencio. http://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/5427/1/2018_anestro_bovinos_revision.pdf
- Macagno, A.; Ezenga, A. & Bó, G. A. (2022). Respuesta reproductiva en vaquillonas holstein utilizando protocolos de proestro prolongado e inseminadas con

semen sexado. En 14 simposio internacional de reproducción animal- IRAC, Resúmenes, 31.

Macmillan, K.; Gobikrushanth, M.; Sanz, A.; Bignell, D.; Boender, G.; Macrae, L.; Mapletoft, R. J. & Colazo, M. G. (2020). Comparison of the effects of two shortened timed-AI protocols on pregnancy per AI in beef cattle. *Theriogenology*, 142, 85-91.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.09.038>

Mapletoft, R. J.; Bó, G. A.; Baruselli, P. S.; Menchaca, A. & Sartori, R. (2018). Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. *Animal Reproduction*, 15(Suppl. 1), 1003–1014.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-ar2018-0007>

Mapletoft, R. J.; Colazo, M. G.; Martínez, M. F. & Kastelic, J. P. (2003). esters for synchronization of follicular wave emergence and ovulation in animals treated with progesterone releasing intravaginal devices. In *Proceedings of the V International Symposium of Animal Reproduction, IRAC: 27-29 June Córdoba, Argentina* (pp. 55-67).

Maquivar, M. & Day, M. L. (2011). Estrategias Nutricionales Y Hormonales Para La Inducción A La Pubertad En Novillas De Carne Y Su Impacto En La Fertilidad. In *9 Simposio Internacional de Reproducción Animal* (p. 43).

Marizancén Silva, M. A. & Artunduaga Pimentel, 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>

Mendes, G. (2018). Comparación de dos protocolos de sincronización de celos con proestro prolongado utilizando distintos inductores de ovulación en vaquillonas Aberdeen Angus (Doctoral dissertation, Tesis de maestría). IRAC Universidad Nacional de Córdoba).

- Mercado, J. (2015). Efecto del estradiol y el factor liberador de gonadotropinas sobre la dinámica folicular de vacas Holstein [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2140>
- MINAGRI. (2017). Plan nacional de desarrollo ganadero. Lima.
- Morales, J. T. & Cavestany, D. (2012). Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales. *Veterinaria*, Montevideo, 48(188), 3-11.
- Motta Delgado, P. A.; Ramos Cuéllar, N.; Gonzáles Sánchez, C. M. & Castro Rojas, E. C. (2016). Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. *Veterinária e Zootecnia*, 88-89.
- Navarro, L. M. (2020). Evaluacion Del Desempeño Reproductivo En Dos Categorías De Hembras Cruza Indica Con Protocolo Convencional Y J-Synch (Doctoral Dissertation, Universidad Nacional De Córdoba).
- Núñez, R.; Cuadro, B.; Bosolasco, B.; De Brun, B.; De La Mata, J.; Brochado, F.; Meikle, B.; Bó, G. & Menchaca, A. (2020). Efecto de la administración de gonadotropina coriónica equina (eCG) y la longitud del proestro sobre la respuesta ovárica, la funcionalidad uterina y la tasa de preñez en vaquillas inseminadas a una hora fija. *Revista Teriogenología* (151):16-17. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.031>
- Palma, G. A. & Gottfried, B. (2001). Biotecnologías de la Reproducción. En G. A. Palma, *Biotecnología de la Reproducción* (págs. 1-19). Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Pari Ramos, E. (2016). Evaluacion de tres protocolos para sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas mestizas en la comunidad Tucupí-Prov. Sud Yungas (Doctoral dissertation).
- Parra, J. C. L. (2017). Comparación de protocolos de IATF convencionales con un protocolo con proestro prolongado en vacas doble propósito en la Amazonía ecuatoriana (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Córdoba).
- Pohler, K. G., Reese, S. T., Franco, G. A., Oliveira Filho, R. V., Paiva, R., Fernandez, L., Melo, G. D., Vasconcelos, J. L. M., Cooke, R. & Poole, R. K. (2020). New

approaches to diagnose and target reproductive failure in cattle. *Animal Reproduction*, 17(3). <https://doi.org/10.1590/1984-3143-ar2020-0057>

Ramírez Conza, J. (2020). Evaluación del agente sexador bovino adicionado al semen congelado en dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brown Swiss en el distrito de Ocongate – Cusco (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5075/253T2020013_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Raso, M. & Esquel, T. I. (2012). Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). *Ganadería. Carpeta Técnica EEA Esquel* pág., 203-205.

Ré, M. (2018). Tratamientos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas de leche (Doctoral dissertation, Tesis de maestría). Universidad Nacional de Córdoba. <http://hdl.handle.net/11086/6733>

Ré, M. G.; Curchod, G.; Alessio, D.; Caccia, M.; De La Mata, J. & Bó, G. A. (2015). Tratamientos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas de leche. *Xi simposio internacional de reproducción animal- irac*, 159-165.

Rippe, C. A. (2009). El ciclo estral. In *Dairy Cattle Reproduction Conference* (pp. 111-116).

Rosero Vera, C. E. & Ferrín Giler, J. E. (2021). Valoración de los protocolos de proestro prolongado J-Synch sobre el ambiente uterino en vaquillas cruza cebú. *repositorio. espam*. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1611>

Ruales, S. & Carolina, E. (2015). Evaluación de diferentes protocolos de sincronización para inseminación artificial en bovinos holstein mestizos, en la parroquia Licto, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/5283>

Rusiñol, C. & Cavestany, D. (2011). Comparación de tres métodos de sincronización de celos y ovulaciones con y sin inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en

vaquillonas para carne. *Veterinaria* (Montevideo), 47(182), 23–28. Recuperado a partir de <https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/183>

Shearer, J. K. (1992). *Reproductive anatomy and physiology of dairy cattle*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS.

Soto C., H. E. (2001). Hemoparásitos en los procesos reproductivo. En: *Reproducción Bovina*. C. González-Stagnaro (Ed). Fundación Girarz, Maracaibo-Venezuela. Cap. XII: 171-186.

Suárez, A. (2015). Eficiencia de la inseminación artificial al primer servicio por la técnica transvaginal en hembras bovinas de la Hacienda el Prado. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/18363>

Vallejo Timarán, D. A.; Muñoz Rengifo, Y. A.; Chaves Velásquez, C. A.; Astaíza Martínez, J. M. & Benavides Melo, C. J. (2017). Sincronización de la ovulación en bovinos utilizando gonadotropina coriónica equina con amamantamiento restringido y sin este. *Revista de Medicina Veterinaria*, 35, 83–91. <https://doi.org/10.19052/mv.4391>

Vater, A.; Rodríguez Aguilar, S.; Loza, J.; Otero Illia, M.; Cabodevila, J. & Callejas, S. (2009). Efecto del manejo de vacas con cría durante la implementación de una IATF sobre la tasa de preñez. XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de vaquillas inseminadas en K'ayra

N°	ARETE	CARACTERÍSTICAS DEL ANIMAL			DETECCIÓN DE CELO	RAZA DE TORO	NOMBRE DE TORO	NO RETORNO	DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ
		RAZA	EDAD	C.C.					
M1	1691	Holstein	3 años	2.5	No	Holstein	Faraón	Si	Vacía
M2	1717	Holstein	2 años	2.5	Si	Holstein	Faraón	No	Preñada
M3	1731	Holstein	2 años	3.0	No	Holstein	Faraón	Si	Vacía
M4	1723	Holstein	2 años	2.5	No	Holstein	Faraón	No	Preñada
M5	1702	Holstein	3 años	3.5	Si	Holstein	Faraón	No	Preñada
M6	1712	Simhols	3 años	3.0	Si	Simmental	YAF	Si	Vacía
M7	1730	Hibrida	2 años y medio	2.5	Si	Holstein	Faraón	No	Preñada
M8	1739	Simbrown	3 años	2.0	Si	Simmental	Mr. Yaf	No	Vacía
M9	1742	Holstein	3 años	2.5	Si	Holstein	Faraón	No	Preñada
M10	1745	Brown Swiss	3 años	2.5	No	Brown Swiss	Ranger	Si	Vacía

Anexo 2. Lista de vacas inseminadas en K'ayra

N°	ARETE	CARACTERISTICAS DEL ANIMAL			DETECCION DE CELO	RAZA DE TORO	NOMBRE DE TORO	NO RETORNO	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ
		RAZA	EDAD	C.C.					
M1	1547	Hibrida	7 años	2.5	No	Brown Swiss	Ranger	No	Vacía
M2	1563	Holstein	7 años	2.5	No	Holstein	Giro	No	Preñada
M3	1535	Holstein	8 años	2.5	No	Holstein	Giro	No	Preñada
M4	1704	Simhol	3 años	3.0	No	Holstein	Giro	No	Vacía
M5	1660	Brown Swiss	4 años	3	Si	Brown Swiss	Ranger	No	Preñada
M6	1683	Holstein	4 años	3	Si	Holstein	Giro	No	Vacía
M7	1524	Holstein	8 años	2.5	Si	Holstein	Giro	Si	Vacía
M8	1590	Brown Swiss	6 años	2.5	No	Brown Swiss	Ranger	No	Preñada
M9	1654	Simhol	5 años	2.5	Si	Holstein	Giro	No	Vacía
M10	1698	Hibrida	3 años	3	No	Simmental	Mr. Yaf	No	Vacía
M11	1695	Holstein	3 años	3	No	Holstein	Giro	No	Preñada
M12	1699	Simbrown	3 años	2.5	No	Simmental	Mr. Yaf	Si	Vacía
M13	1625	Simhol	5 años	2.5	Si	Simmental	Mr. Yaf	No	Vacía

Anexo 3. Lista de vaquillas Inseminadas en Andahuaylillas

N°	ARETE	CARACTERISTICAS DEL ANIMAL			DETECCION DE CELO	RAZA DE TORO	NOMBRE DE TORO	NO RETORNO	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ
		RAZA	EDAD	C.C.					
M1	1921	Holstein	2 años y medio	2.5	Si	Angus	Treasure	No	Vacía
M2	1933	Simmental	2 años y medio	2.5	Si	Simmental	Patrice	No	Vacía
M3	1925	Holstein	2 años y medio	2.5	Si	Angus	Martini	Si	Vacía
M4	1907	Brown Swiss	3 años	2.5	No	Brown Swiss	Cadence	No	Preñada
M5	1904	Simmental	3 años	3.0	Si	Simmental	Thor	No	Preñada
M6	1928	Holstein	2 años y medio	3.0	No	Holstein	1028	No	Preñada
M7	2002	Brown Swiss	2 años	3.0	No	Brown Swiss	Richard	No	Preñada
M8	1914	Brown Swiss	3 años	3.0	Si	Brown Swiss	Richard	No	Preñada
M9	1912	Brown Swiss	3 años	2.5	Si	Brown Swiss	Lucky Chance	No	Preñada
M10	1934	Brown Swiss	2 años y medio	3.0	Si	Brown Swiss	Lucky Chance	Si	Vacía

Anexo 4. Lista de vacas inseminadas en Andahuaylillas

N°	ARETE	CARACTERISTICAS DEL ANIMAL			DETECCION DE CELO	RAZA DE TORO	NOMBRE DE TORO	NO RETORNO	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ
		RAZA	EDAD	C.C.					
M1	1613	Simhol	5 años	3.0	Si	Simmental	Thor	No	Vacía
M2	1629	Brown Swiss	4 años	3.0	Si	Brown Swiss	Lazer	No	Preñada
M3	1734	Brown Swiss	4 años	3.0	Si	Brown Swiss	Lazer	Si	Vacía
M4	1619	Brown Swiss	4 años	3.0	Si	Brown Swiss	Lazer	No	Vacía
M5	1524	Brown Swiss	5 años	2.5	No	Brown Swiss	Lazer	Si	Vacía
M6	1608	Holstein	3 años	3.0	Si	Brown Swiss	Lazer	No	Preñada
M7	1834	Simbrown	4 años	2.5	No	Brown Swiss	Lazer	No	Vacía
M8	1711	Holstein	5 años	2.5	No	Brown Swiss	Lazer	No	Preñada
M9	1835	Brown Swiss	7 años	3.0	Si	Brown Swiss	Lazer	No	Vacía
M10	1402	Brown Swiss	5 años	3.0	No	Simmental	Thor	No	Preñada

Anexo 5. Procesamiento de datos de presencia de celo

```
> CrossTable(datosk$CELO, datosk$TIPO, dnn = c("CELO", "TIPO"),
  expected = TRUE, format = "SPSS")
```

```
Cell Contents
-----|
                Count
Expected Values
Chi-square contribution
Row Percent
Column Percent
Total Percent
-----|
```

Total Observations in Table: 43

CELO	TIPO		Row Total
	VACA	VAQUILLA	
No	12	7	19
	10.163	8.837	
	0.332	0.382	
	63.158%	36.842%	44.186%
	52.174%	35.000%	
	27.907%	16.279%	
Si	11	13	24
	12.837	11.163	
	0.263	0.302	
	45.833%	54.167%	55.814%
	47.826%	65.000%	
	25.581%	30.233%	
Column Total	23	20	43
	53.488%	46.512%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

```
-----|
Chi^2 = 1.279381    d.f. = 1    p = 0.2580141
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
-----|
Chi^2 = 0.6777686    d.f. = 1    p = 0.4103561
```

```
Minimum expected frequency: 8.837209
```

Anexo 6. Procesamiento de datos de no retorno

```
> CrossTable(datosk$NO_RETORNO, datosk$TIPO, dnn =
c("NO_RETORNO", "TIPO"), expected = TRUE, format = "SPSS")
```

Cell Contents

```
-----|
|                Count |
| Expected Values      |
| Chi-square contribution |
| Row Percent          |
| Column Percent       |
| Total Percent        |
|-----|
```

Total Observations in Table: 43

NO_RETORNO	TIPO		Row Total
	VACA	VAQUILLA	
No	19	14	33
	17.651	15.349	
	0.103	0.119	
	57.576%	42.424%	76.744%
	82.609%	70.000%	
	44.186%	32.558%	
Si	4	6	10
	5.349	4.651	
	0.340	0.391	
	40.000%	60.000%	23.256%
	17.391%	30.000%	
	9.302%	13.953%	
Column Total	23	20	43
	53.488%	46.512%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

```
-----|
Chi^2 = 0.9529117    d.f. = 1    p = 0.3289792
Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction
```

```
-----|
Chi^2 = 0.3773831    d.f. = 1    p = 0.5390071
```

Minimum expected frequency: 4.651163

Cells with Expected Frequency < 5: 1 of 4 (25%)

Warning messages:

- 1: In `chisq.test(t, correct = TRUE, ...)` :
Chi-squared approximation may be incorrect
- 2: In `chisq.test(t, correct = FALSE, ...)` :
Chi-squared approximation may be incorrect

Anexo 7. Procesamiento de datos de preñez

```
> CrossTable(datosk$PRENEZ, datosk$TIPO, dnn = c("PRENEZ",
"TIPO"), expected = TRUE, format = "SPSS")
```

```
Cell Contents
-----|
                Count
Expected Values
Chi-square contribution
Row Percent
Column Percent
Total Percent
-----|
```

Total Observations in Table: 43

PRENEZ	TIPO		Row Total
	VACA	VAQUILLA	
PRENADA	9	11	20
	10.698	9.302	
	0.269	0.310	
	45.000%	55.000%	46.512%
	39.130%	55.000%	
	20.930%	25.581%	
VACIA	14	9	23
	12.302	10.698	
	0.234	0.269	
	60.870%	39.130%	53.488%
	60.870%	45.000%	
	32.558%	20.930%	
Column Total	23	20	43
	53.488%	46.512%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

```
-----|
Chi^2 = 1.082925    d.f. = 1    p = 0.2980441
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
-----|
Chi^2 = 0.5389733    d.f. = 1    p = 0.4628585
```

Minimum expected frequency: 9.302326

Anexo 8. Archivo fotográfico.



Fotografía 1. Ecografía de descarte en vacas



Fotografía 2. Animales seleccionados para la sincronización e inseminación



Fotografía 3. Aplicación de hormonas



Fotografía 4. Retiro del CIDR®



Fotografía 5. Presencia del moco cervical indicio del celo



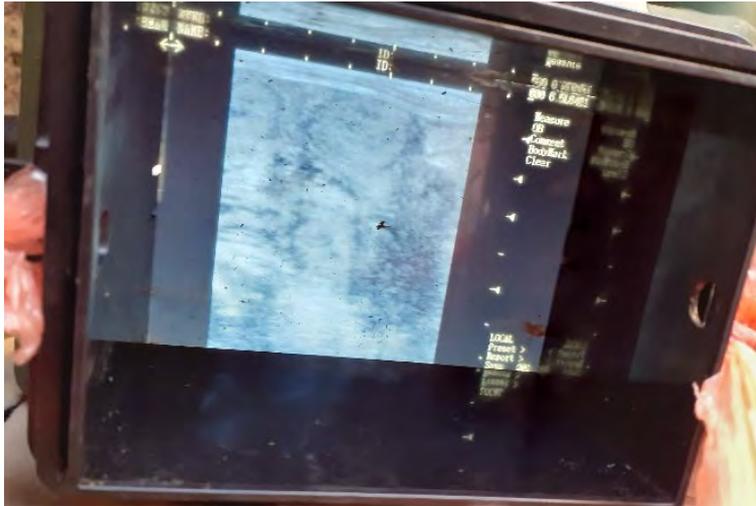
Fotografía 6. Instrumentos de inseminación artificial



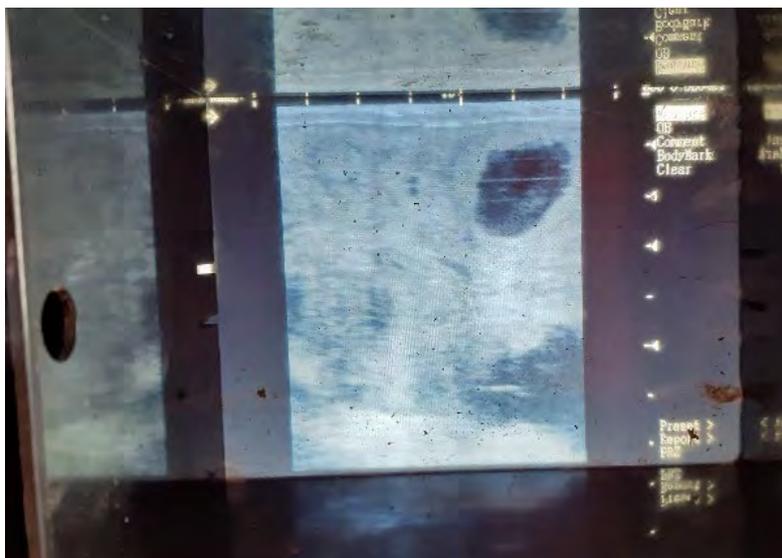
Fotografía 7. Inseminación en vacas



Fotografía 8. Inseminación en vaquillas



Fotografía 9. Ecografía de vaca vacía



Fotografía 10. Ecografía de vaca preñada