

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



TESIS

**UTILIZACION DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACION DE ESTRO
EN VAQUILLAS BROWN SWISS PARA LA EVALUACION DEL AGENTE
SEXADOR HEIFERPLUS EN EL DISTRITO DE OCONGATE-
QUISPICANCHI-CUSCO**

Presentado por:

Br. Frank Ronald Huallpa Rocca

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Asesores:

Ing. Zoot. Cesar Domingo Ordoñez Rodríguez.

Ing. Zoot. Climar Ruben Gonzales Condori.

Financiado por: Convenio ARES-UNSAAC

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN VAQUILLAS BROWN SWISS PARA LA EVALUACION DEL AGENTE SEXADOR HEIFERPLUS EN EL DISTRITO DE OCONGATE - QUISPICANCHI - CUSCO"

presentado por Frank Ronal Huallpa Rocca con DNI Nro.: 48264038 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Zootecnista

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	X
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 19 de Marzo de 2024

César D. Ordoñez Rodríguez

Firma

Post firma. César D. Ordoñez Rodríguez

Nro. de DNI. 23885311

ORCID del Asesor. 0000 0022 9554 565

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:338718065

NOMBRE DEL TRABAJO

UTILIZACION DE DOS PROTOCOLOS DE
SINCRONIZACION DE ESTRO EN VAQUIL
LAS BROWN SWISS PARA LA EVALUCIO
N

AUTOR

Frank Ronald Huallpa Rocca

RECUENTO DE PALABRAS

17761 Words

RECUENTO DE CARACTERES

97279 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

100 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

14.7MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 9, 2024 9:14 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 9, 2024 9:15 PM GMT-5

● 2% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 2% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



DEDICATORIA

A mi abuela Juana Luna Quispe, mi abuelo Nemesio Rocca Condori; con cariño, y las múltiples muestras de afecto, por ser autores y forjadores de mi destino.

Con infinita gratitud y cariño, a mis tíos Tomas Rocca Luna y Mario Rocca Luna por su apoyo, comprensión y cariño en todo momento.

Con cariño, aprecio y respeto a los seres que me dieron la vida Victoriano Huallpa Condori y Epifania Rocca Luna por todo vuestro apoyo a lo largo de mi formación profesional.

Con mucho amor y cariño, para mis ángeles que desde el cielo me guía Agripina y Mario Alcides Rocca Luna. Por guiarme incondicionalmente en esta etapa de formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al todopoderoso por brindarme vida, salud y posibilidades de vivir múltiples experiencias con varias personas y de posibilitar el cumplimiento de mis metas.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por ser mi centro de estudios y haberme brindado los saberes indispensables para mi crecimiento profesional.

A la Escuela Profesional de Zootecnia y los docentes de mi facultad, que compartieron conmigo sus saberes y experiencias durante mi estancia en las aulas de K'ayreñas en beneficio de mi desarrollo profesional.

A mis padres, mis hermanos, tíos y primos quienes me apoyaron y me enseñaron a cultivar valores y siempre tener los anhelos de superación.

Al Ing. Cesar Ordoñez Rodríguez, Asesor de tesis y de la vida, por su apoyo, consejos, motivación y conocimientos brindados sobre las técnicas de biotecnologías reproductivas hacia mi persona.

Al Ing. Climar Ruben Gonzales Condori, Asesor de tesis, por impartir su conocimiento en la etapa experimental.

Por la asistencia prestada a la Municipalidad Distrital de Ocongate y al equipo técnico que trabaja en el "Proyecto Vacunos" bajo la supervisión de la Subgerencia de Desarrollo Económico.

De manera especial a mis compañeros por brindarme su apoyo total, por sus ideas y por guiarme de la mejor manera en la elaboración de este trabajo: Henry Alan, Joel, Henry Justino, Guadalupe y Nilda.

Los Productores de Vacunos de Leche de las diferentes comunidades del distrito de Ocongate por los animales utilizados durante la etapa experimental.

Al Convenio Ares UNSAAC por hacer posible la realización del presente trabajo en mi lugar de origen Ocongate.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
GLOSARIO	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1 OBJETIVOS	3
2.1.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2.2 JUSTIFICACIÓN	3
III. HIPÓTESIS	5

3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	6
4.2. ORIGEN DEL GANADO BROWN SWISS	9
4.2.1. LA RAZA BROWN SWISS EN EL PERÚ	9
4.2.2. GANADERÍA BOVINA EN EL DISTRITO DE OCONGATE.....	10
4.3. LA NUTRICIÓN ASOCIADA A LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA.....	10
4.4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN LA REPRODUCCIÓN DE VACUNOS	11
4.4.1. PROTEÍNAS	11
4.4.2. VITAMINAS	12
4.4.3. ENERGÍA.....	13
4.4.4. MINERALES	14
4.5. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL BOVINO HEMBRA ...	19
4.5.1. OVARIOS.....	19
4.5.2. OVIDUCTOS.....	20
4.5.3. ÚTERO	20
4.5.4. CÉRVIX.....	20
4.5.5. VAGINA	21
4.5.6. VULVA.....	21
4.6. FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE GANADO BOVINO	21

4.6.1. CONTROL NEUROLÓGICO Y ENDOCRINOLÓGICO DEL CICLO ESTRAL.....	22
4.6.2. EL CICLO ESTRAL	24
4.6.3. DINÁMICA FOLICULAR EN BOVINOS	26
4.7. SINCRONIZACIÓN DE ESTRO	27
4.8. CONTROL Y SINCRONIZACIÓN DE CELO	28
4.9. DISPOSITIVO INTRAVAGINAL BOVINO SYNTEX-DIB®.....	28
4.10. CONDICIÓN CORPORAL EN VACUNO LECHERO (CC) Y SU IMPORTANCIA AL INICIO DEL SERVICIO Y SINCRONIZACIÓN DE CELO	28
4.11. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO	29
4.12. USO DE SEMEN SEXADO	31
4.13. SEXADO DE LA PROGENIE.....	32
4.14. HEIFERPLUS®.....	33
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	34
5.1. LUGAR DE ESTUDIO	34
5.1.1. UBICACIÓN	34
5.1.2. TOPOGRAFIA.....	35
5.1.3. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA.....	36
5.1.4. SUPERFICIE	37
5.2. MATERIALES Y EQUIPO	37
5.2.1. BIOLÓGICOS.....	37
5.2.2. PRODUCTOS HORMONALES	37

5.2.3.AGENTE SEXADOR	37
5.2.4.EQUIPOS INSTRUMENTALES PARA LA INSEMINACIÓN	
ARTIFICIAL	37
5.2.5.EQUIPOS Y MATERIALES PARA DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ Y	
SEXO	38
5.2.6.MATERIALES DE EVALUACIÓN DE SEMEN	38
5.2.7.EQUIPOS Y MATERIALES DE CAMPO	38
5.2.8.MATERIALES DE ESCRITORIO	39
5.3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	39
5.3.1.FASE PRE EXPERIMENTAL.....	39
5.3.2.FASE EXPERIMENTAL	41
5.3.3.PROTOCOLOS EMPLEADOS.....	41
5.3.4.DISTIBUCION DE TRATAMIENTOS	42
5.3.5.DETECCIÓN DE ESTRO	44
5.3.6.PROCESO ADICION DE HEIFERPLUS® AL SEMEN	45
5.3.7.DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ	46
5.4. VARIABLES EVALUADAS	46
5.4.1. PORCENTAJE DE DETECCION DE ESTRO.....	46
5.4.2. PORCENTAJE DE PREÑEZ	47
5.4.3. PORCENTAJE DE SEXO	47
5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	47
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48

6.1. PORCENTAJE DE DETECCION DE ESTRO O CELO.....	48
6.2. PORCENTAJE DE PREÑEZ ALCANZADO PRODUCTO DE LA ADICIÓN DE HEIFERPLUS®.....	49
6.3. PROPORCION DEL SEXO DE LOS TERNEROS OBTENIDO CON Y SIN LA ADICIÓN DE HEIFERPLUS®.....	51
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CONDICIÓN CORPORAL ESCALA DE 1 A 5 GRADOS.	30
TABLA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE OCONGATE	34
TABLA 3. ALTITUD DE COMUNIDADES	36
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE PARA LA SINCRONIZACIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN VAQUILLAS	43
TABLA 5. PORCENTAJE DE DETECCIÓN DE ESTRO EN VAQUILLAS USANDO LOS PROTOCOLOS PROPUESTOS.....	48
TABLA 6.PORCENTAJE DE PREÑEZ CON Y SIN LA ADICIÓN DEL AGENTE SEXADOR.....	49
TABLA 7. PREÑEZ TOTAL OBTENIDA	50
TABLA 8. PROPORCIÓN DEL SEXO DE LOS TERNEROS OBTENIDOS CON Y SIN HEIFERPLUS®.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. VACA DE RAZA BROWN SWISS EN EL DISTRITO DE OCONGATE	10
FIGURA 2. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL BOVINO HEMBRA	19
FIGURA 3. ESQUEMA DE LA CÉRVIX	21
FIGURA 4. ANATOMÍA DEL OVARIO	23
FIGURA 5. ANATOMÍA Y DESARROLLO FOLICULAR	24
FIGURA 6. ESQUEMA DEL CICLO ESTRAL DEL BOVINO	25
FIGURA 7. ONDA DE CRECIMIENTO FOLICULAR	27
FIGURA 8. ECOGRAFÍA DE SEXO	33
FIGURA 9. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	34
FIGURA 10. LÍMITES Y VÍAS DE ACCESO DE OCOANGATE	35
FIGURA 11. SENSIBILIZACIÓN A LOS PRODUCTORES	40
FIGURA 12. PROCESO DE SINCRONIZACIÓN DE CELO	42
FIGURA 13. LOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN PARA CADA GRUPO .	44
FIGURA 14. DESCONGELACIÓN DE PAJILLAS	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE PRESENCIA DE ESTRO OBTENIDOS DE LOS PROTOCOLOS EMPLEADOS (CO-SYNCH Y J-SYNCH).	67
ANEXO 2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE TAZA DE PREÑEZ OBTENIDOS DE LOS PROTOCOLOS EMPLEADOS (CON Y SIN LA ADICIÓN DE HEIFERPLUS). 69	
ANEXO 3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE TAZA DE PORCENTAJE DE SEXO OBTENIDOS DE LOS PROTOCOLOS EMPLEADOS (CON/ SIN ADICIÓN DE HEIFEPLUS).	71
ANEXO 4. LISTA BENEFICIARIOS Y NÚMERO DE VAQUILLAS, PROTOCOLO CO-SYNCH.	73
ANEXO 5. LISTA BENEFICIARIOS Y NÚMERO DE VAQUILLAS, PROTOCOLO J-SYNCH.	74
ANEXO 6. FOTOGRAFÍA DE MATERIALES PARA LA SINCRONIZACIÓN.	75
ANEXO 7. FOTOGRAFÍA DE EVALUACIÓN DE MOTILIDAD DE SEMEN.	75
ANEXO 8. FOTOGRAFÍA DE EQUIPOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.	76
ANEXO 9. FOTOGRAFÍA DE AGENTE SEXADOR.	76
ANEXO 10. FOTOGRAFÍA DE APLICACIÓN DE HORMONAS.	77
ANEXO 11. FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO DE ECOGRAFIA.	77
ANEXO 12. FOTOGRAFÍA DE DETERMINACIÓN DE SEXO CON ULTRASONOGRAFÍA.	78
ANEXO 13. FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO TÉCNICO EN EL TRABAJO DE TESIS. 78	
ANEXO 14. FOTOGRAFÍAS DE CRÍAS NACIDAS.	79
ANEXO 15. FOTOGRAFÍA DE CATÁLOGO DEL TORO POINT.	82

RESUMEN

La investigación fue realizada en las comunidades campesinas de Accocunca, Ccolca, Andamayo y Pinchimuro en el distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco de marzo a agosto del año 2019. Evaluados en porcentaje de estro, porcentaje de preñez y determinación de sexo, en dos protocolos de sincronización de estro, se emplearon 40 vaquillas de la raza Brown Swiss en condiciones ginecológicas óptimas y en condición corporal de 2.5 a 3.5 (escala de 1 a 5). En el protocolo CO-SYNCH (5 días): se utilizaron (n=20) se les colocó el DIB® con administración de 2.5 ml de GnRH el día 0 y el retiro de DIB® + 2 ml de PGF2 α + 400 UI de ECG aplicadas el día 5, se dividieron a los animales en dos grupos. Entre las 52 y las 70 horas siguientes del retiró del DIB® en el día 8, se llevó a cabo la IATF combinando HEIFERPLUS® con semen convencional y utilizando sólo semen convencional terminando con la administración de 2.5 ml de GnRH vía IM. Para el Protocolo J-SYNCH (6 días) (n=20) se inició con la aplicación de DIB más EB 2 mg, (día 6) retiro de DIB® y se aplicó 2ml PGF2 α + 300UI de ECG. Se realizó la IATF dividiendo a las vaquillas en dos grupos de n=10 adicionando HEIFERPLUS® al semen convencional y solo semen convencional a las 56 a 72 horas después de haber retirado el DIB® más 1.5 ml de GnRH (d 9). El protocolo de SC, CO-SYNCH (5 días) tuvo una tasa de presentación del comportamiento del estro del 85%, mientras que J-SYNCH (6 días) tuvo una tasa del 95%. Los grupos CO-SYNCH (5 días) y J-SYNCH (6 días) tuvieron tasas de preñez de 65% y 55%, respectivamente. El porcentaje de preñez fue del 69% en hembras que utilizaron el agente sexador HEIFERPLUS® y 45% en las hembras que no utilizaron el agente sexador HEIFERPLUS®. No habiendo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tratados ($p>0.05$) en la tasa de preñez ni en la proporción del sexo de las crías.

Palabra clave: Sincronización de estro, porcentaje de preñez, determinación de sexo.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the rural towns of Accocunca, Ccolca, Andamayo and Pinchimuro in the district of Ocongate, province of Quispicanchi, department of Cusco from March to August 2019. Evaluated in percentage of estrus, percentage of pregnancy and sex determination, in two estrus synchronization protocols, 40 Brown Swiss heifers were used in optimal gynecological conditions and in body condition of 2.5 to 3.5 (scale of 1 to 5).” In the CO-SYNCH protocol (5 days): DIB® was placed (n=20) with administration of 2.5 ml of GnRH on day 0 and withdrawal of DIB® + 2 ml of PGF2 α + 400 IU of ECG applied on day 5, the animals were divided into two groups. Between 52 and 70 hours following withdrawal of DIB® on day 8, IATF was carried out combining HEIFERPLUS® with conventional semen and using only conventional semen, culminating with the administration of 2.5 ml of GnRH via IM. For the J-SYNCH Protocol (6 days) (n=20) it began with the application of DIB plus EB 2 mg, (day 6) withdrawal of DIB® and 2 ml PGF2 α + 300 IU of ECG was applied. The IATF was performed by dividing the heifers into two groups of n=10, adding HEIFERPLUS® to conventional semen and only conventional semen at 56 to 72 hours after removing DIB® plus 1.5 ml of GnRH (d 9). The SC protocol, CO-SYNCH (5 days) had a rate of presentation of estrous behavior of 85%, while J-SYNCH (6 days) had a rate of 95%. The CO-SYNCH (5 days) and J-SYNCH (6 days) groups had pregnancy rates of 65% and 55%, respectively. The pregnancy percentage was 69% in females that used the HEIFERPLUS® sexing agent and 45% in females that did not use the HEIFERPLUS® sexing agent. There were no statistically significant differences between the treated groups ($p>0.05$) in the pregnancy rate or in the sex ratio of the offspring.

Keywords: Estrus synchronization, pregnancy percentage, sex determination.

GLOSARIO

DIB ®: Dispositivo intravaginal Bovino

EB: Benzoato de estradiol

ECG: Gonatropina coriónica equina

CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario

SC: Sincronización de celo

CC: Condición Corporal

Us: Ultrasonografía

P4: Progesterona

GnRH: Hormona liberadora de gonadotropina

H®: HEIFERPLUS®

PGF2 α : Prostaglandina

MHz: Megahertz

INTRODUCCIÓN

Según las estadísticas, el número de bovinos en Perú alcanzó los 5´037,499 de población en 2012. Esto representa un aumento del 14.7% con respecto a 1994 y del 35.3% con respecto a 1972. En mayor proporción, está compuesta por bovinos criollos que representan el 63.9%, seguidos por los pardos con el 17.6%, los Holstein con el 10.3% y los cebúes con el 3.4% de la totalidad de vacunos en el territorio peruano. La distribución geográfica de los bovinos muestra que el 73% se localiza en la región andina, mientras que el 12% y el 15% se ubica en la región costera y en la región amazónica, respectivamente. Por otro lado, la región del Cusco alcanzó una población de 396,392 entre las diferentes razas. (CENAGRO, 2012)

Para mejorar y optimizar las características reproductivas se investigan métodos o enfoques que impulsen la tendencia productiva de obtener un ternero/vaca/año. Para mejorar y agilizar el avance reproductivo y productivo de una explotación de vacas por razones económicas y genéticas, se están desarrollando procedimientos que incluyen la manipulación de los ciclos estrales, las inseminaciones artificiales a tiempo fijo, la transferencia de embriones in vivo e in vitro, la ultrasonografía y el uso de semen sexado (Mapletoft y Bo, 2013).

Los procedimientos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) están ahora ampliamente a disposición para ser empleadas en la industria cárnica y en la industria lechera. En las últimas dos décadas se ha establecido que se puede utilizar gametos masculino y femenino para inseminar novillas lecheras, pero el uso generalizado de gametos masculino y femenino se ha visto restringido debido a problemas reproductivos y a la necesidad de detectar el celo. Ahora, los espermatozoides sexados pueden utilizarse en tratamientos más sencillos y menos estresantes, lo que da lugar a tasas de concepción equiparables a las del semen tradicional no sexado (Bo *et al.*, 2018).

La inseminación artificial con semen sexado es una de las técnicas que aporta grandes ventajas facilitando el desarrollo de la mejora genética asimismo aumenta el número

de hembras nacidas destinadas a remplazo del hato. En la actualidad, la comercialización de semen sexado es recomendado para su uso en vaquillas previa identificación de un celo natural, dando como resultado grandes índices reproductivos. Sin embargo, también se han realizado estudios que empleen el semen sexado en protocolos de sincronización para IATF (Jimenez, 2023).

Uno de los objetivos más codiciados en la cría de animales ha sido durante mucho tiempo, poder lograr predeterminar el sexo de las crías. Basándose en los contenidos del material genético del esperma, la citometría de flujo se utiliza desde 1992 para diferenciar entre espermatozoides X e Y. Alrededor del 90% de las predicciones de sexo son precisas, y la frecuencia de terneros nacidos sanos es comparable a los resultados obtenidos al utilizar esperma normal (Oses *et al.*, 2009).

Quispicanchi es considerada una provincia ganadera, por el potencial ganadero del distrito de Ocongate, poseen buenas zonas de pastoreo que abarcan pisos desde medio hasta arriba, como la meseta de Lauramarca (Municipalidad Distrital de Ocongate, 2007).

La sincronización de protocolos en la reproducción bovina ha sido un medio fundamental para optimizar las eficiencias reproductivas en los hatos ganaderos. Estos protocolos buscan coordinar el ciclo reproductivo de las vacas y vaquillas, permitiendo una mayor concentración de celos y facilitando el empleo de técnicas como la inseminación artificial (IA); en este contexto, el agente sexador Heiferplus se presenta como una innovadora tecnología que ofrece la posibilidad de seleccionar el sexo de los futuros terneros, brindando a los productores ganaderos un mayor control sobre la composición del rebaño.

El agente sexador Heiferplus se integra en este proceso al ofrecer la posibilidad de seleccionar el sexo de los futuros terneros. Este avance tecnológico utiliza técnicas de separación de espermatozoides X e Y, permitiendo que los productores ganaderos puedan influir en el equilibrio de hembras y machos en el hato, esta capacidad de elegir el sexo de la descendencia ofrece beneficios estratégicos, especialmente en sistemas

de producción donde se busca optimizar la calidad y función específica de cada género en el rebaño.

La combinación de los protocolos de sincronización con la aplicación del agente sexador Heiferplus no solo mejora la eficiencia reproductiva, sino que también proporciona a los ganaderos una herramienta valiosa para la gestión genética de sus hatos. Este enfoque integral contribuye a maximizar la rentabilidad y sostenibilidad de las producciones ganaderas al influir en la composición del rebaño de una manera planificada y controlada.

Esta investigación tiene como propósito conocer la forma más efectiva de sincronizar el celo con una enzima de sexado (HIFERPLUS®), representada como un porcentaje de preñez. Se utilizaron 40 vaquillas de raza Brown Swiss (*Bos taurus*) distribuidas en las comunidades campesinas de Colcca, Accocunca, Andamayo y Pinchimuro del distrito de Ocongate.

I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En Cusco para los sistemas de producción de ganado vacuno lechero el aspecto de la fertilidad es una de las principales preocupaciones a nivel regional, debido al mal manejo reproductivo cuyo factor principal es la mala detección de celo, asociado a malos hábitos de manejo, sanidad, alimentación y mejoramiento genético. Dentro de las familias dedicadas a la ganadería en las comunidades del distrito de Ocongate, existen problemas similares, conllevando al bajo porcentajes de preñez, extender el periodo entre partos, probabilidad de obtener un 50% en el nacimiento de terneras, raro empleo del protocolo de sincronización de los celos para preñar o fecundar vacas y vaquillas. Últimamente, la utilización de material seminal sexado para la inseminación artificial de ganado lechero, ha generado gran interés a nivel local, por esta razón se busca emplear biotecnologías reproductivas haciendo que influya económicamente en la producción lechera, de manera que sea sustentable y sostenible a lo largo del proceso productivo.

El distrito de Ocongate, al enfrentar bajos índices reproductivos en vacunos, puede experimentar una serie de problemas que afectan directamente en una producción ganadera eficaz y rentable. La escasa aplicación de biotecnologías reproductivas podría contribuir a la problemática, debido a que la ausencia de tecnologías para la reproducción, como la inseminación artificial (IA) o sincronización de celos, puede llevar a una baja tasa de concepción; además, la falta de intervenciones precisas y programadas puede resultar en una menor eficiencia reproductiva.

Es por ello, que la escasa aplicación de técnicas reproductivas avanzadas puede resultar en una menores producciones cárnicas y lecheras, afectando directamente los ingresos y la sostenibilidad económica de los productores ganaderos.

Cabe resaltar, los escasos estudios acerca del agente sexador y sus beneficios podría ser un factor determinante, pues los ganaderos podrían no estar al tanto de cómo esta

tecnología puede mejorar la gestión de sus hatos y la rentabilidad de la producción, esto debido a la poca difusión del conocimiento del agente sexador y sus beneficios.

Por consiguiente, la falta de uso de biotecnologías para la selección del sexo, como el agente sexador Heiferplus, puede limitar la capacidad de los productores para gestionar estratégicamente la densidad del ganado.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Qué tan eficiente será utilizar el agente sexador HEIFERPLUS® en los protocolos de sincronización de estro CO-SYNCH (05 días) y J-SYNCH (06 días) en vaquillas Brown Swiss en el distrito de Ocongate?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál será el porcentaje de estro entre los protocolos de sincronización empleados?

¿Cuál será el porcentaje de preñez en los protocolos de sincronización de estro con y sin la adición del agente sexador HEIFERPLUS®?

¿Existirá variación en la proporción de hembras y machos producto de las inseminaciones realizadas con y sin el uso del agente sexador HEIFERPLUS®?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia del agente sexador HEIFERPLUS® en dos protocolos de sincronización de estro CO-SYNCH (05 días) y J-SYNCH (06 días) para la inseminación artificial a tiempo fijo de vaquillas Brown Swiss en el distrito de Ocongate-Quispicanchi-Cusco.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Evaluar el porcentaje de estro entre los dos protocolos de sincronización empleados.
- b. Determinar el porcentaje de preñez alcanzada producto de la adición del agente sexador HEIFERPLUS® en los protocolos empleados.
- c. Determinar el porcentaje de sexo fetal obtenido con las inseminaciones realizadas con y sin la adición de HEIFERPLUS®

2.2. JUSTIFICACIÓN

Para la mejora de rendimientos económicos y de producción de las actividades en las explotaciones lecheras, por ejemplo, el ternero macho posee poco valor zootécnico. Asimismo, debido a un mayor potencial productivo, el ternero macho es el sexo preferido en las explotaciones de carne. A lo largo del tiempo se han realizado muchos estudios de investigación a fin de pronosticar y/o influir en el equilibrio de sexos de los terneros. Hoy en día la tecnología ha contribuido con equipos que facilitan la reproducción animal, así como la citometría de flujo se utiliza para apartar los espermatozoides Y de los X, lo que se consigue gracias a las variaciones en los contenidos del material genético del esperma (los X tienen alrededor de un 4% más de ADN que los Y (Bo *et al.*, 2018).

Estos protocolos permiten concentrar los ciclos reproductivos de las vacas, facilitando la programación de técnicas como la inseminación artificial. Esto puede mejorar significativamente la eficiencia reproductiva al reducir el tiempo que las vacas permanecen en estro y aumentar la tasa de concepción. La aplicación del agente sexador Heiferplus en conjunción con estos métodos posibilitan la mejora de las capacidades de seleccionar el sexo de la descendencia y optimizar la genética del hato.

El agente sexador ofrece una herramienta valiosa para la gestión reproductiva de los vacunos, permitiendo a los productores tener un mayor control sobre la composición y dirección de su hato. La capacidad de seleccionar el sexo de la descendencia brinda beneficios significativos que pueden tener un impacto positivo tanto en la eficiencia productiva como en la rentabilidad de la producción ganadera.

Este trabajo de investigación pretende evaluar la eficiencia reproductiva, junto con programas de mejora genética y el uso de tecnología como la sincronización de celos, deben ser elementos que contribuyan a mejorar los niveles de reproducción de las vacas, la calidad genética y la rentabilidad en el distrito. Es por ello que se ha gestado este estudio, a fin de utilizar dos protocolos de sincronización de estro en vaquillas Brown Swiss para la evaluación del agente sexador HEIFERPLUS® en el distrito Ocongate.

III. HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El uso de agente sexador HEIFERPLUS® mejora la tasa de preñez de vaquillas Brown Swiss sincronizadas con protocolos CO-SYNCH (5 días) y J-SYNCH (6 días) permitiendo además obtener una mayor proporción de terneras.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Flores *et al.*, (2013) compararon el efecto del benzoato estradiol (BE) o GnRH en vaquillas sincronizadas con prostaglandina y progesterona, encontró que el porcentaje de celo fue superior ($p < 0.05$) en el T1 (CIDR por siete días y 2 mg de BE en el día 0) que mostraron el 100% de vaquillas en celo, en contraste con el T2 (CIDR® por siete días y 100 µg de GnRH en el día 0) que solo logró $60.8 \pm 10.1\%$. Por lo tanto, el empleo de BE aumentó los porcentajes de vaquillas en celo sin afectar la fertilidad.

Ochoa, (2019) al evaluar el protocolo CO-Synch, en vacas lecheras Holstein Friesian en lactación en zonas ecuatorianas, retiró la fuente de P4 en el día 04 y 05, obteniendo 46.9% (52/111) y 37.6 % (41/109) de respuesta de celo correspondientemente, no pudiendo registrar correspondencia en las aproximaciones estadísticas.

Yañez *et al.*, (2021) en su trabajo compararon emplearon el método J-Synch (dispositivo P4 por 06 días) con y sin ECG para sincronizar la ovulación en vacas Brown Swiss y sus cruza (*Bos Indicus*) y facilitar la inseminación artificial programada. En el análisis del método J-Synch utilizando registros de ECG (T1 y T2), se observó una tasa de éxito del 52.1% (124 de 238 casos), mientras que en el grupo tratado con J-Synch sin registros de ECG (T3 y T4) se obtuvo una tasa de éxito del 50% (106 de 210 casos), no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$).

Sánchez, (2023) evaluó un protocolo J-Synch modificado (pro celo extendido), basado en la aplicación de BE en el día 0 y CIDR por 7 días, luego del retiro de la fuente de P4, se administró 2 ml de PGF2a en vacas y vaquillas. Los resultados indican que para las vaquillas sincronizadas la tasa de celo fue de $65\% \pm 7.07\%$ y $47.8\% \pm 15.27\%$ en vacas, donde no se demostraron correspondencias de significancia entre los grupos evaluados.

Kasimanickam *et al.*, (2015) emplearon un protocolo Co-Synch basado en progesterona, que consistía en aplicar una inyección de PGF2a quitando el CIDR® al

quinto día; luego, dividieron a las novillas en dos grupos: uno que recibió GnRH al insertar y retirar el CIDR, y otro que solo recibió GnRH al retirar el CIDR®. Dentro de cada grupo, también hubo dos subgrupos: uno que recibió la dosis única dePGF2a, y otro que recibió dos dosis con 12 horas de diferencia. Se logró observar un contraste con significancia en la tasa de preñez entre grupos. Las novillas de carne que recibieron GnRH + 1PGF + GnRH o GnRH + 2PGF + GnRH tuvieron una tasa de preñez del 58.3%, mientras que las novillas lecheras que recibieron GnRH + 2PGF + GnRH tuvieron una tasa de preñez del 54.5%. Los autores concluyeron que la administración de GnRH al insertar el CIDR® es beneficiosa para las novillas de carne, pero no para las novillas lecheras, a fin de establecer una mejora en los efectos de la IA en la preñez con el CIDR® de 5 días.

Con el transcurso del tiempo se fueron desarrollando procesos de sincronización del celo a través de la investigación científica para permitir la inseminación artificial (IA) en las vacas lecheras y beneficiarse de las ventajas reproductivas y productivas que estas tecnologías ofrecen en este momento (Bridges y Allen, 2015).

Martínez *et al.*, (2002) hicieron una evaluación de los efectos de dos progestágenos y tres protocolos sobre el desarrollo folicular y la manifestación del estro en novillas. Los resultados mostraron que el uso de benzoato de estradiol (BE) como inductor del estro aumentó significativamente ($p < 0.05$) la tasa de celo (92%) en comparación con el uso de GnRH y pLH (mezcladas) y un dispositivo CIDR-B® (62.9%) o MGA (34.3%). Asimismo, hay un índice superior de preñez en las novillas tratadas con progesterona (P4) + BE (62.5%) y P4 + GnRH (67.2%).

Ramírez (2020) usó dos protocolos de IA a tiempo fijo en vacas Brown Swiss; los protocolos fueron BE y cipionato de estradiol (CPE), con o sin el agente sexador en ambos casos. Los resultados mostraron que el porcentaje de celo fue similar para ambos protocolos (95.83% para BE y 91.67% para CPE), pero el logro de la preñez fue mayor para BE (54%) que para CPE (42%). El uso del agente sexador no afectó la proporción de preñez, que fue del 50% para BE y 46% para el CPE, con o sin HEIFERPLUS®. Sin embargo, el agente sexador sí influyó en la tasa de sexo de las

crías, siendo mayor la presencia de hembras con HEIFERPLUS® (67%) que sin él (45%); no hubo disparidades de significancia para dichos protocolos.

Díaz (2016) evaluó el efecto de HEIFERPLUS®, un producto que permite aumentar la probabilidad de obtener terneras, sobre la fertilidad y el sexo de la descendencia de vacas y vaquillas. Se utilizaron dos tratamientos: T0 (inseminación artificial con semen convencional) y T1 (inseminación artificial con semen convencional más HEIFERPLUS®). Los resultados mostraron que el índice para la concepción tuvo una similitud para ambos casos (85% para T1 y 65% para T0), sin diferencias significativas. Sin embargo, el porcentaje de nacimiento de terneras fue mayor en el tratamiento T1 (80%) que en el tratamiento T0 (50%), no hubo significancia estadística de significancia.

Cutiri, (2022) comparó el empleo de semen sexado, convencional y con HEIFERPLUS®, mediante inseminación artificial, previo diagnóstico de celo natural en vacunos de la raza Brown Swiss, estudio realizado en zonas comunales en Ocongote. Las aproximaciones resultantes muestran una tasa de preñez con SS fue de 75%, con SCH fue 70% y con SC fue del 80%, no hubo un contraste significativo. Así mismo se observó que los índices de crías hembras representó para el material seminal sexado un 93.33% (14/15), en tanto empleando el material seminal convencional más el HEIFERPLUS® se obtuvo un 78.57% hembras (10/13), ambos resultados estadísticamente similares. Por último, para solo semen convencional se reportó un 56.25% (10/17), con similitudes al HEIFERPLUS® aunque inferior al empleado al material seminal sexado.

Desde la prehistoria, los ganaderos de vacas lecheras pretenden un mecanismo para la predicción de los sexos de la futura progenie del rebaño. Esto es especialmente cierto si tenemos en cuenta el valor económico de la sustitución de las hembras en comparación a los machos (Macedo *et al.*, 2013).

En esta situación, la tendencia global en la cría de vacas lecheras es la de criar vaquillas a un buen tiempo y edad para que optimicen la producción de leche,

minimizando las complicaciones del parto. Dado que las novillas con buenas condiciones pueden parir con seguridad a los dos años de edad, la primera fecundación debería situarse a los 13 y los 15 meses (Ferguson, 1995).

4.2. ORIGEN DEL GANADO BROWN SWISS

Su origen es en los Alpes Suizos, esta raza cuenta con una adaptación favorable a altitudes y climas cálidos o fríos, tiene una capacidad única para producir leche con altos porcentajes lipídicos y proteicos a diferencia de otras razas productoras de leche. Los ejemplares traídos al Perú de esta raza provienen de Europa y son principalmente en las producciones cárnicas y lecheras, a diferencia del origen norteamericano donde se trabajó en la distinción de caracteres exclusivamente basados en la producción y temperamento lechero (Amable, 2014).

4.2.1. LA RAZA BROWN SWISS EN EL PERÚ

Los bovinos que pertenecen a esta raza se pueden encontrar a partir de los niveles de mar a los 4,000 msnm. Su rusticidad, temperamento y capacidades para adaptarse a varias técnicas de cría la han convertido en una de las razas elegidas por los productores de leche, con un aproximado de 1.5 millones de animales. Su temperamento y capacidad de adaptación a diversas técnicas de crianza la han convertido en una de las razas elegidas por los productores de leche y en una fuente esencial de material genético para todo el mundo (Asociación Brown Swiss del Perú, 2016).

El Brown Swiss ha ganado aceptación, hasta el punto de que ahora predomina entre las familias rurales, gracias a las propuestas de varias agencias estatales de desarrollo en medios rurales; estas demandas se deben a la facilidad de manejo y adaptabilidad, que es mejor a las demás especies de las zonas de los Andes (Suarez, 2015).

4.2.2. GANADERÍA BOVINA EN EL DISTRITO DE OCONGATE

Los asentamientos de Ccolcca, Yanama y Lauramarca son los que más leche producen, con una media superior a 4 litros por cada ejemplar al día. Sin embargo, la producción de leche de algunos animales puede superar los 16 litros por vaca al día (Municipalidad Distrital de Ocongate, 2007).



Figura 1. Vaca de raza Brown Swiss en el distrito de Ocongate

4.3. LA NUTRICIÓN ASOCIADA A LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

La insuficiencia alimentaria en terneras podría perjudicar su eficacia reproductiva en el futuro. Esto afecta en primer lugar su crecimiento corporal, lo que resulta en un retraso en el rango etario para la pubertad y para que se formen los elementos foliculares en el medio ovárico. Cuando hay un desequilibrio de la energía, es decir la escases de esta en la distribución de la dieta, se reduce la producción de la hormona luteinizante (LH), lo que a su vez disminuye las secreciones de IGF-1 y las concentraciones de azúcar en la sangre. Este proceso limita el desarrollo del folículo dominante, su maduración y su capacidad para ovular. En última instancia, esto causa retrasos en la pubertad de las terneras o inducir un estado de anestro (INTAGRI, 2019).

El GnRH se asocia significativamente a la alimentación disminuyendo su presencia en aquellos que se encuentran en estado de desnutrición (Wade y Jones, 2004). No obstante, no hay estudios destacables que establezcan la dinámica metabólica cuando los ejemplares están desnutridos; en ese entender, se estudiaron diferentes indicadores metabólicos, como son: ácidos grasos volátiles, la glucosa, ácidos grasos no esterificados y algunos aminoácidos. Asimismo, se relacionaron los elementos endocrinos con el proceso reproductivo, de la misma forma: las hormonas del crecimiento asociadas a la insulina (IGF-I), la colesistoquinina, el neuropéptido Y (NPY), la insulina y los péptidos opioides endógenos (Keisler y Lucy, 2011).

La nutrición desempeña un papel fundamental en determinar la efectividad de los métodos de reproducción de ganado. Es esencial que el ganado mantenga una condición corporal óptima, lo que implica niveles adecuados de materia seca en su alimentación, así como una adecuada ingesta de minerales, proteínas y vitaminas, que son especialmente importantes. (Rasby y Deutscher, 2000)

4.4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN LA REPRODUCCIÓN DE VACUNOS

4.4.1. PROTEÍNAS

La leptina es una hormona adicional que ejerce influencia sobre la fisiología reproductiva y está vinculada con la cantidad de tejido adiposo disponible (Blache et al., 2000). En diversos animales, la leptina se produce y libera en el torrente sanguíneo, alcanzando posteriormente el líquido cefalorraquídeo y, finalmente, los núcleos hipotalámicos, que podrían causar ausencia de apetito y regular la secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) (Blache y Bickell, 2011).

Los niveles proteicos en la alimentación de los animales son importantes para la fertilidad de vacas y novillas. Si los animales tienen una baja ingesta de proteína por un periodo prolongado, esto puede reducir su actividad reproductiva y ocasionarles un estado de anestro (Olmedo, 2020).

Para que los folículos se desarrollen correctamente, se necesitan niveles adecuados de proteína; Investigaciones han documentado una reducción del 29% en la expresión de celo, junto con un retraso de 11 días en el inicio de los celos, al comparar una dieta con un contenido de proteína del 7.7% con otra que contenía un 22.5% de proteína. Además, se observó una disminución en el índice de concepción en el primer servicio. En consecuencia, se vincula la alimentación con bajos niveles de proteína a la muerte temprana de embriones (Bach y España, 2002).

4.4.2. VITAMINAS

a. Vitamina E (Tocoferol)

La vitamina E se absorbe mediante la micela y se transporta por el torrente sanguíneo como lipoproteína a los distintos órganos y tejidos, donde es almacenado de manera eficiente; cuando hembras se alimentan con niveles apropiados de la vitamina durante la gestación y lactancia; generando que las crías puedan nacer con reservas suficientes y almacenan las cantidades adicionales que les proporciona la leche materna (Shimada, 2009).

b. Vitamina B12 (Cianocobalamina)

La vitamina B12 es fundamental para algunos procesos relacionados a la sangre y el funcionamiento del SNC, así como para el metabolismo adecuado de los carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos que intervienen en el crecimiento fetal; a falta de esta vitamina puede provocar daños irreversibles en el SNC, alteraciones en la formación de la sangre y mayor riesgo de abortos espontáneos (Campos y Hernández, 2008).

c. Vitamina A

Es un compuesto vitamínico liposoluble fundamental para la función reproductiva, esta vitamina ayuda a mantener funciones celulares epiteliales del cuerpo, que incluyen las del endometrio. También, participa en el crecimiento, la reproducción y el desarrollo

embrionario, ya que protege los epitelios de la mucosa tubarica, uterina y vaginal, incrementando su defensa contra las infecciones que causan metritis; asimismo, es esencial para los cambios histológicos que ocurren en la mucosa durante las fases del ciclo estral; su falta puede causar la muerte embrionaria, aborto, terneros débiles al nacimiento y retención de placenta, esto se debe a que regula la permeabilidad de las membranas fetales, evitando el paso excesivo de líquidos y gases. A su vez, interviene en la formación de los óvulos y el epitelio germinal. Cuando hay deficiencia de esta vitamina se produce una atresia ovárica y una degeneración del epitelio germinal, lo que dificulta la fecundación; de igual manera, se pueden generar edemas que provocan la muerte o el nacimiento prematuro de los terneros (natimortos), lo que conlleva una retención de placenta posterior (Campos y Hernández, 2008).

La carencia de vitamina A puede provocar alteraciones en el ciclo estral, la fertilidad y el desarrollo de los fetos. Su fuente principal son los B-carotenos, que se encuentran en los forrajes verdes y se convierten en retinol en el hígado. Los B-carotenos también influyen en la síntesis de hormonas ováricas, como el β -estradiol, que regula la ovulación y la implantación. Por lo tanto, es importante asegurar un aporte adecuado de vitamina A, en las vacas, especialmente en épocas de escasez de pasto o de estrés ambiental. La suplementación con vitamina A es una medida preventiva que puede mejorar el rendimiento reproductivo de las vacas, siempre que se respeten las dosis recomendadas y se evite la sobredosificación, que puede ser tóxica. (Dinskin *et al.*, 2003).

4.4.3. ENERGÍA

Estos elementos son importantes en la dieta para las vacas, ya que pueden afectar la reproducción de manera positiva. Algunos procesos en los que los ácidos grasos pueden mejorar el proceso productivo son: aumentar el balance energético, proveer precursores para la síntesis de hormonas esteroideas y prostaglandinas, y modificar el folículo ovárico y el cuerpo lúteo. Existen diferentes fuentes de grasa que se pueden utilizar en las dietas de las vacas, como los aceites vegetales y la grasa animal. Los aceites vegetales contienen ácidos grasos poliinsaturados como el oleico C18:1 y el

linoleico C18:2n6, mientras que la grasa animal contiene ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga como el EPA (C20:5) y el DHA (C22:6). Estos ácidos grasos poliinsaturados son los que tienen mayor efecto sobre la función reproductiva (Ambrose y Kastelic, 2003).

Suplementar con elementos lipídicos a las vacas lecheras puede mejorar el desarrollo folicular y la ovulación al favorecer el balance energético positivo; varios estudios han evidenciado aumento en las cantidades y/o el diámetro folicular de la ovulación en vacas que recibieron sales de calcio y ácidos grasos de cadena larga como fuente de grasa, estas aproximaciones demuestran que la grasa tiene efectos en las funciones reproductivas de estas vacas (Mattos *et al.*, 2000).

La suplementación con sales de calcio y ácidos grasos de cadena larga incrementa los niveles séricos de colesterol, HDL y progesterona, por lo cual se sugiere que los nutrientes son efectivos para la reproducción de las vacas (Sartori, 2009).

4.4.4. MINERALES

La deficiencia de minerales afecta la reproducción de las vacas lecheras de varias maneras. Por ejemplo, puede provocar retención de membranas fetales, aborto y síndrome del becerro débil; estos problemas se deben a que la falta de selenio y yodo altera el funcionamiento de la placenta, el metabolismo del calcio y la salud uterina (González, 2021). Los principales microminerales de son:

a. Calcio

La deficiencia de calcio es una causa frecuente de trastornos reproductivos en las vacas durante el período periparto; el desequilibrio entre el calcio y el fósforo afecta la función de la glándula pituitaria, que regula la actividad ovárica, esto puede provocar retrasos al comienzo del celo y la ovulación, así como problemas en la involución uterina, la expulsión de la placenta y el prolapso uterino. Además, la hipocalcemia se relaciona con el anestro o ausencia de ciclos estrales. Por otro lado, el exceso de calcio también puede perjudicar la reproducción al interferir con la absorción de otros

minerales esenciales como el fósforo, el manganeso, el zinc y el cobre; se recomienda mantener una proporción (Ca: P) entre 1.5: 1 y 2.5: 1 en vacas que están lactando, a fin de evitar estos problemas (Guoyao, 2018).

b. Fósforo

El fósforo es un mineral fundamental para los procesos reproductivos de las vacas, ya que participa en el funcionamiento de los ovarios; cuando hay una deficiencia de fósforo en la dieta, se puede producir un retraso en la pubertad y una baja fertilidad. Un estudio de campo demostró que las vaquillas que consumían menos del 80% de lo necesario de fósforo tenían cantidades séricas bajas de este mineral y necesitaban más servicios por concepción (3.7) que las que recibían una suplementación adecuada (1.3). En algunos casos, se observó una mejora en la respuesta reproductiva al aumentar la suplementación con fósforo hasta el 0.5% o el 0.6% de la dieta (Kumar *et al.*, 2011).

c. Sodio y potasio

La correspondencia del sodio y el potasio con la reproducción en animales es indirecta, pero importante. El sodio es fundamental para metabolizar el material proteico y la energía, que son esenciales en procesos de reproducción convencional. El potasio es vital para el mantenimiento de la fuerza muscular, que influye en la capacidad reproductiva de las hembras al afectar el funcionamiento del tracto genital; la falta de estos elementos puede causar problemas reproductivos en los animales. (Kumar *et al.*, 2011)

Según un estudio, el suministro de una dieta con un alto contenido de potasio (5% en base a la materia seca) puede tener efectos negativos sobre la reproducción de las vaquillas; entre estos efectos se encuentran el retraso de la pubertad, la alteración del ciclo ovárico, el deterioro del cuerpo lúteo y aumento de anestro (Yasoithai, 2014).

d. Magnesio

La función reproductiva de los animales puede verse afectada por el equilibrio de Ca-P-Mg en el organismo, ya que el magnesio se asocia con el calcio y participa en diversos procesos fisiológicos; cuando hay una deficiencia de magnesio, se puede producir una disminución del apetito y, por consiguiente, una reducción de la eficiencia reproductiva (Guoyao, 2018)

e. Cobre

Es un micromineral importante en el funcionamiento de muchos sistemas enzimáticos, especialmente los relacionados con la reproducción. Su deficiencia puede causar problemas reproductivos como muerte embrionaria, retención y necrosis de placenta, y baja fertilidad por estro retrasado o silencioso; el cobre también influye en el metabolismo de los esteroides, que regulan el comportamiento reproductivo (Yasothai, 2014)

La falta de cobre y cobalto afecta la reproducción de los animales, tanto hembras como machos. Las hembras presentan retraso en la pubertad, calores irregulares y baja tasa de preñez. Los machos sufren de disminución del apetito sexual, mala calidad del semen y daño testicular que puede causar esterilidad. Estos problemas se deben a que el cobre y el cobalto intervienen para producir hormonas sexuales y en el funcionamiento de los órganos reproductivos. (Kumar et al., 2011)

f. Molibdeno

La deficiencia de molibdeno puede afectar negativamente a la reproducción; los machos pueden presentar una reducción del lívido, reduciendo la generación de los espermatozoides. Las hembras pueden tener pubertad atrasada, disminuyendo la posibilidad de embarazos y aumentando la frecuencia de anestro. (Kumar *et al.*, 2011).

g. Zinc

Cumple funciones importantes en la salud reproductiva de los animales, su deficiencia puede afectar el desarrollo sexual, la producción de gametos, el ciclo estral, la gestación y la lactancia. El zinc también ayuda a proteger y restaurar el endometrio después del parto, favoreciendo una recuperación rápida y una fertilidad óptima. (Kumar *et al.*, 2011).

Asimismo, su deficiencia puede causar abortos espontáneos, fetos momificados, bajo peso al nacer y pubertad tardía. El zinc es importante para la síntesis de prostaglandinas, que regulan el ciclo reproductivo y la gestación. También influye en los niveles de FSH y LH, que son hormonas que estimulan los ovarios y los testículos. La falta de zinc puede provocar atrofia de los túbulos seminíferos, que son las estructuras donde se producen los espermatozoides, y se reduce el desarrollo y la función testicular en los animales jóvenes; además, puede disminuir el deseo sexual y afectar la calidad del semen (Yasothai, 2014)

h. Selenio

Se trata de un elemento mineral importante para la salud reproductiva de los bovinos; cuando hay una deficiencia de este mineral, se pueden presentar problemas como esto anormal, pérdida de embriones, retención de placenta, becerros débiles o muertos y baja calidad del semen. Para prevenir estos problemas, se recomienda suplementar a los bovinos con selenio y vitamina E antes del servicio de partos, o proporcionar una dieta que contenga al menos 1 mg de selenio por día. Esto puede mejorar la fertilidad y el rendimiento reproductivo de los bovinos. (Guoyao, 2018)

i. Manganeso

La falta de este compuesto puede afectar la fertilidad de los animales. En las hembras, puede provocar ciclos estrales anormales o ausentes, baja tasa de preñez, partos de crías con malformaciones y abortos espontáneos. En los machos, puede reducir el

apetito sexual, alterar la formación de los espermatozoides, disminuir la movilidad espermática y el número de espermatozoides por eyaculación. (Guoyao, 2018)

j. Cobalto

La falta de cobalto puede afectar negativamente la fertilidad de los animales, ya que este elemento es de impacto en las funciones de la tiroides y la síntesis de la vitamina B12. Cuando hay una deficiencia de cobalto, se genera una reducción de las actividades del metabolismo, esto conlleva a una menor producción de hormonas sexuales y una alteración del ciclo reproductivo. Esto se manifiesta en un retraso en la maduración sexual, una menor involución uterina después del parto y una reducción de la capacidad de concebir. (Guoyao, 2018)

k. Yodo

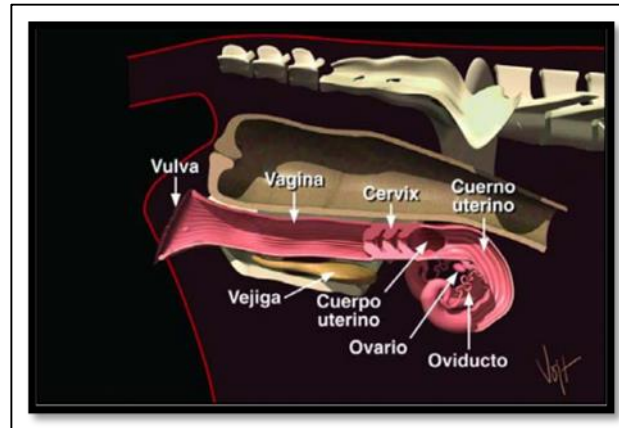
El desarrollo del feto y la tasa metabólica basal general dependen del yodo, un elemento esencial para el organismo; la deficiencia de yodo puede causar graves problemas de salud, como retraso en la pubertad, alteraciones del ciclo estral, infertilidad, muerte embrionaria precoz, mortinatos y terneros débiles, aborto, retenciones de la placenta en las hembras, reducción de la libido y la calidad del material seminal bovino. (Yasoithai, 2014)

l. Cromo

El cromo es un mineral que ayuda a la insulina para regular los índices de glucosa en el torrente sanguíneo y a facilitar el transporte de nutrientes a las células, esto es especialmente importante para vacas en etapa inicial de la lactancia, ya que necesitan una mayor ingesta de glucosa y aminoácidos para producir leche y mantener su salud reproductiva, también favorece al desarrollo folicular de los ovarios y la secreción de la hormona luteinizante, que estimula la ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo. (Kumar *et al.*, 2011)

4.5. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL BOVINO HEMBRA

En el útero de una hembra hay dos ovarios, oviductos y cuernos uterinos, un cuello uterino, una vagina y una vulva. La vejiga se encuentra conectada al orificio uretral en la base del orificio vaginal, por debajo del aparato reproductor. Según la Figura 2, el recto está situado por encima del aparato reproductor (Nebel y DeJarnette, 2011).



Fuente: DeJarnette y Nebel (2018)

Figura 2. Anatomía del aparato reproductor del bovino hembra

4.5.1. OVARIOS

Son gónadas femeninas u órganos sexuales primarios su función endocrina principal es la producción de hormonas sexuales femeninas (progesterona y estrógenos). Son órganos internos del abdomen que están separados en dos mitades.

a. Corteza

Los estromas de los ovarios tienen en su composición compuestos foliculares en las fases para el desarrollo y la regresión, estos son el componente externo.

b. Médula

Incluye la sección media del ovario está formada por vasos sanguíneos, nervios y canales linfáticos (Hafez, 1989).

4.5.2. OVIDUCTOS

El oviducto contiene tres partes: infundíbulo, ampolla e istmo. El infundíbulo es la sección terminal del oviducto y tiene forma de embudo, cuyos bordes envuelven el ovario. La función de esta sección del oviducto es recoger el óvulo después de ser liberado. La ampolla sirve de paso para el óvulo y es en este lugar donde se produce la fecundación, el istmo sirve de reservorio para los espermatozoides, que favorece la vida fértil de los mismos y se liberan sustancias que promueven la supervivencia y la movilidad de los espermatozoides. (Bone, 1983).

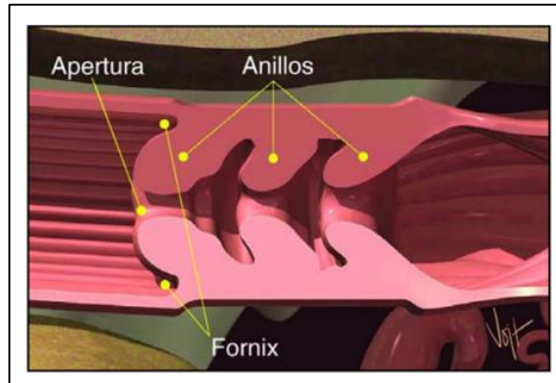
4.5.3. ÚTERO

Bearden y Fucay (1982) abordan que es un órgano que une los oviductos con la vagina, constituido por dos cuernos, el cuerpo y el cérvix.

Una de las principales funciones del útero inmediatamente después de la copulación es el transporte de los espermatozoides. Sus secreciones, además de facilitar la cópula contribuyen al proceso de capacitación de las células espermáticas para lograr la fecundación del óvulo (Sisson y Grossman, 1990).

4.5.4. CÉRVIX

La cavidad uterina y la cavidad vaginal están conectadas por el cuello uterino, un órgano de paredes gruesas. Está formado por potentes músculos y tejido conectivo y servirá de guía durante la inseminación de la vaca. El cuello del útero tiene tres o cuatro anillos, conocidos como pliegues. El diseño del cuello uterino posibilita la protección de la cavidad uterina. El cuello uterino sobresale hacia delante y se abre en el útero (Nebel y DeJarnette, 2018).



Fuente: Nebel y DeJarnette (2018)

Figura 3. Esquema de la Cérvix

4.5.5. VAGINA

Desde el orificio uretral hasta el cuello uterino, la vagina mide unos quince centímetros. Durante el apareamiento normal, el semen se deposita en la parte delantera de la vagina. Durante el parto, el canal vaginal también funciona como una parte del canal de parto (Nebel y DeJarnette, 2018).

4.5.6. VULVA

Los labios vulvares (izquierdo y derecho) están unidos a las comisuras dorsal y ventral para dar lugar a la entrada externa y terminal del aparato genital femenino. Tiene forma triangular y se abre al exterior en la hendidura vulvar, por debajo del ano, representando la terminación del aparato urinario, además de ser el único órgano genital externo. El clítoris, situado detrás de la entrada de la uretra (Sisson y Grossman, 1990).

4.6. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE GANADO BOVINO

Existen una serie de etapas desde la génesis de desarrollo del sistema reproductivo del embrión, hasta alcanzar la edad para iniciar la reproducción y alcanzar una madurez sexual, en condiciones normales inicia a los 16 meses de edad, para realizar

el primer cruzamiento es necesario basarnos en ciertos parámetros técnicos y continuar con manejo nutricional puede afectar (Takemoto *et al.*, 2006).

4.6.1. CONTROL NEUROLÓGICO Y ENDOCRINOLÓGICO DEL CICLO ESTRAL

El ciclo estral de las hembras se regula por la acción de las hormonas que producen las glándulas endocrinas: el hipotálamo, hipófisis, pituitaria, ovarios y útero. Estas hormonas intervienen en la dinámica reproductiva, gestación, parto y la lactancia de las hembras (INIA, 2014).

a. Hipotálamo

Una hormona llamada GnRH se produce en las neuronas del cerebro, cerca de su base. Esta hormona viaja por los vasos sanguíneos hasta la hipófisis, donde estimula la síntesis y liberación de otros elementos hormonales, como la FSH y la LH, que regulan funciones testiculares y ováricas (Rippe, 2009).

b. Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)

El cerebro y los sistemas endocrinológicos tienen una conexión humoral a través de la GnRH. En respuesta a las señales neuronales, la hipófisis anterior libera pulsos de GnRH en el sistema portal de la hipófisis, que también segrega la hormona luteinizante (LH) y la hormona estimulante del folículo (Hafez y Hafez, 2002).

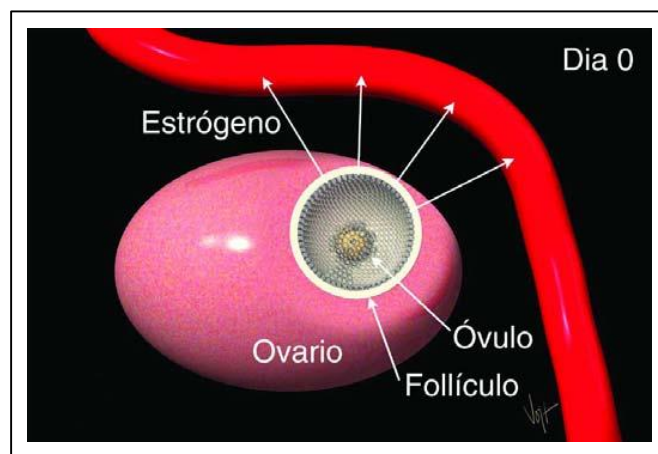
c. Hipófisis

Se divide en dos secciones: una zona anterior conocida como adenohipófisis y un segmento posterior denominado neurohipófisis. La adenohipófisis produce las hormonas FSH y LH, que son esenciales para la regulación neuroendocrina del ciclo estral. Mientras que la LH se necesita en la esteroidogénesis ovárica, la ovulación, el desarrollo del cuerpo lúteo y el mantenimiento, la FSH es necesaria para la generación de esteroides al interior del ovario, el desarrollo folicular y la maduración. Estas hormonas están controladas por los sistemas tónico y cíclico, y se liberan en el torrente sanguíneo en pulsos (INIA, 2014).

Este sistema produce un suministro constante y circulante de hormonas hipofisarias, que estimulan el desarrollo de aspectos de la germinación y el sistema endocrino de las gónadas. Este sistema tiene mayor severidad, ya que aparece durante sólo 12 a 24 horas a lo largo de cada ciclo reproductivo femenino. La finalidad principal del modo cíclico es inducir la ovulación. La oxitocina generada en el hipotálamo se almacena en la neurohipófisis. Esta hormona desempeña diversas funciones, como la de interferir en el parto, la bajada de la leche, la transferencia de espermatozoides y el proceso de luteólisis (Sintex, 2005).

d. Funciones del ovario

Está ubicado en la cavidad abdominal contiene a folículos y cuerpo lúteo, las funciones del ovario son dos, una exocrina donde se da la producción de óvulos cada 21 días y la otra endocrina que es la encargada de la producción de hormonas como estrógenos, progesterona e inhibina (INIA, 2014).



Fuente: DeJarnette y Nebel (2018)

Figura 4. Anatomía del ovario

e. Función del útero

También llamada matriz interviene en dar alojamiento y prestar óptimas condiciones al ovulo para su implantación y posterior desarrollo del feto (Rippe, 2009). A su vez,

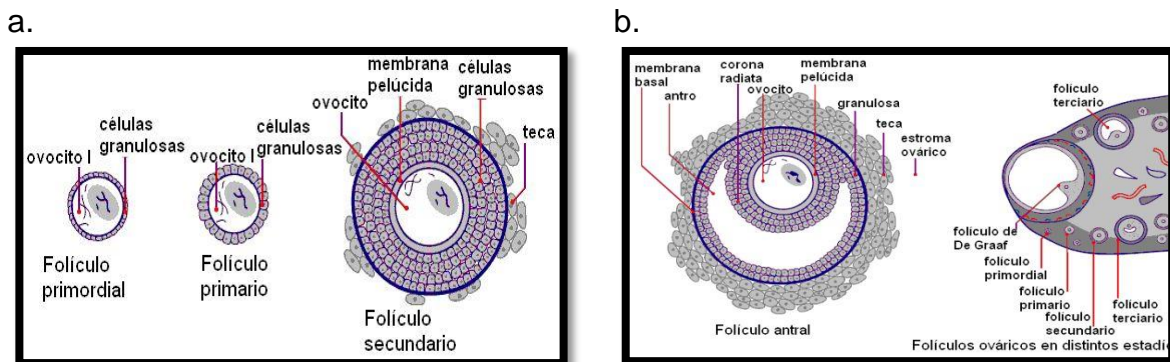
interviene para controlar las actividades cíclicas de los ovarios, también es la encargada de producir la hormona prostaglandina (Swenson y Dukes, 1999).

f. Función del folículo

Según Hafez y Hafez (2002) el folículo está encargado esencialmente de la producción de ovocitos y hormonas para llevar a cabo la dinámica reproductiva en las distintas etapas del ciclo estral.

g. Función del cuerpo lúteo (CL)

Hafez y Hafez (2002) señalan que se encarga de la producción de estrógenos y progesterona, luego de la liberación del ovocito el tejido que queda del folículo de Graaf comienza a luteinizarse (cuerpo amarillo). Las células luteínicas liberan P4 para una posible las implantaciones y el desarrollo de la preñez, en el caso de que no haya una implantación entra en involución tomando el nombre de cuerpo blanco (ver Figura 5).



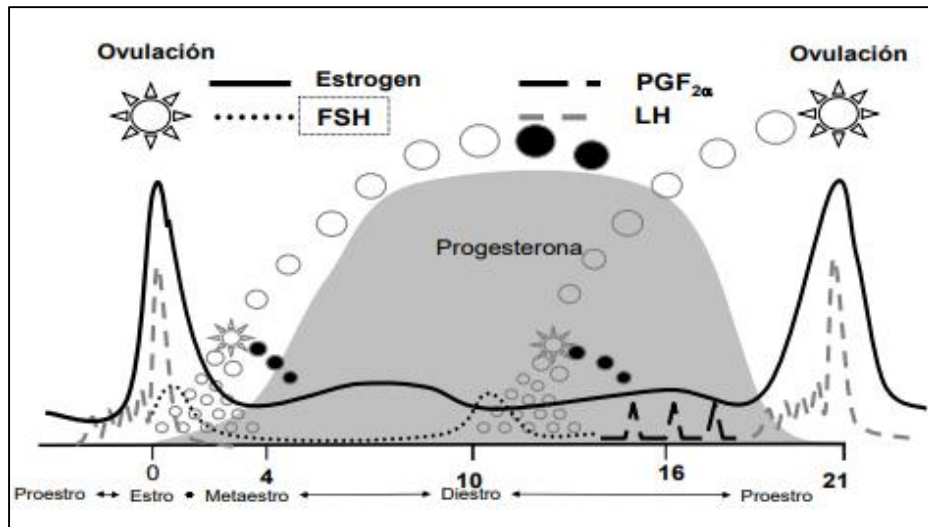
Leyenda: a. Folículo preantral, b: folículo preovulatorio; obtenido de Engels (2022)

Figura 5. Anatomía y desarrollo folicular

4.6.2. EL CICLO ESTRAL

Se encuentra influenciado tanto directa como indirectamente por las hormonas ováricas y otras hormonas hipofisarias generadas por el lóbulo anterior. Como proceso biológico y fisiológico, el ciclo del celo incluye cambios morfológicos, histológicos y

hormonales específicos que se producen cada 18 o 21 días en una hembra no preñada (Sintex, 2005).



Fuente: Rippe (2018)

Figura 6. Esquema del ciclo estral del bovino

a. Pro-estro

Esta etapa tienen la particularidad del crecimiento folicular y dura de 2 a 3 días debido a la estimulación de la hormona estimulante del folículo (FSH), el estradiol (E) tiende a aumentar ligeramente y es producido por el folículo en desarrollo, durante este período la hembra se aleja de la manada, muestra inquietud, muge, orina con frecuencia y elige la posición de cópula montando a otros (INIA, 2014).

b. Estro

Durante este periodo, que dura entre 8 a 18 horas, el desarrollo de folículos y producción de estrógeno llegan a niveles más altos. También es el momento en que la hembra es más receptiva sexualmente. Cuando las vacas son montadas por otras vacas o toros, esa es la señal que realmente nos permite identificar el celo. La inquietud, la reducción al momento de producir leche, la reducción del consumo de

alimentos, la inflamación y enrojecimiento de la vulva, la secreción de baba cervical y la pérdida de pelo en la grupa son otros de los síntomas (Márquez, 2012).

c. Metaestro

También llamado post estro, dura un tiempo de 3 a 5 días, donde se produce la ovulación 12 horas después del celo. El cuerpo lúteo comienza a desarrollarse durante este proceso, que indica el comienzo de la producción de progesterona. Este plazo, que dura aproximadamente cinco días (Márquez, 2012).

d. Diestro

Es la fase más extensa del ciclo y tiene una duración de alrededor de 11 a 13 días. Durante este periodo no se logran observar signos de actividad sexual de las vacas, el cuerpo lúteo produce progesterona en este tiempo (Márquez, 2012).

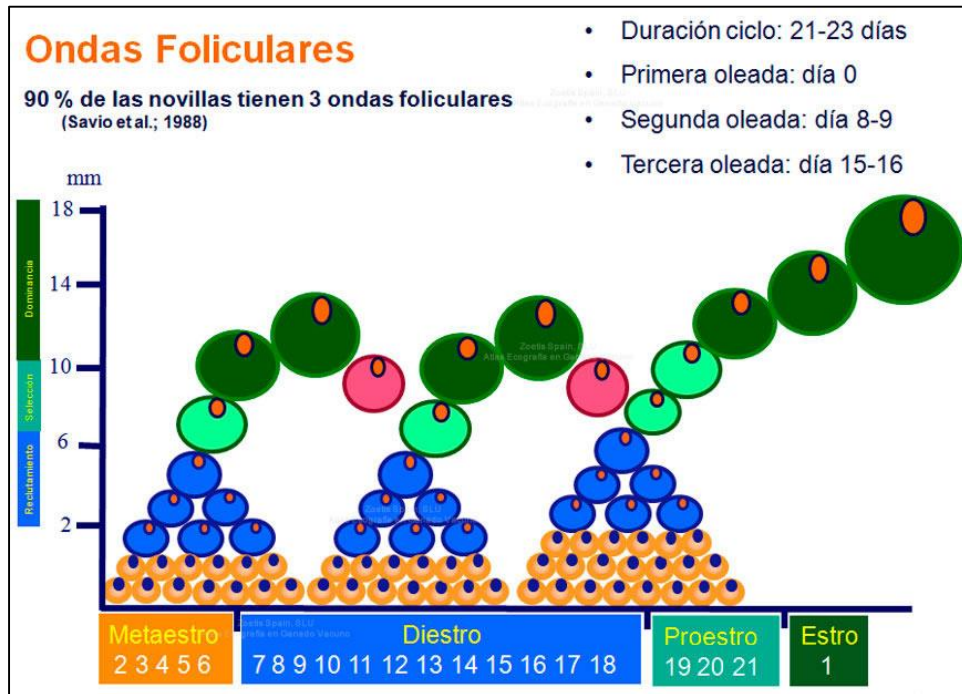
e. Anestro

Es el estado sin presencia o manifestaciones de estro, también puede definirse como el periodo después del parto, es una característica de inactividad ovárica (temporal o permanente) debido al medio fisiológico, medioambientales o nutricionales (Del Campo, 1986).

4.6.3. DINÁMICA FOLICULAR EN BOVINOS

Los folículos se forman y regresan en patrones predecibles durante el ciclo estral bovino, denominados como ondas de desarrollo folicular (Bo, 2005; Mota *et al.*, 2011).

Las dinámicas foliculares es la constante expansión y regresión de los folículos antrales que conduce a la creación de un folículo preovulatorio denominado como foliculogénesis (Lucy *et al.*, 1992). Esta dinámica se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Adaptado de Adams *et al.*, (2008).

Figura 7. Onda de crecimiento folicular

4.7. SINCRONIZACIÓN DE ESTRO

La manipulación del ciclo reproductivo de los animales depende del control del cuerpo lúteo, siendo la estructura que secreta progesterona después de la ovulación. El cuerpo lúteo puede ser destruido o inhibido (con prostaglandinas), o se puede alargar la fase lútea con tratamientos hormonales. Luego, se puede retirar la supresión hormonal, lo que permite reiniciar el ciclo estral (Hafez, 1989).

Algunas de las características ventajosas de esta sincronización las siguientes:

- Permite utilizar más fácilmente la inseminación artificial.
- Mayor índice de vacas en estro en un tiempo más reducido.
- Registro de terneros, lo que ayuda a la administración y comercialización.
- Permite la inseminación de vacas que, de otro modo, serían indetectables en celo.
- Utiliza lotes del mismo tamaño.

4.8. CONTROL Y SINCRONIZACIÓN DE CELO

Borenstein *et al.*, (2003) afirman que la sincronización del celo implica el control y la manipulación de los ciclos estrales. El objetivo de la sincronización del estro es acortar el ciclo estral manipulando el intervalo entre las fases folicular y lútea.

4.9. DISPOSITIVO INTRAVAGINAL BOVINO SYNTEX-DIB®

DIB® es un dispositivo para uso intravaginal que contiene progesterona a fin de ayudar al ganado a regular su ciclo estral. El producto está hecho de silicona inerte con un contenido de 1 g de progesterona (P4) natural de liberación controlada (progesterona 0.5 g por dispositivo). Permite la reanudación del servicio y se acorta el tiempo entre la concepción y el parto. En el tratamiento de la superovulación, este suplemento es útil (Ramírez, 2020).

4.10. CONDICIÓN CORPORAL EN VACUNO LECHERO (CC) Y SU IMPORTANCIA AL INICIO DEL SERVICIO Y SINCRONIZACIÓN DE CELO

Lowman, *et al.*, (1976) mencionan que el estado de la vaca está fuertemente correlacionado con las condiciones corporales en el momento del parto en el último periodo de preñez. Al parir el animal disminuye medio punto de su condición corporal, cuya situación conlleva a una alimentación la cual cubra los requisitos para la etapa fisiológica de amamantamiento hasta que reciba servicio.

La condición corporal mínima ideal para los rebaños con partos estacionales está entre 2 y 2.5. Al principio del servicio, los rebaños con una condición corporal inferior a 2 tienen un gran porcentaje de vacas en anestro a lo largo del periodo de servicio en las vacas que están por debajo de la condición 2, la proporción de vacas secas disminuye drásticamente (Sánchez, 2010).

Asimismo, Vieira *et al.*, (2005) demostraron que la transición de un CC 2.5 a 3.5 predice un incremento de aproximadamente el 28% en la tasa de preñez. Sobre esta base, el coste de alimentación asociado a la modificación del CC de una vaca más baja debe

calcularse en función del número de vacas y del rendimiento esperado. Si la CC de la vaca cae por debajo de 2.5 el animal puede entrar a un anestro nutricional a causa de la deficiencia alimenticia para su estado fisiológico.

4.11. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO

Consta de tratamientos hormonales con productos farmacéuticos que permitirá sincronizar el estro en hembras, lo cual facilitará la inseminación artificial de muchos ejemplares de la fauna en un periodo reducido de tiempo (Vélez, 2005).

Esta herramienta es una alternativa para incrementar significativamente el uso de la inseminación artificial, reducir el intervalo entre partos, logrando que el productor ganadero mejore sus índices producción con repercusión en mejores ingresos económicos (Vinueza, 2019).

Para Ramírez (2020), este método es comúnmente empleado en los establecimientos de producción ganadera con la finalidad de mejorar su productividad.

Tabla 1. Condición corporal escala de 1 a 5 grados.

Áreas /CC	1	2	3	4	5
Lomo apófisis espinosas	Muy prominentes al tacto, fácilmente palpables	Pueden palpase, pero no son tan prominentes. Son aun fácilmente palpables	No son visibles, pero pueden palpase. Están bien cubiertas, pero pueden ser pellizcadas	Son bien cubiertas, pueden ser solo palpadas bajo fuerte presión	Apariencia redondeada por grandes áreas de tejido graso
Apófisis transversa					
Hueso de la cadera	Muy prominentes	Prominentes, pero algo cubiertas	Visibles, pero no prominentes y bien cubiertos	No visibles y bien cubiertos	No visibles y muy cubiertos
Base de la cola, áreas anexas, estructuras óseas	Están muy hundidas prominentes	No son huecas visibles, pero no prominentes	Ligeramente redondeadas, cavidades a los lados de la cola han desaparecido	Área redondeada por tejido grado a ambos lados de la cola, que se mueve al cainar el animal	Polizones a ambos lados de la cola
Costillas	Prominentes, pueden palpase individualmente	Ligeramente prominentes, pueden palpase individualmente	Pueden ser individualmente distinguidas. Capas de tejido graso palpable	Difícil de separar. Los flancos tienen aspectos esponjosos	Costillas no palpables. Flancos muy esponjosos
Estado general	Emaciado	Delgado, pero saludable	Condición media	Ligeramente gordo, tejidos grados se mueven al caminar	Muy gordo, marcha ondulante

Cada grado equivale aproximadamente a unos 50- 70 kg, dependiendo del tamaño del animal

Fuente: Lowman (1973); van Niekerl y Louw (1980)

4.12. USO DE SEMEN SEXADO

El empleo del material seminal sexado permite obtener hasta un 90% de animales del sexo que se desea; sin embargo, los resultados con este tipo de material seminal sexado en la producción embrionaria *in vitro* son poco alentadores, ya que la tasa de fecundación bajo este método disminuye a un 10 a 20%. (Martínez *et al.*, 2010).

El sexado de espermatozoides implica una serie de desafíos para las células reproductoras, tanto a nivel físico como químico; antes de poder ser criopreservados, los espermatozoides deben pasar por varios pasos que pueden afectar su función y viabilidad; a diferencia del semen convencional, que requiere pocas intervenciones (entre 3 o 4), el semen sexado necesita muchos más procesos previos a la congelación de las pajuelas (a veces hasta 20). Por esta razón, la tecnología de sexado ha buscado reducir los efectos negativos de la manipulación y el cambio de condiciones ambientales de las células; uno de los efectos más evidentes es la disminución del porcentaje de preñez con este tipo de semen en comparación con el convencional; una gran parte de las investigaciones coinciden en que esta diferencia se debe, sobre todo, al manejo excesivo y al estrés que sufren los espermatozoides al ser separados por sexo. (Zariñana, 2022)

Empleando este tipo de semen se permite aumentar las hembras en el rebaño lechero, pero también tiene desventajas como el alto costo y la baja fertilidad. Por eso, se recomienda aplicar esta técnica solo en las vaquillas, que tienen una mayor probabilidad de concebir que las vacas adultas. La tasa de concepción influye en el número de vaquillas gestantes y no gestantes después de cada inseminación, el porcentaje de crías hembras y la eliminación de vaquillas con problemas reproductivos (Cabrera, 2010).

El uso de semen sexado tiene ventajas económicas y productivas, especialmente en rebaños de vaquillonas jóvenes que tienen una mayor fertilidad y una mejor adaptación al manejo reproductivo (Mc Kenna, 2018).

La inseminación artificial con semen sexado es una técnica que permite seleccionar el sexo de la descendencia, pero tiene el inconveniente de reducir la fertilidad de las hembras. Una forma de mejorar los resultados es utilizar un protocolo de sincronización hormonal que incluya la administración de P4; con este método, se pudo aumentar la preñez de las vaquillonas a más del 70 %, lo que representa una ventaja económica y productiva. Además, se evitó el gasto de tiempo y recursos en la observación del celo y el uso de dosis más caras de semen sexado (Alvarado *et al.*, 2017).

En contraste, la fertilidad al primer servicio fue más alta porque se realizan inseminaciones a tiempo fijo y durante las horas nocturnas. Este método permite aprovechar mejor el ciclo reproductivo de las vacas y evitar el estrés térmico que afecta la calidad del semen y la ovulación (Alvarado *et al.*, 2017).

4.13. SEXADO DE LA PROGENIE

En las vacas y yeguas, el feto puede ser sexado 55 días después del apareamiento. El paso principal de la técnica es la localización del tubérculo genital, en los machos migra desde su ubicación inicial entre las extremidades traseras hasta la región situada directamente detrás de donde se inserta el cordón umbilical, en hembras a diferencia del macho, migra desde la zona abdominal hacia la base de la cola (Gigli *et al.*, 2006).

a.



b.



Leyenda: a. Machos de 71 días, b. Hembra de 67 días; obtenido de Torres y González (2022)

Figura 8. Ecografía de sexo

4.14. HEIFERPLUS®

HeiferPlus® es un producto innovador que permite seleccionar el sexo de las crías mediante el uso de un agente espermático que se añade al semen bovino; el agente espermático actúa sobre los espermatozoides que llevan el cromosoma X y los hace más rápidos y fértiles, mientras que los que llevan el cromosoma Y (masculino) se vuelven más lentos y menos viables; de esta forma, se aumenta la probabilidad de obtener hembras al realizar la inseminación artificial. El procedimiento es sencillo: se descongela el semen bovino, se mezcla con el agente espermático contenido en el vial HeiferPlus®, se deja incubar durante 20 minutos y se procede a la inseminación; al llegar al tracto reproductivo de la vaca, los espermatozoides X tienen más posibilidades de fecundar los óvulos que los espermatozoides Y; HeiferPlus® es una biotecnología de sexado de semen que mejora la tasa de concepción entre un 5 y un 20% (EMLAB Genetics, 2013).

En la industria ganadera, el control del sexo de las crías es un método sustancial en la mejora de rentabilidad y productividad. Sin embargo, los métodos tradicionales de sexado de semen son costosos y requieren de equipos especializados. Una de estas opciones es el uso de un Heiferplus® más semen comercial, (López *et al.*, 2019)

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio fue realizado durante los meses de marzo - agosto del año 2019, en cuatro comunidades del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco: Accocunca, Andamayo, Ccolca y Pinchimuro.

5.1.1. UBICACIÓN

El distrito de Ocongate pertenece a la Provincia de Quispicanchi del Departamento del Cusco posee como ubicación:

Tabla 2. Ubicación geográfica del distrito de Ocongate

Distrito	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	Este	Oeste	Latitud	Longitud
Ocongate	241642.94 m E	8492250.16 m S	13°37'41.68"S	71°23'10.65"O

Fuente: Municipalidad Distrital de Ocongate (2012)

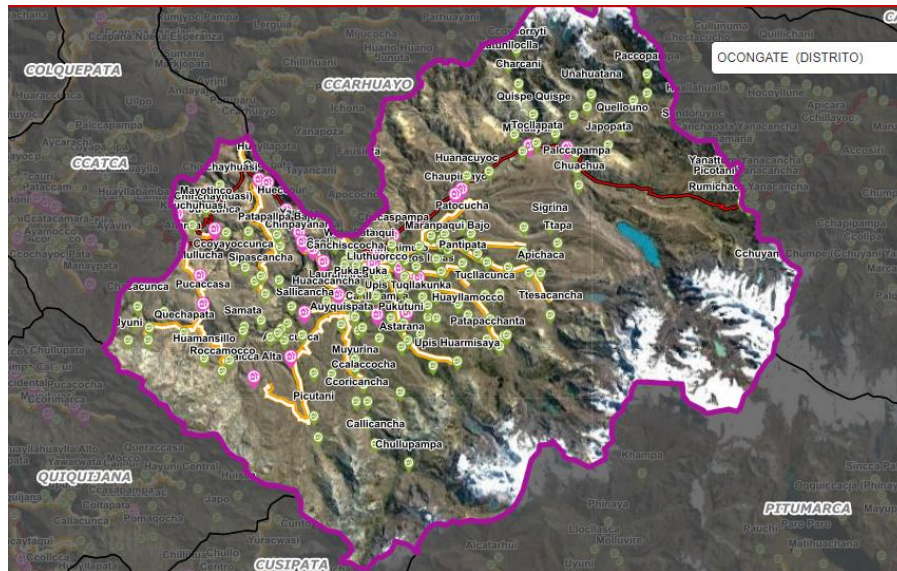


Fuente: Municipalidad Distrital de Ocongate (2012)

Figura 9. Ubicación geográfica

Límites del Distrito de Ocongate:

- Por el Norte: con los distritos de Carhuayo
- Por el Sur: con el Distrito de Quiquijana, Cusipata y Pitumarca
- Por el Este: con el Distrito de Marcapata
- Por el Oeste: con el distrito de Ccatcca y Quiquijana



Fuente: Municipalidad Distrital de Ocongate (2012)

Figura 10. Límites y vías de acceso de Ocongate

5.1.2. TOPOGRAFIA

Las zonas alto andinas representan una topografía altamente accidentada cuyos pendientes con una variación del 4% a más del 50%.

- Zona alta o alto andina

Ubicada entre 3,600 y 6,472 m.s.n.m. abarcando áreas del distrito de Ocongate formando parte de las zonas altas del distrito.

Tabla 3. Altitud de comunidades

Comunidad	Altitud
Accocunca:	4,220 msnm
Andamayo:	3,776 msnm
Ccolca:	3,980 msnm
Pinchimuro:	4,050 msnm

Fuente: Municipalidad Distrital de Ocongate (2012)

5.1.3. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

La sede del distrito está situada en sus orillas de la cuenca del río Ocongate o Mapacho, principal colector, está ubicado en el centro de Quispicanchis. El río nace en la laguna de Hampatuni, cerca del paso de Huallahualla, que está situada en la base del nevado Ausangate y en el lado izquierdo de la vía interoceánica que conecta los departamentos de Cusco y Madre de Dios.

El río Mapacho fluye hacia el noreste de la provincia, bordeando los distritos de Ocongate y Carhuayo, antes de desembocar en el río Paucartambo. La zona de origen del río Mapacho incluye los distritos de Ocongate, Ccarhuayo y Ccatcca, exhibiendo una gran diversidad altitudinal que se refleja en climas diversos y una rica biodiversidad, gracias a la presencia de una amplia gama de vegetación (Municipalidad Distrital de Ocongate, 2012).

De acuerdo a INRENA (2010) la ubicación hidrográfica de Ocongate es la siguiente:

- Vertiente: Atlántico o Amazonas
- Subcuenca: Mapacho
- Cuenca: Yavero
- Macrocuena: Ucayali
- Microcuencas: Luramarcamayo y Pinchimuromayo.

5.1.4. SUPERFICIE

Ocongate cuenta con una superficie de 952.66 Km² (Municipalidad Distrital de Ocongate, 2012).

5.2. MATERIALES Y EQUIPO

5.2.1. BIOLÓGICOS

- 40 vacunos (vaquillas) de la raza Brown Swiss (mejoradas)
- Pajillas de semen de 0.25 ml congelado de la raza Brown Swiss

Las pajillas de semen fueron importadas de un toro alemán (TORO POINT), la pajilla tenía una concentración de 25 millones de espermatozoides, luego de analizarlas microscópicamente existe la motilidad mayor al 70%.

5.2.2. PRODUCTOS HORMONALES

- Prostaglandina (PGF₂α), Lutaprost® 250
- DIB (dispositivo intravaginal bovino) “DIB” (SYNTEX)
- ECG (gonadotropina coriónica equina) “Novormon®5000” (SYNTEX).
- Benzoato de estradiol (BE)
- GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas), Conceptase®

5.2.3. AGENTE SEXADOR

- Agente sexador HEIFERPLUS®

5.2.4. EQUIPOS INSTRUMENTALES PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

- Tanque criogénico 32 L.
- Guante obstétrico descartable
- Jeringas descartables de 10 y 20 ml
- Termómetro digital

- Nitrógeno líquido
- Regla para medir nitrógeno
- Corta pajillas
- Pistola de inseminación universal
- Fundas de inseminación
- Tanque criogénico portátil de 3
- Pinza porta pajuelas
- Pajilla con semen
- Termo descongelador

5.2.5. EQUIPOS Y MATERIALES PARA DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ Y SEXO

- Ecógrafo Ultra sonógrafo portátil con transductor de 5.0 MHZ-AGROSCAN
- Papel toalla
- Gel de ecografía

5.2.6. MATERIALES DE EVALUACIÓN DE SEMEN

- Platina térmica
- Micro pipeta
- Microscopio portátil
- Platina térmica
- Porta objeto
- Cubre objetos

5.2.7. EQUIPOS Y MATERIALES DE CAMPO

- Cinta bovino métrica
- Mamelucos
- Mocheta

- Pinturas en Spray
- Crayón marcador
- Sogas
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica

5.2.8. MATERIALES DE ESCRITORIO

- Computadora
- Bolígrafos
- Memoria USB
- Libros de consulta
- Folder
- Internet

5.3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

5.3.1. FASE PRE EXPERIMENTAL

a. Sensibilización a productores de ganado vacuno lechero

Antes de empezar la etapa experimental, los productores de las cuatro comunidades fueron informados sobre el estudio que se llevaría a cabo, incluyendo las fases del experimento, las actividades que se realizaron y aquellos materiales utilizados durante el estudio.



Figura 11. Sensibilización a los Productores

b. Selección de animales

La información recabada en un breve sondeo a los productores fueron consignados y en un cuaderno de campo, considerando: el nombre de la comunidad, nombres y apellidos del productor, edad del animal (18 a 22 meses) luego se realizaron las siguientes evaluaciones.

c. Condición corporal bovino

Las vaquillas sujetos de investigación, fueron seleccionadas con puntuaciones de condición corporal de 2.5 a 3.5 (en una escala de medición de 1 a 5).

d. Diagnostico ginecológico

Se realizó el examen de estado reproductivo orientado a animales seleccionados mediante ultrasonografía transrectal, para dicho proceso se usó un ecógrafo AGROSCAN con un transductor de 5.0 MHZ, con la finalidad de descartar animales con estado de preñez y evaluación de patologías en el sistema reproductor.

Resaltar que durante este proceso se descartaron a dos animales Freemartin, evidenciándose agenesia ovárica y un ejemplar en estado gestacional precoz.

e. Identificación de animales

Se utilizó pintura en spray para realizar el marcado de selección así distinguirlos de otros animales es más dentro de los protocolos empleados y facilitar el desarrollo del trabajo.

f. Aplicación de reconstituyente vitamínico

A los ejemplares aptos para la investigación se le administró 10 ml de Hematofos B12® (multi-reconstituyente adicionado con fosforo) en vías intramusculares (IM), a fin de prevenir, tratar y reconstituir trastornos de fecundidad.

5.3.2. FASE EXPERIMENTAL

Se trabajó con 40 vaquillas Brown Swiss debidamente identificados, utilizando dos protocolos, el primer protocolo de sincronización de celo denominado CO-SYNCH (05 días) y J-SYNCH (06 días) el segundo protocolo, el factor evaluado fue la adición de agente sexador HEIFERPLUS®, distribuidos en grupos de 10 vaquillas en cada tratamiento, Dichos tratamientos se visualizan en la Tabla 4.

5.3.3. PROTOCOLOS EMPLEADOS

a. CO-SYNCH (05 Días) con/sin HEIRFERPLUS®

Día 01: Utilizando aplicadores especializados que comprimen las alas para ser insertados, se introdujo en la vagina este dispositivo (DIB Syntex®). También se puso en marcha una nueva onda folicular inyectando 2.5 ml de GnRH por vía intramuscular (IM).

Día 05: Después de retirar el dispositivo DIB®, se administraron 2 ml de PGF2a (Lutaprost®) vía IM y simultáneamente se administraron 400 UI de eCG (Novormón®).

Día 8: Todos los animales fueron inseminados entre las 56 a 72 horas luego de removerlo con y sin la incubación del HEIFERPLUS® y la administración intramuscular de GnRH 2.5 ml (Conceptase®).

b. J-SYNCH (06 Días) con/sin HEIFERPLUS®

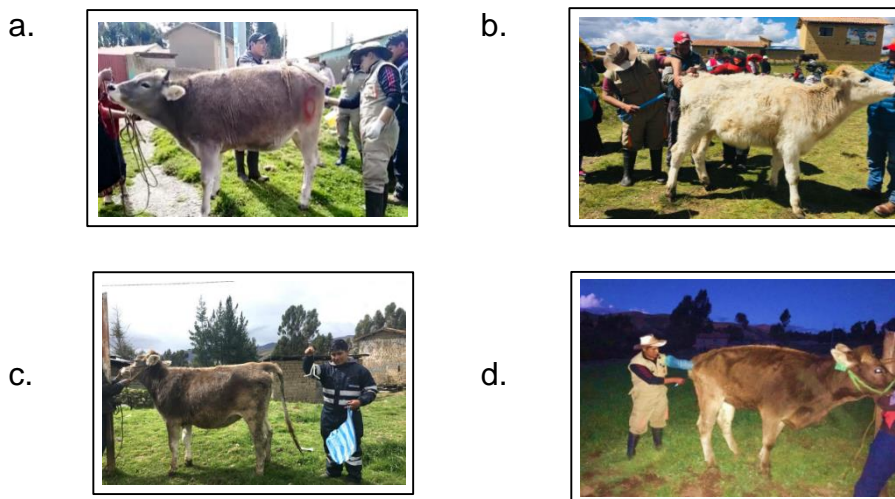
Día 01: Con un aplicador se introdujo en la vagina el implante intravaginal (DIB Syntex®). Además, las inyecciones IM de 2 mg de benzoato de estradiol (Estrovet®).

Día 6: se removió el dispositivo intravaginal DIB® y se administraron simultáneamente 2 ml de Lutaprost® (PGF2) vía IM y 300 UI de eCG (Novormón®).

Día 9: Entre 56 y 72 horas después de la retirada del dispositivo DIB®, la totalidad de animales fueron inseminados a una hora predeterminada con y sin la incubación de los agentes sexadores HEIRFERPLUS® más la adición de 1.5 ml GnRH (Conceptase®).

5.3.4. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS

En el presente proyecto se utilizó dos protocolos de sincronización en vaquillas, en las comunidades de Ccolca y Accocunca el protocolo CO SYNCH (05 días) dividido en 2 tratamientos con y sin la adición de HEIFERPLUS®. El protocolo J-SYNCH (06 días) dividido en 2 tratamientos con y sin el uso del agente sexador HEIFERPLUS®, en Andamayo y Pinchumuro. De acuerdo a la Tabla 4.



Leyenda: a. identificación de animales, b. aplicación de dispositivo intravaginal, c. retiro de dispositivo intravaginal bovino, d. inseminación artificial a tiempo fijo.

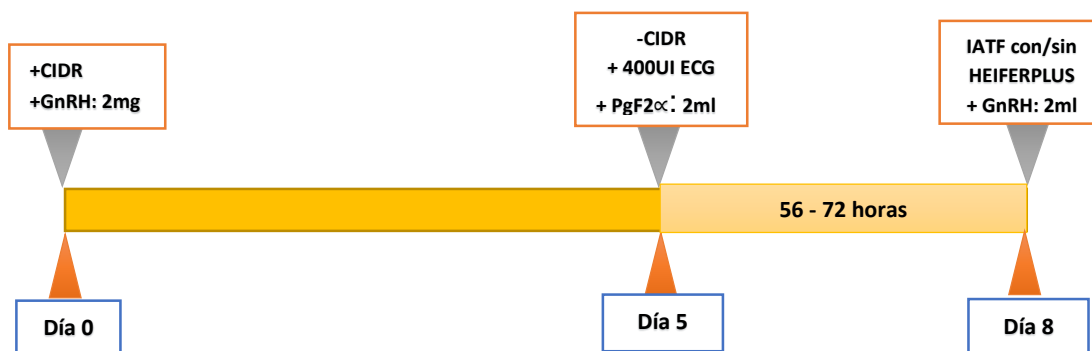
Figura 12. Proceso de sincronización de Estro

Tabla 4. Distribución de los protocolos de para la sincronización e inseminación artificial a tiempo fijo en Vaquillas

Protocolo	Comunidad	Total	Tratamiento	Animales
CO-SYNCH (05 días)	Colcca y Accocunca	20	G1 = DIB® + GnRH + PGF2+ 400 UI eCG + IA 56-72 horas SC + H® + GnRH	n=10
			G2 = DIB®, + GnRH + PGF2+ 400 UI eCG + IA 56-72 horas + SC+ GnRH	n=10
J-SYNCH (06 días)	Andamayo y Pinchimuro	20	G1 = DIB® + BE + PGF2+ 300 UI eCG IA 56-72 horas + SC + H® + GnRH	n=10
			G2 = DIB® + BE + PGF2+ 300 UI eCG + IA 56-72 horas SC + GnRH	n=10

Leyenda: DIB®: dispositivo intravaginal bovino; GnRH: hormona liberadora de gonadotropina; BE: benzoato de estradiol; PGF2: prostaglandina; UI: unidades internacionales; eCG: gonadotropina coriónica equina; IATF: inseminación artificial a tiempo fijo SC: semen convencional; H®: HEIFERPLUS®. Las características de los protocolos de sincronización de celo se describen la figura 13.

Grupo 1. Protocolo CO-SYNCH (5 días)



Grupo 2. Protocolo J-SYNCH (6 días)

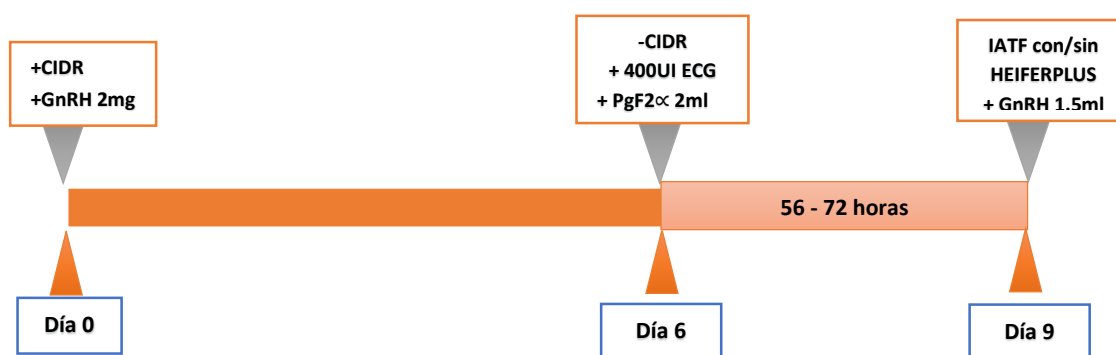


Figura 13. Los protocolos de sincronización para cada grupo

5.3.5. DETECCIÓN DE ESTRO

Se utilizaron crayones para detectar el estro, las vaquillas que mostraron síntomas de celo la marca fue menos visible, así mismo con el criador presente para verificar el momento de la manifestación del celo a través de la observación visual directa de los comportamientos sexuales de las hembras y los signos de aceptabilidad continua al apareamiento, el olfateo y/o lamido de la zona de la vulva, y el, interés por los machos, comportamiento de olfateo, hinchazón de la vulva, secreción de mucosa cervical, acepta la monta.

5.3.6. PROCESO ADICION DE HEIFERPLUS® AL SEMEN

Primero: La pajilla se descongelo a 35 - 37 °C durante 30 a 40 segundos en una incubadora térmica, así mismo el atemperar la ampolla de HEIFERPLUS® (para evitar el golpe de frío).

Segundo: Tras sacar la pajilla del baño maría y secar con una toalla. Con unas tijeras afiladas, se cortó la pajita en un bisel de 60°, se retiró el sello y se perforó el vial con un punzón atravesando el tampón de goma.

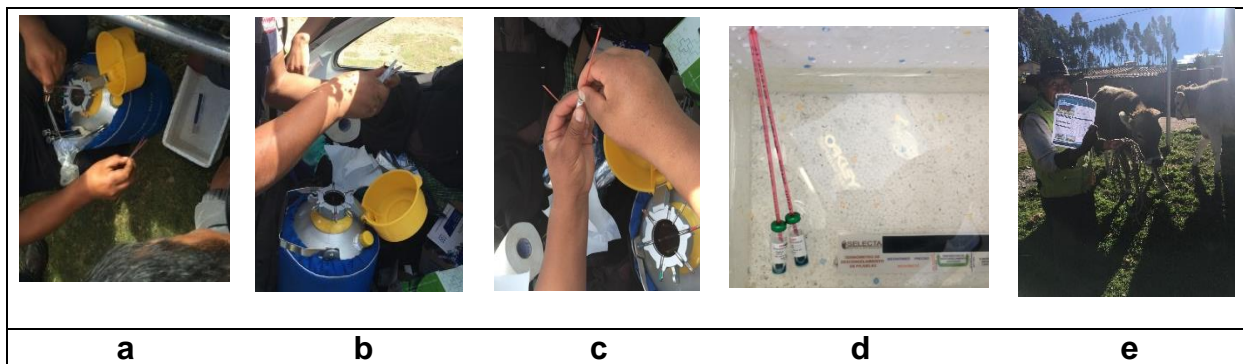
Tercero: Al sujetar ampolla y la pajilla en la palma de la mano se agitó cuatro veces en dirección abajo (como un termómetro de vidrio) para que el semen entre a la ampolla, al mismo tiempo realizamos un movimiento suave que permitió la mezcla del contenido.

Cuarto: El contenido de la ampolla se invirtió en la pajilla al agitar cuatro veces hacia abajo incubó durante 15 a 20 minutos a 35 – 37 °C.

Quinto: La pajilla fue retirada del proceso de incubación, se secó adecuadamente y se cortó el bisel para cargar la pajilla en la pistola de inseminación.

Luego de ello, se inseminaron a las 40 vaquillas independientemente de si hayan presentado celo o no; estas inseminaciones se realizaron de 56 a 72 horas posteriores a la remoción del DIB®.

Para la IA se usaron pajillas de 0.25 ml. con semen congelado de toro (POINT) de la raza Brown Swiss a una concentración de 2.5 millones por pajueta y una motilidad progresiva mayor a 70% post descongelamiento, procedente de Alemania, utilizando la técnica intracervical profunda.



Leyenda: a. descongelación de pajilla y entibiado de ampolla; b. corte de pajilla en bisel (ángulo de 60°); c. adición y mezcla del semen en la ampolla; d. periodo de incubación; e. cargado de pajilla en la pistola de inseminación.

Figura 14. Descongelación de pajillas

5.3.7. DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ

La evaluación de preñez se efectuó mediante ecografía transrectal entre los 50 a 75 días posteriores a la inseminación artificial, se empleó un ecógrafo (ACROSCAN) con un transductor lineal de 5.0 MHz, previa lubricación con gel de ultrasonografía se procede a examinar el útero ubicando el líquido amniótico, el feto, lo cual indico el estado de preñez positivo, así mismo se realizó el sexaje ubicando el Tubérculo Genital (TG) estructura bilobulada en forma de coma, entre la cola y el cordón umbilical, se determinó que son machos TG está ubicado entre las extremidades posteriores cerca al cordón umbilical y en hembras ubicado por debajo de las vértebras coxígeas.

5.4. VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en esta investigación fueron:

5.4.1. PORCENTAJE DE DETECCIÓN DE ESTRO

Es posible aumentar la eficiencia reproductiva y facilitar la inseminación manipulando el ciclo estral que nos permitirá programar la época de empadre y evitar un falso positivo. El índice de vaquillas en celo (vaquillas que permiten la monta de otra hembra)

determinado por el conteo total de vaquillas tratadas con hormonas, para calcular la de presentación del celo.

$$\text{PDC\%} = \frac{\text{Número de Vaquillas en celo}}{\text{Número de Vaquillas tratadas}} \times 100$$

5.4.2. PORCENTAJE DE PREÑEZ

Se determinó entre las vaquillas preñadas en días luego de realizar la inseminación artificial por medio de una ecografía transrectal, sobre la cantidad total de vaquillas inseminadas a tiempo fijo.

$$\text{PP\%} = \frac{\text{Número de preñeces logrados}}{\text{Número de servicios efectuados}} \times 100$$

5.4.3. PORCENTAJE DE SEXO

Se determinó mediante ultrasonografía transrectal entre el número de sexo fetal y el número de vaquillonas.

$$\text{PS\%} = \frac{\text{Número de preñeces logrados}}{\text{Número de servicios efectuados}} \times 100$$

5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A fin de analizar la significancia se aplicó la prueba de Chi cuadrado, con un umbral de diferencia estadística de ($p > 0,05$), para evaluar el porcentaje de detección de estro, porcentaje de preñez y porcentaje de sexo fetal obtenido.

Todos los análisis estadísticos se realizaron a través de tablas de contingencia 2x2 empleando el software IBM SPSS Staticstics 19.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. PORCENTAJE DE DETECCION DE ESTRO O CELO

La Tabla 5 muestra los porcentajes en la detección de celo obtenido mediante observación en los dos procedimientos de sincronización de celo para la IATF. Para el protocolo J-SYNCH (6 días), el índice de manifestación de celo fue ligeramente mejor a la del protocolo CO-SYNCH (5 días), que corresponden a 95.00% (19/20) y 85.00% (17/20), sin embargo, en estas diferencias no se observaron significancias ($p>0.05$).

Tabla 5. Porcentaje de detección de estro en vaquillas usando los protocolos propuestos

Protocolo	Porcentaje de detección de estro					Chi cuadrado
	con estro		sin estro		Total	
	N	%	N	%	Total	
G1: CO-SYNCH	17	85.00%	3	0.15%	20	1.111
G2: J-SYNCH	19	95.00%	1	0.05%	20	p= 0.292
Total	36	90.00%	4	10%	40	

Se obtuvo para la variable detección de estro, para protocolo CO-SYNCH (cinco días) es superior a o encontrado por Flores *et al.*, (2013), que tuvo como resultado $60.8 \pm 10.1\%$ de manifestación de celo en vaquillas de carne con el uso de una fuente de progesterona por 7 días más la suministración de GnRH en el día 0. Así mismo Ochoa., (2019). Obtuvo 37.6% (41/109) desarrollando el protocolo CO-SYNCH (cinco días), en vacas.

De la tabla también se observa que porcentaje de las hembras del protocolo J-SYNCH fue ligeramente inferior a los obtenidos por Flores *et al.*, (2013). en vaquillas de carne con 100.0 % de vaquillas en celo, con el uso P4 por 7 días y BE en el día 0. Del mismo modo existe una variación entre los resultados donde Yañez; *et al* (2020), afirman haber obtenido 52.1% (124/238) de presencia de estro en vacas Brown Swiss y sus cruzadas *Bos indicus* con protocolos J-SYNCH (6 días), en la amazonía Ecuatoriana y Sánchez, (2023), quien obtuvo 65% (13/20) de celo en vaquillas (Brown Swiss, Holstein, Simhols, Simbrown e Híbridas), con tratamiento de J-SYNCH (siete días), estudio realizado en el

fundo San Tarsiso, Andahuaylillas y en el Centro Agronómico K'ayra, ambos en la región del Cusco.

6.2. PORCENTAJE DE PREÑEZ ALCANZADO PRODUCTO DE LA ADICIÓN DE HEIFERPLUS®

Se demuestra que el índice de preñez con la aplicación y sin la aplicación de HEIFERPLUS® se observa en la Tabla 6. Del total de 20 vaquillas inseminadas con sincronización de celo (SC) más la adición del agente sexador HEIFERPLUS®. 13 hembras dieron positivos al diagnóstico de preñez, del mismo modo del total de 20 vaquillas inseminadas con SC sin la adición del agente sexador HEIFERPLUS®, 11 quedaron preñadas tomaron la denominación de vaquillonas. No hubo diferencia en las aproximaciones estadísticas significativas ($p > 0.05$) en la tasa de preñez, entre los grupos que utilizaron HEIFERPLUS® y los que no usaron HEIFERPLUS®, pero si se pudo constatar un índice superior de preñez en el tratamiento hormonal incluyendo el agente sexador HEIFERPLUS®.

Tabla 6. Porcentaje de preñez con y sin la adición del agente sexador

Protocolos	Porcentaje de preñez (%)				Chi cuadrado	
	preñada		no preñada			
	n	%	n	%		Total
con HEIFERPLUS®	13	65.00%	7	35.00%	20	0.417 p= 0.519
sin HEIFERPLUS®	11	55.00%	9	45.00%	20	
Total	24	60.00%	16	40%	40	

Los resultados de este trabajo son superiores a los de Ramirez (2020) quien evaluó dos protocolos de sincronización de celo para la IATF incluyendo y sin incluir el agente sexador HEIFERPLUS® en vacas lecheras, logró alcanzar tasas de gestación de 50% y 46%, respectivamente, en las comunidades del distrito de Ocongate, una causa probable para la incidencia de este reporte sería el bajo nivel reproductivo ya que son

vacas multíparas sometidas bajo un sistema de pastoreo extensivo. Del mismo modo, los resultados de la presente investigación en cuanto a la proporción de concepciones logradas en los grupos con y sin el uso del agente sexador HEIFERPLUS® fue del 65% y 55%, fueron inferiores a los reportados por Díaz (2016) quien reportó porcentajes mayores de preñez en vacas y vaquillas inseminados con la adición de HEIFERPLUS® logrando que el 85% de vacas y vaquillas preñadas, mientras que se tuvo un 65% entre vacas y vaquillas preñadas al inseminar con semen convencional, un posible factor de para la incidencia de este resultado sería el manejo de la cadena frío el cual consiste controlar una temperatura constante durante proceso de incubación del semen convencional adicionado al HEIFERPLUS®.

6.2.1. PORCENTAJE DE PREÑEZ TOTAL EN LOS PROCOLOS EMPLEADOS

En la Tabla 7, se describe la cantidad y porcentaje total de acuerdo a la distribución de tratamientos hormonales CO-SYNCH (5 días) y J-SYNCH (6 días) con y sin la adición del agente sexador HEIFERPLUS®.

Tabla 7. Preñez total obtenida

Protocolos	Animales	PREÑEZ TOTAL						
		preñada		no preñada		Total		
		n	%	n	%	n	%	
CO-SYNCH (05 días)	con HEIFERPLUS®	10	7	70.00	3	30.00	13/20	65.00
	sin HEIFERPLUS®	10	6	60.00	4	40.00		
J-SYNCH	con HEIFERPLUS®	10	6	60.00	4	40.00	11/20	55.00
	sin HEIFERPLUS®	10	5	50.00	5	50.00		
Total		40	24	60.00	16	40.00%	24/40	60.00

Para el protocolo de sincronización de estro CO SYNCH (5 días) conformado por 20 ejemplares, divididos en dos grupos de 10, con el uso del agente sexador HEIFERPLUS® de las 10 vaquillas 7 quedaron preñadas, representando el 70% así mismo para el grupo sin la adición de HEIFERPLUS®, de 10 hembras inseminadas 6

fueron diagnosticadas como preñadas representando el 60%. Se realizaron 20 IATF de ello se obtuvieron 13 animales preñados, el cual representa una preñez total de 65%.

En el caso del empleo de J-SYNCH (6 días) conformado por 20 vaquillas, divididos en 2 grupos de 10 ejemplares, para el grupo adicionado con el agente sexador HEIFERPLUS® 6 preñaron, representando el 60%. Del mismo modo para el grupo inseminación sin uso de HEIFERPLUS®, se logró que 5 vaquillonas estén preñadas, que viene a ser el 50%. Se ejecutaron 20 IATF, a efecto se contabilizaron 11 hembras preñadas, la tasa de preñez total fue de 55%.

6.3. PROPORCION DEL SEXO DE LOS TERNEROS OBTENIDO CON Y SIN LA ADICIÓN DE HEIFERPLUS®

En la Tabla 8 se pueden observar proporciones de sexo obtenidas mediante ultrasonografía rectal, realizado a un total de 13 vaquillonas resultado inseminaciones realizadas en los protocolos empleados con el agente sexador HEIFERPLUS®, de los cuales 9 fueron determinadas como hembras al visualizar la ubicación del tubérculo genital, el cual representa el 69%. En cuanto a las 11 vaquillonas inseminadas sin la adición de HEIFERPLUS®, 5 fetos fueron determinados como hembra representando el 45%. A pesar de observar una diferencia numérica en la proporción de sexos por efecto del uso de HEIFERPLUS®, esta no fue significativamente diferente ($p>0.05$).

Tabla 8. Proporción del sexo de los terneros obtenidos con y sin HEIFERPLUS®

Protocolos	Porcentaje de sexo				total	Chi cuadrado
	hembra		macho			
	n	%	n	%		
con HEIFERPLUS®	9	69.00	4	31.00	13	P=0.239
sin HEIFERPLUS®	5	45.00	6	55.00	11	
Total	14	58.33	10	42	24	

Los resultados de esta investigación en protocolos con la adición de HEIFERPLUS®, es ligeramente superior a los obtenidos por Ramírez, (2020) obtuvo datos mediante ultrasonografía bovina 67% hembras y 33% machos, así mismo coinciden con los

resultados sin la adición de agente sexador HEIFERPLUS®, los resultados muestran un 45% hembras y 55% machos, quien evaluó dos protocolos de sincronización de vacas en el distrito de Ocongate, no se demostró un contraste significativo de la estadística. Según Díaz, (2016), nos dice que con adición de HEIFERPLUS®, obtuvo 80% hembras y 20% machos y sin HEIFERPLUS® fue de 50% hembras y 50% machos, por otro lado, Cutiri, (2022), consiguió 93.33% de hembras con el uso de semen sexado, 78.57% de hembras con el uso de semen convencional más la adición de HEIFERPLUS® y 56.25% de hembras nacidas con solo semen convencional. Estos resultados son superiores a los reportes del presente trabajo de investigación, en tal sentido vale precisar el uso de HEIFERPLUS®, si influye en la obtención de terneras.

CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones responden a los objetivos del trabajo de investigación:

- No se observó diferencia estadística ($p > 0.05$) en la tasa de presencia de celo en vaquillas a las que se les aplicaron los protocolos de sincronización de celo considerados.
- Los resultados muestran que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) en la tasa de preñez observada en vaquillas sincronizadas con los protocolos evaluados.
- No se tiene diferencias estadísticas de las proporciones del sexo de los terneros obtenidos como resultado del empleo del agente sexador Heiferplus® en los tratamientos propuestos.

RECOMENDACIONES

A partir del estudio realizado, así como de los resultados y conclusiones, proponemos las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda evaluar en laboratorio semen congelado frente a semen fresco más el HEIFERPLUS® para corroborar la aptitud de reproducción del toro.
- Se aconseja utilizar unidades experimentales adicionales en este tipo de investigaciones en el futuro para disminuir el error experimental y proporcionar resultados más precisos y fiables.
- Realizar convenios interinstitucionales con la finalidad de replicar y emplear protocolos de sincronización de estro en centros de producción lechera a nivel regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambrose, J., & Kastelic, P. 2003. Dietary fatty acids and dairy cow fertility. Estados Unidos : Adv Dairy Technol. p. 79

Alvarado, P., Galarza, R., Garzón, P., Batallas, C., Perea, P., & Marini, R. 2017. Inseminación profunda y re-sincronización de vaquillas, como herramienta para incrementar la tasa de preñez con el uso de semen sexado. Maskana, 8: 53-56. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1486/1172>

Amable, C. 2014. Caracterización de sistemas de producción bovina en tres hatos ganaderos del eje carretero Yurimaguas – Munichis. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana . Yurimaguas. p. 84.

Asociación Brown Swiss del Perú. 2016. Vacunos de Raza Brown Swiss. Lima: Asociación Brown Swiss del Perú. Obtenido de <https://perulactea.com/la-asociacion-brown-swiss-del-peru/34000034344>

Bach, A.; España, P. 2002. La reproducción del vacuno lechero: Nutrición y fisiología. España: XVII Curso de Especialización FEDNA. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/238109513_LA_REPRODUCCION_DEL_VACUNO_LECHERO_NUTRICION_Y_FISIOLOGIA

Bearden, H.; Fucay, J. 1982. Reproduccion Animal Aplicada. Editorial El Manual Moderno. Mexico D.F p. 105

Bó, G.; Huguenine, E.; De la Mata, J.; Núñez, R.; Baruselli, P. 2018. Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. Animal Reproduction, 15(1): 952–962. DOI: 10.21451/2F1984-3143-AR2018-0025

Bone, J. 1983. Fisiología y Anatomía Animal. Marban. España. p. 94.

Borenstein, S., Ortiz, T.; Quezada, T. 2003. Comparación de la eficiencia de dos implantes intravaginales con progesterona para la sincronización de celo en Bovinos Nellore, Bolivia. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Bolivia. p. 94.

Blache, D.; Bickell, S. 2011. External and Internal Modulators of Sheep Reproduction. *Reproductive Biology*, 11(3): 61-77. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22200880/>

Blache, D., Tellam, L., Chagas, L., Blackberry, M., Vercoe, P.; Martín, G. 2000. Level of Nutrition Affects Leptin Concentrations in Plasma and Cerebrospinal Fluid in Sheep. *The Journal of Endocrinology*, 165(3), 625–637: DOI:10.1677/joe.0.1650625

Bridges, M. L.; Allen, 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. Pabellón Argentino, Ciudad Universitaria, Córdoba. Obtenido de: <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-11-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-2015.pdf>

Cabrera, V. 2010. Valor del Semen Sexado para la Industria Lechera . Obtenido de CRI International Horizons: http://reproduccionanimal.com.mx/AISS_Valor%20%20Semen%20sexado%20Ind%20Lechera.pdf

Campos, R.; Hernández, É. 2008. Relación, nutrición/fertilidad en bovinos. *Bioquímica & Fisiología*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. p. 57

CENAGRO. 2012. Censo Nacional Agropecuario. Lima: IV Censo Nacional Agropecuario. Obtenido de <https://www.gob.pe/36487-consultar-informacion-de-los-censos-realizados-por-el-inei-censos-nacionales-agropecuario#:~:text=tipos%20de%20censos->

,Censos%20Nacionales%20Agropecuaria,distrito%20que%20realiza%20actividades%20agropecuarias.

Cutiri, H. 2022. Evaluación del uso de semen sexado y semen convencional con adición de “Heifer Plus” para la obtención de terneras por inseminación artificial en vacunos Brown Swiss, en el Distrito de Ocongate-Cusco. Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.Perú. p. 29-32

Del Campo, M. 1986. Consideraciones sobre los avances científicos de la biotécnicas en la reproducción animal. Instituto de reproducción animal. Universidad Austral de Chile. Obtenido de: <https://veterinaria.uach.cl/instituto-de-ciencia-animal>

Díaz, M. 2016. Efecto de la adición del Heiferplus al semen de ganado vacuno sobre la tasa de concepción y la proporción de nacimientos de terneras-Chiclayo.Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias Zootécnicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. p 163

Diskin M.; Mackey D.; Roche J.; Sreenan J. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. Anim Reprod Sci. 78(3-4):345-70. DOI: 10.1016/s0378-4320(03)00099-x.

EMLAB Genetics. 2013. Agente sexador HEIFERPLUS. Obtenido de <http://www.emlabgenetics.com/Pages/HEIFERPLUS.aspx>.

Engels, V. 2022. Fisiología del ciclo ovárico y su relación con la fertilidad. Teruel: XV Fundamentos de Obstetricia y Ginecología. Obtenido de <https://sego.es/documentos/ponencias/cursos/141/4.%20Virginia%20Engels%20Calvo%20-%20Fisiolog%C3%ADa%20del%20ciclo%20ov%C3%A1rico%20y%20endometrial.%20Correlaci%C3%B3n%20con%20la%20fertilidad>

Ferguson, J. 1995. Estructuración de programas de reproducción y de salud del hato. Hoard's dairyman en español, 329 – 330. Obtenido de: <http://www.hoardsenespanol.com/>

Flores, A., Enríquez, E., Anchondo, A., Grado, J., Rodríguez, C.; Ramírez, J. 2013. Uso de benzoato estradiol o GnRH en vaquillas sincronizadas con progesterona y PGF2a. Tecnociencia Chihuahua, 2(1): 17-24. Obtenido de <https://mydokument.com/uso-de-benzoato-de-estradiol-o-gnrh-en-vaquillas-sincronizadas-con.html>

Gigli, I.; Russo, A.; Agüero, A. 2006. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. InVet, 8(1): 183-204. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-34982006000100018&script=sci_arttext&tlng=en

González, K. (18 de Junio de 2021). Efecto de los minerales en la reproducción del ganado bovino. Obtenido de <https://zoovetespasion.com/ganaderia/alimentacion-bovina/minerales-en-la-reproduccion-del-ganado>

Guoyao, W. 2018. Principles of Animal Nutrition. Taylor & Francis Group. Florida. p. 91.

Hafez, S.; Hafez., B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales Séptima Edición. México: McGraw Hill Interamericana. p. 42.

Hafez, E. 1989. Reproducción e inseminación artificial en animales. México: McGraw Hill, Quinta Edición. p. 115.

INIA. 2014. ABC DEL INSEMINADOR EN GANADO VACUNO DE LECHE. (pág. 32). Ayacucho: Programa Ncional de Medios de publicacion Tecnicas-INIA. Obtenido de Jornadas de biotecnología de la reproducción en hembras de interés zootécnico, Ayacucho. Obtenido de: www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.htm

INRENA. 2010. Inventario de fuentes de aguas suerficiales del rio Vilcanota ámbito de la ATDR-Cusco. Cusco: Intendencia de Recursos Hídricos. Obtenido de https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3498/ANA0002110_2.pdf?sequence=6&isAllowed=y

INTAGRI . (Enero de 2019). Nutrición y su efecto en la reproducción . Obtenido de <https://www.intagri.com/index.php/articulos/ganaderia/nutricion-y-su-efecto-en-la-reproduccion>

Jimenez, A. 2023. Inseminación artificial a tiempo fijo con semen sexado. Revista Veterinaria Argentina, 40(424): 1-5. Obtenido de <https://www.veterinariargentina.com/revista/2014/05/inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-con-semen-sexado/>

Kasimanickam, K.; Firth, P.; Schuenemann, M.; Whitlock, K.; Gay, M.; Moore, A.; Hall, B.; Whittier, D. 2015. Effect of the first GnRH and two doses of PGF2a in a 5-day progesterone-based CO-Synch protocol on heifer pregnancy. Theriogenology, 81 (6): 797–804. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2013.12.023

Keisler, D.; Lucy, M. 2011. Perception and Interpretation of the Effects of Undernutrition on Reproduction. Journal of Animal Science, 74(3): 1-17. DOI:10.2527/1996.74suppl_31x.

Kumar, S.; Pandey, A.; Waquar, A.; & Kumar, D. 2011. mportance of micro minerals in reproductive performance of livestock. Veterinary World, 4(5): 230-233. Obtenido de:<https://pdfs.semanticscholar.org/c72f/5f4416f4b82a3495eaa5238ca9a0f906fdf3.pdf>

Lowman, B.; Scott, N.; Somerville, S. 1976. Condition scoring beef cattle. East of Scotland College of Agriculture, 1(1): 1-8. Obtenido de <https://srucarchive.sruc.ac.uk/index.php/edinburgh-and-east-of-scotland-college-of-agriculture-eesca>

López, N.; Argudo, D.; Alvarado, J.; Vallecito, A.; Galarza, L.; Alvarado, J.; Ayala, L. 2019. Efecto del agente sexador bovino sobre la producción in vitro de embriones hembras. Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, 3 (3): 57-62. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/336852882_Efecto_del_agente_sexador_bovino_sobre_la_produccion_in_vitro_de_embryones_hembras

Lucy, M.; Savio, J.; Badinga, L.; De La Sota, R.; Thatcher, W. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. Journal of Animal Science, 70(11): 3615–3626. DOI:[10.2527/1992.70113615x](https://doi.org/10.2527/1992.70113615x)

Macedo, G.; Sá Filho, M.; Vasconcellos, R.; Mendanha, M.; Campos, E.; Sampaio, P. 2013. The Use Of Sex-Sorted Sperm For Reproductive Programs In cattle. En A. Lemma, Success in Artificial Insemination - Quality of Semen and Diagnostics Employed. InTech. Ethiopia. p. 154.

Mc Kenna, A. 2018. Sincronización con doble dosis de prostaglandinas y utilización de semen sexado hembra en vaquillonas Holando Argentino. Tesis para optar el grado de Veterinario. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. p. 89

Mapletoft, R.; Bó, G.. 2013. 10° Simposio Internacional de Reproducción. Obtenido de <http://www.iracbiogen.com/admin/biblioteca/documentos/RESUMEN%202013.pdf>

Márquez, J. 2012 Generalidades de la ganadería bovina. Obtenido de Charbray, <https://zoovetespasion.com/ganaderia/razas-bovina/raza-bovina-charbray>

Martínez, M.; Kastelic, J.; Adams, G.; Mapletoft, R. 2002. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. J. Anim. Sci., 80: 1746–1751. DOI:[10.2527/2002.8071746x](https://doi.org/10.2527/2002.8071746x)

Martínez, P.; Rangel, S.; Apodaca, C.; Rodríguez, R.; Ayala, O.; García, O. García, S. (2010). Efecto del Benzoato de Estradiol en la sincronización de celos de vacas

Charoláis. Memorias de la XX Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos, Mexicali. Obtenido de:
https://www.researchgate.net/publication/3538867667687687603829_Memoria_de_la_XX_reunion_internacional_sobre_produccion_de_carne_y_leche_en_climas_calidos

Mattos, R.; Staples, C.; Thatcher, W. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, 5: 38–45.
DOI:<https://doi.org/10.1530/ror.0.0050038>

Motta, P.; Ramos, N.; González, C.; Castro, E. 2011. Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. *Veterinaria Zootecnia*, 5(2): 88-99. Obtenido de
<http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v5n2a08.pdf>

Municipalidad Distrital de Ocongate. 2007. Plan de desarrollo concertado del Distrito de Ocongate (2007-2018). Cusco: Municipalidad Distrital de Ocongate. Obtenido de
[https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/11049/PLAN_11049_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20CONCERTADO%20DEL%20DISTRITO%20DE%20OCONGATE%20\(2007%20%20C3%83%2%A2%20E2%80%9A%20AC%20C3%A2%20E2%82%20AC%5%93%202018\)_2010.pdf](https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/11049/PLAN_11049_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20CONCERTADO%20DEL%20DISTRITO%20DE%20OCONGATE%20(2007%20%20C3%83%2%A2%20E2%80%9A%20AC%20C3%A2%20E2%82%20AC%5%93%202018)_2010.pdf)

Municipalidad Distrital de Ocongate. 2012. Plan de desarrollo concertado del Distrito de Ocongate 2012-2021. Cusco: Municipalidad Distrital de Ocongate. Obtenido de
<https://dokumen.tips/documents/plan-de-desarrollo-concertado-del-distrito-de-ocongate-2012-2021.html?page=2>

Nebel, R.; DeJarnette, M. (18 de mayo de 2011). Perulactea. Obtenido de Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina: <https://perulactea.com/anatomia-y-fisiologia-de-la-reproduccion-bovina/>

Nebel, R.; DeJarnette. 2018. Select Reproductive Solutions is a Trademark of Select Sires Inc. Obtenido de

http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive_anatomy_spanish.pdf?version=20180803

Ochoa, E. 2019. Efecto de la permanencia del dispositivo con progesterona y dosis adicional de Prostaglandina sobre la dinámica folicular y tasa de preñez en vacas lecheras sincronizadas con el protocolo Co-Synch. Tesis para optar el Título Grado Académico de Magíster en Reproducción Bovina, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. p. 24-35.

Olmedo, E. 2020. Efecto de factores medioambientales sobre los parámetros productivos y reproductivos del hato lechero en la hacienda El Prado. Tesis para optar el grado de Especialista en Reproducción Bovina. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. p. 97.

Oses, M.; Teruel, M.; Cabodevila, J. REVISTA VETERINARIA 2009. Obtenido de: <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/1867/1617>

Ramírez, 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 para optar el grado de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco. p. 102.

Rasby, R.; Deutscher, G. 2000. EC00-279 Synchronizing Esetrus In Beef Cattle. IANR. Nebraska. p. 56.

Rippe, C. 2009. El Ciclo Estral. Conferencia de reproducción de ganado lechero 2009. Minneapolis, USA.: ABS Global Inc. Obtenido de: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37066653/Ciclo_Estral-libre.pdf?1427012466=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCiclo_Estral.pdf&Expires=1692766787&Signature=TR9bDKzMmokqtgq9Zq8eWhZCPgcnvlnqbgysZ8T~YyINIKv3yfnzHviWT

Rippe, C. 2018. El ciclo estral. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/ciclo-estral-t42271.htm>

Sánchez, A. 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Monografía para obtener el título de Médico Veterinario. Universidad Veracruzana. Veracruz. p. 75.

Sánchez, K. 2023. 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 para optar al Título Profesional de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Perú. p.35-40.

Sartori, R. 2009. Factores nutricionales que afectan el desempeño en programas reproductivos en bovinos de carne y de leche. Sitio Argentino de Producción Animal, 11(44): 4-15. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/28-nutricionales_reproduccion.pdf

Sintex, L. 2005. Fisiología reproductiva del bovino . Obtenido de <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/07/fisiologc3ada-reproductiva-del-bovino.pdf>

Shimada, A. 2009. Nutricion Animal. Trillas. México. p. 126.

Sisson, S.; Grossman, J. 1990. Anatomia de animales domesticos. Salvat. Mexico, D.F. p. 178.

Swenson, M.; Dukes, H. 1999. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. Acribia . Madrid. p. 154.

Suarez , C. 2015. Generadores de cultura en base a la producción del ganado brown swiss en la comunidad Pulpera - Condes de la provincia de Chumbivilcas - Cusco. Tesis para optar al Título Profesional de Licenciado en Antropología. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco. p. 105.

Takemoto, H.; Rivero, S.; Carmelo, J. 2006. Manual básico de manejo y crianza de ganado lechero. Santa Cruz de la Sierra: Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Obtenido de <https://www.uagrm.edu.bo/>

Torres, M.; González, J. 2022. Ultrasonografía y descripción fisiológica de eventos esenciales para el manejo reproductivo en ganado lechero. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2): 452-472. DOI: 10.22319/rmcp.v13i2.5789

Van Niekerk, A.; Louw, B. 1980. Condition scoring of beef cattle. Natal: Department of Agricultural Technical Services. Obtenido de <https://www.kzndard.gov.za/>

Vélez, S. (2005). Sincronización de celos e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en ganado de carne en la hacienda Cuba, Montelíbano, Colombia. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Institución Superior Zamorano. Colombia. p. 94.

Vieira, A.; Piva, L.; Simões, C.; De Almeida, A.; Martin, I. (2005). Produtividade e eficiencia de vacas Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbes*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34 (4): 1357- 1365. DOI: 10.1590/S1516-35982005000400033

Vinueza, J. 2019. Evaluación de un Protocolo de IATF (inseminación artificial a tiempo fijo) con gonadorelinas previo a la inseminación en Ganado Bovino en el sector de Tanicuchi Hacienda “Las Lomas” en el período agosto 2018 – febrero 2019. Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. p. 112.

Wade, G.; Jones, J. 2004. Neuroendocrinology of Nutritional Infertility. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. p. 1277-1296

Yáñez, D.; Bardona, I.; López, J.; Marini, P. 2021. Protocolo J-Synch con y sin ECG en vacas Brown Swiss y sus crizas con *Bos Indicus* en la Amazonía Ecuatoriana. 33 (1): 8-20. DOI: <https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.01>

Yasothai, R. 2014. Importance of minerals on reproduction in dairy cattle. International Journal of Science, Environment and Technology, 3(6): 2051 – 2057. Obtenido de <https://typeset.io/papers/importance-of-minerals-on-reproduction-in-dairy-cattle-1efporfp07>

Zariñana, E. (12 de Enero de 2022). Semen sexado y su uso en rebaños bovinos. Obtenido de <https://veterinaria-bovinos.com/2022/01/12/semen-sexado-y-su-uso-en-rebanos-bovinos/>

ANEXOS

Anexo 1. Procesamiento de datos de presencia de estro obtenidos de los protocolos empleados (CO-SYNCH Y J-SYNCH).

CROSSTABS

/TABLES=PROTOCOLOS BY DETECCION

/FORMAT=AVALUE TABLES

/STATISTICS=CHISQ CC PHI

/CELLS=COUNT EXPECTED ROW COLUMN TOTAL

/COUNT ROUND CELL

/METHOD=EXACT TIMER (5)

Tabla de contingencia PROTOCOLOS * DETECCION

			DETECCION		Total
			CON ESTRO	SIN ESTRO	
PROTOCOLOS	CO-SYNCH	Recuento	17	3	20
		Frecuencia esperada	18,0	2,0	20,0
		% dentro de PROTOCOLOS	85,0%	15,0%	100,0%
		% dentro de DETECCION	47,2%	75,0%	50,0%
		% del total	42,5%	7,5%	50,0%
	J-SYNCH	Recuento	19	1	20
		Frecuencia esperada	18,0	2,0	20,0
		% dentro de PROTOCOLOS	95,0%	5,0%	100,0%
		% dentro de DETECCION	52,8%	25,0%	50,0%
		% del total	47,5%	2,5%	50,0%
Total		Recuento	36	4	40
		Frecuencia esperada	36,0	4,0	40,0
		% dentro de PROTOCOLOS	90,0%	10,0%	100,0%
		% dentro de DETECCION	100,0%	100,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,111 ^a	1	,292	,605
Corrección por continuidad ^b	,278	1	,598	
Razón de verosimilitudes	1,158	1	,282	,605
Estadístico exacto de Fisher				,605
Asociación lineal por lineal	1,083 ^c	1	,298	,605
N de casos válidos	40			

a. 2 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

La frecuencia mínima esperada es 2.00.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

c. El estadístico tipificado es -1.041.

Medidas simétricas

	Valor	Sig. aproximada	Sig. exacta
Nominal por nominal Phi	-,167	,292	,605
V de Cramer	,167	,292	,605
Coeficiente de contingencia	,164	,292	,605
N de casos válidos	40		

Anexo 2. Procesamiento de datos de tasa de preñez obtenidos de los protocolos empleados (con y sin la adición de HEIFERPLUS).

WEIGHT BY observados.

CROSSTABS

/TABLES=PROTOCOLOS BY PORCENTAJE

/FORMAT=AVALUE TABLES

/STATISTICS=CHISQ CC PHI

/CELLS=COUNT EXPECTED ROW COLUMN TOTAL

/COUNT ROUND CELL

/METHOD=EXACT TIMER(5).

Tabla de contingencia PROTOCOLO * PREÑEZ

			PREÑEZ		Total
			PREÑADA	NO PREÑADA	
PROTOCOLO	con HEIFERPLUS	Recuento	13	7	20
		Frecuencia esperada	12,0	8,0	20,0
		% dentro de PROTOCOLO	65,0%	35,0%	100,0%
		% dentro de PREÑEZ	54,2%	43,8%	50,0%
		% del total	32,5%	17,5%	50,0%
	sin HEIFERPLUS	Recuento	11	9	20
		Frecuencia esperada	12,0	8,0	20,0
		% dentro de PROTOCOLO	55,0%	45,0%	100,0%
		% dentro de PREÑEZ	45,8%	56,3%	50,0%
		% del total	27,5%	22,5%	50,0%
Total		Recuento	24	16	40
		Frecuencia esperada	24,0	16,0	40,0
		% dentro de PROTOCOLO	60,0%	40,0%	100,0%
		% dentro de PREÑEZ	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	60,0%	40,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,417 ^a	1	,519	,748
Corrección por continuidad ^b	,104	1	,747	
Razón de verosimilitudes	,418	1	,518	,748
Estadístico exacto de Fisher				,748
Asociación lineal por lineal	,406 ^c	1	,524	,748
N de casos válidos	40			

a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 8.00.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

c. El estadístico tipificado es .637.

Medidas simétricas

		Valor	Sig. aproximada	Sig. exacta
Nominal por nominal	Phi	,102	,519	,748
	V de Cramer	,102	,519	,748
	Coeficiente de contingencia	,102	,519	,748
N de casos válidos		40		

Anexo 3. Procesamiento de datos de tasa de porcentaje de sexo obtenidos de los protocolos empleados (con/ sin adición de HEIFERPLUS).

WEIGHT BY frecuencia.

CROSSTABS

/TABLES=PROTOCOLO BY SEXO

/FORMAT=AVALUE TABLES

/STATISTICS=CHISQ CC PHI

/CELLS=COUNT EXPECTED ROW COLUMN TOTAL

/COUNT ROUND CELL

/METHOD=EXACT TIMER (5).

Tabla de contingencia protocolo * sexo

			SEXO		Total
			HEMBRA	MACHO	
PROTOCOLOS	con HEIFERPLUS	Recuento	9	4	13
		Frecuencia esperada	7,6	5,4	13,0
		% dentro de preñez	69,2%	30,8%	100,0%
		% dentro de sexo	64,3%	40,0%	54,2%
		% del total	37,5%	16,7%	54,2%
	sin HEIFERPLUS	Recuento	5	6	11
		Frecuencia esperada	6,4	4,6	11,0
		% dentro de preñez	45,5%	54,5%	100,0%
		% dentro de sexo	35,7%	60,0%	45,8%
		% del total	20,8%	25,0%	45,8%
Total	Recuento	14	10	24	
	Frecuencia esperada	14,0	10,0	24,0	
	% dentro de preñez	58,3%	41,7%	100,0%	
	% dentro de sexo	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	58,3%	41,7%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,386 ^a	1	,239	,408
Corrección por continuidad ^b	,580	1	,446	
Razón de verosimilitudes	1,395	1	,238	,408
Estadístico exacto de Fisher				,408
Asociación lineal por lineal	1,328 ^c	1	,249	,408
N de casos válidos	24			

a. 1 casillas (25.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4.58.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

c. El estadístico tipificado es 1.152.

Medidas simétricas

		Valor	Sig. aproximada	Sig. exacta
Nominal por nominal	Phi	,240	,239	,408
	V de Cramer	,240	,239	,408
	Coeficiente de contingencia	,234	,239	,408
N de casos válidos		24		

Anexo 4. Lista beneficiarios y número de vaquillas, protocolo CO-SYNCH (05 días).

PROTOCOLO DE SnC	COMUNIDAD	N°	PRODUCTOR	CODIGO DE LA VAQUILLA	CARACTERISTICAS DEL ANIMAL			DETECCION DE CELO	SEMEN	PAJILLA	DIAGNOSTICO DE PREÑEZ	DETERMINACION DE SEXO
			Nombres y Apellidos		EDAD (años)	RAZA	C.C.					
CO-SYNCH	ACCOCUNCA	M01	Simon cutire luna	AC01	1.5	B.S.	3.0	NO	T. POINT	SC	V	-
		M02	Cirilo quispe machaca	AC02	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	H
		M03	Nemesio Machaca Yucra	AC03	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	H
		M04	Victor Llanos Machaca	AC04	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	p	M
		M05	Leonidas Luna Chillihuani	AC05	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SC	P	M
	CCOLCA	M06	Serafina Chillihuani Yapura	C01	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SC	P	H
		M07	Elena Condori Nina	C02	1.5	B.S.	3.5	SI	T. POINT	SX	P	M
		M08	Leoncio Ccorimanya Merma	C03	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SX	V	-
		M09	Esteban Sulcapuma Contreras	C04	1.5	B.S.	3.0	NO	T. POINT	SC	V	-
		M10	Sabina Hanco Condori	C05	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	V	-
		M11	Vasilio Quispe Turpo	C06	1.5	B.S.	3.5	SI	T. POINT	SX	P	M
		M12	Vasilio Quispe Turpo	C07	1.5	B.S.	2.5	NO	T. POINT	SC	V	-
		M13	Vasilio Quispe Turpo	C08	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	V	-
		M14	Vasilio Quispe Turpo	C09	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SC	P	M
		M15	Flora Quispe Nina	C10	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SC	P	H
	ACCOCUNCA	M16	Edgar Huanca Condori	AC06	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	H
		M17	Juliana Quispe Llanos	AC07	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SX	P	H
		M18	Demasio Machacca Yucra	AC08	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	V	-
		M19	Cipriana Machacca Condori	AC09	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	H
		M20	Delia Chillihuani Chillihuani	AC10	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	P	M

Anexo 5. Lista beneficiarios y número de vaquillas, protocolo J-SYNCH (06 días).

PROTODOL O DE SnC	COMUNIDA D	N°	PRODUCTOR Nombres y Apellidos	CODIGO DE LA VAQUILLA	CARACTERISTICAS DEL ANIMAL			DETECCION DE CELO	SEMEN	PAJILL A	DIAGNOSTIC O	DETERMINACI ON DE SEXO
					EDAD (años)	RAZA	C.C .					
J-SYNCH	ANDAMAY O	M01	Jose sallo Choque	A01	1.5	B.S.	3.5	SI	T. POINT	SX	P	H
		M02	Benigna apaza huaman	A02	1.5	B.S.	3.5	SI	T. POINT	SC	P	M
		M03	Fortunata Quispe Turpo	A03	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	V	-
		M04	Juan Condori Quispe	A04	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	V	-
		M05	Elizabeth Huanca Chillihuani	A05	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	P	M
		M06	Ines quispe Machacca	A06	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SX	P	M
		M07	Flora Condori Mamani	A07	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	V	-
		M08	Sabina Jancco Condori	A08	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	H
		M09	Natividad Luna Turpo	A09	1.5	B.S.	2.5	SI	T. POINT	SC	V	-
		M10	Juana Cjuno Luna	A10	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	H
	PINCHIMUR O	M11	Miguel Gonzalo Quispe	P01	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	H
		M12	Miguel Gonzalo Quispe	P02	1.5	B.S.	2.5	NO	T. POINT	SC	V	-
		M13	Juan condori cuchicari	P03	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	P	M
		M14	Daniel Condori Juchasara	P04	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	P	H
		M15	Daniel Condori Juchasara	P05	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	V	-
		M16	Marselina merma condori	P06	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	P	M
		M17	Marselina merma condori	P07	1.5	B.S.	3.5	SI	T. POINT	SC	V	-
		M18	Evangelina Jancco Condori	P08	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SX	V	-
		M19	Ciriaco Condori Mamani	P09	1.5	B.S.	3.0	SI	T. POINT	SC	P	H
		M20	Maria Condori Machacca	P10	1.5	B.S.	3.5	SI	T. POINT	SC	V	-

Anexo 6. Fotografía de materiales para la sincronización.



Anexo 7. Fotografía de evaluación de motilidad de semen.



Anexo 8. Fotografía de equipos de inseminación artificial.



Anexo 9. Fotografía de agente sexador.



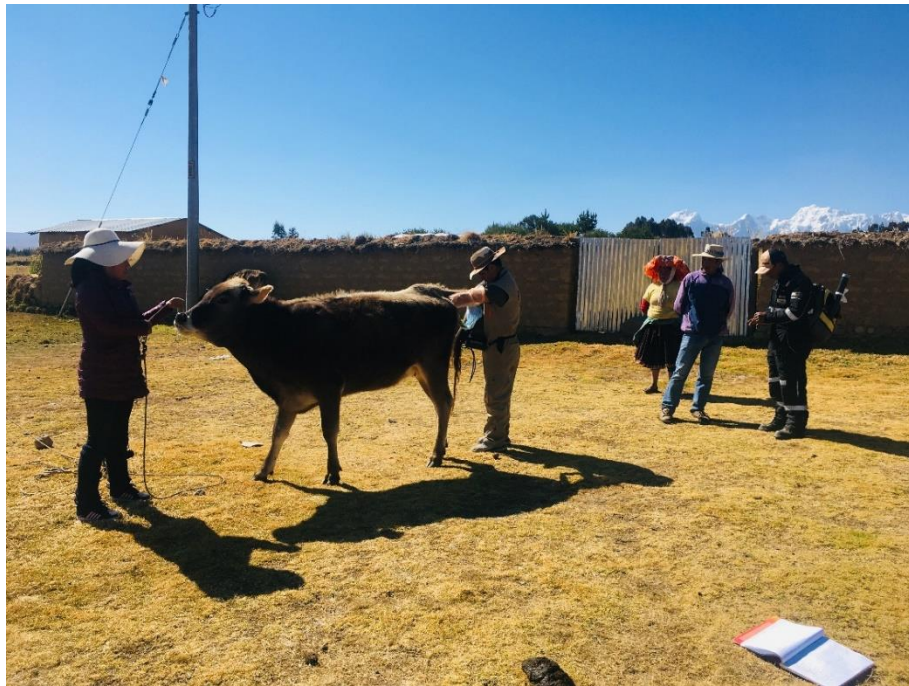
Anexo 10. Fotografía de aplicación de hormonas



Anexo 11. Fotografía del equipo de ecografía



Anexo 12. Fotografía de determinación de sexo con ultrasonografía



Anexo 13. Fotografía del equipo técnico en el trabajo de tesis.



Anexo 14. Fotografías de crías nacidas.







Leyenda: fotografía tomada en el año 2024, una de las crías nacidas en la comunidad campesina de Andamayo-Ocongate, en periodo de gestación (5 meses) de su tercera cría, producción de leche 18 litros en su segundo parto.

Anexo 15. Fotografía de catálogo del toro Point.

SPERMEX - Su fuente fiable de genética superior a todas las exigencias



HB: 10/354365
LOM: DE 09 46065717
nacido: * 16.05.2011



PROHUVO DE 09 38542953	PRONTO	US 191.184	ENIGN ET *TA	
	KIRI	DE 09 34233904	HUSSLI	
	3/2	7.649 4,24 3,97 628	KATI	
PREGA DE 09 42303847	EVTUN	DE 09 34763366	EVEN *TM	
6/6	11.017 4,16 3,60 856	PALOMA DE 09 37471331	HUCOS	
RM: 4.	12.502 4,55 3,55 1013	5/5	10.562 3,92 3,54 788	PALME

aAa: 135264 KK: BB

Valor genético del 05.12.2017	GZW 107	97%
Leche	Indice leche 112	99%
Leche kg	+469	
Grasa %	+0,02	
Grasa kg	+22	
Proteína %	-0,01	
Proteína kg	+16	
Carne	FW 77	91%
Incremento neto /d.	87	
Rend. a la canal	85	
Categ. EUROP	61	
Aptitud Biológica	FIT 95	94%
Longevidad	96	
Persistencia	100	
Células somáticas	91	
Facil. de ordeño	122	
Fertilidad (p/m)	+1 %	93
Facil. de parto (p/m)	103	98
Vitalidad	110	

CONFORMACIÓN:		173 hijos						
Característica	TPI	tendencia	76	88	100	112	124	tendencia
Tamaño	105							
Grupa	90							
Patas y aplomos	111							
Ubre	105							
Nota total (EXT)	106							
Musculatura	87	débil						fuerte
Altura de la grupa	99	baja						alta
Ancho de tórax	90	shallow						deep
Profund. corporal	111	poca						mucha
Línea superior	110	hacia abajo						hacia arriba
Largo de anca	94	corta						larga
Ancho de anca	99	estrecha						ancha
Angulo de anca	94	ascendente						inclinado
Posición del trocánter	90	in the back						in the centre
Vista lat. corvejones	79	estacionado						angulado
Corvejones	110	poco definido						bien definido
Menudillo/Espolones	115	bajo						alto
Angulo del talón	103	bajo						alto
Largo ubre anterior	109	corta						larga
Ancho Ubre post.	102	estrecha						ancha
Altura Ubre post.	115	baja						alta
Soporte central	110	débil						fuerte
Profund. Ubre post.	97	baja						alta
Inserción ubre post.	101	débil						firme
Equilibrio de ubre	107	staged						inclined
Largo de pezones	106	corto						largo
Ancho de pezones	76	delgado						grueso
Posición pezones ant.	109	exterior						interior
Coloc. pezones post.	108	exterior						interior
Posición pezones post.	113	salidos						medios
Ningun pez. adic.	102	tetas adic						limpia



POINT - madre Pregá



POINT Udith

SELECTA
GENÉTICA & BIOTECNOLOGÍA

Descargar

www.spermex.de