

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

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**TESIS**

**“EVALUACION DEL USO DE SEMEN SEXADO Y SEMEN CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE “HEIFER PLUS” PARA LA OBTENCION DE TERNERAS POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN VACUNOS BROWN SWISS, EN EL DISTRITO DE OCONGATE - CUSCO”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. HENRY ALAN CUTIRI CHILLIHUANI.**

**Para optar al Título Profesional de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ASESORES:**

**Ing. CESAR DOMINGO ORDOÑEZ RODRIGUEZ**

**Ing. MSc. CLIMAR RUBEN GONZALES CONDORI**

**FINANCIADO POR: CONVENIO ARES - UNSAAC**

**CUSCO – PERU**

**2022**

## INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, Ing. Cesar Ordoñez Rodríguez, asesor del trabajo de proyecto de investigación titulado "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"

presentado por el estudiante; **HENRY ALAN CUTIRI CHILLIHUANI** con DNI: **47537762** y código de estudiante **UNSAAC: 145233**, perteneciente a la escuela profesional Zootecnia, para optar el título Profesional Grado de Ingeniero Zootecnista, informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces mediante el software Antiplagio Turnitin, conforme del art. 6° de Reglamento para el Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de (.10%).

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una X
Del 1 a 10%	No se considera plagio	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 a 30%	Devolver al usuario para las correcciones	<input type="checkbox"/>
Mayor de 31%	El responsable de la revisión del documento emita un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que se toma las acciones correspondientes, sin perjuicio de las sanciones administrativas correspondan de acuerdo a la ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, remito el presente informe en señal de conformidad y adjunto el reporte del sistema antiplagio del referido proyecto de tesis.

Cusco, 21 de AGOSTO del 2023

FIRMA

POS FIRMA Cesar Ordoñez Rodríguez

Nro. de DNI. 23085311

ORCID del Asesor. 0000-0002-2955-4555

SE ADJUNTA: 2do Asesor ORCID: 0000-0003-1800-9380

DNI: 45572143

1.- Reporte generado por el sistema antiplagio.

2.-enlace del reporte generado por el sistema antiplagio 010:27259;257347216

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS ALAN CUTIRI CHILLIHUANI FINAL  
EMPASTADO.docx**

RECUENTO DE PALABRAS

**12717 Words**

RECUENTO DE PÁGINAS

**66 Pages**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 22, 2023 7:32 AM GMT-5**

RECUENTO DE CARACTERES

**66859 Characters**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.5MB**

FECHA DEL INFORME

**Aug 22, 2023 7:33 AM GMT-5****● 10% de similitud general**

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

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

## DEDICATORIA

*Con todo el cariño y eterna gratitud por quienes cuidaron y dieron lo mejor de sí, para formar en mí una persona con valores y ética, y de provecho para la sociedad, a mis padres:*

***Luis Cutiri luna***

***Y***

***Nieves Chillihuani Espetia***

*por todo el apoyo incondicional en esta etapa de formación de mi vida profesional.*

*A mis queridos hermanos:*

***Hugo Jesús, Roger, Rosa Luz, Sonia y Martha.***

*Con mucho cariño por toda comprensión y apoyo incondicional en esta etapa de mi vida profesional.*

*Un agradecimiento muy incondicional para la persona muy importante de mi vida **Lidia Cutipa Qquesuallpa.***

*Al amor de mi vida **Yuliana Quispe LLanos** y*

*A mis hijos:*

***Frederick Clinton y Ruth Milagros***

*con mucho aprecio, amor, respeto y gratitud por haberme dado la motivación de seguir avanzando profesionalmente.*

***Henry Alan Cutiri Chillihuani.***

## **AGRADECIMIENTO**

### **A mis asesores**

Ing. Cesar Domingo Ordoñez Rodríguez y al Mgt. Climar Rubén Gonzales Condori por su guía, paciencia, consejos y apoyo a lo largo del proceso de realización del presente trabajo.

### **A mi alma mater UNSAAC**

Facultad de Ciencias Agraria y a la Escuela Profesional de Zootecnia, K'ayra por acogirme en sus aulas, proporcionándome los conocimientos necesarios para mi desarrollo académico y profesional.

### **Al convenio ARES-UNSAAC**

Quienes respaldan y fomentan la ejecución de trabajos de investigación y quienes han sido los patrocinadores del presente trabajo de investigación.

Por último, extendiendo mi gratitud a mis amigos, Cesar Augusto Condori Cutiri, Joel Ramírez Conza, Juan Gabriel Condori Cutiri, Nélide Cutiri Quispe, Fray Condori Cutiri, Percy Condori Flores, Marco Condori Flores, Aurelio Cuchuyrumi Mayo, Basilia Quispe Quispe, Juvenal Cutipa Qquesuallpa, Ronaldinho Cutipa Qquesuallpa, Gimber Cutipa Qquesuallpa, y compañeros, quienes me brindaron su apoyo en la finalización del presente trabajo.

***Atte. Henry Alan Cutiri Chillihuani.***

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ANEXOS .....	viii
GLOSARIO .....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....	3
2.1.OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2.3.JUSTIFICACIÓN.....	4
III. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
3.2.CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL BOVINO BROWN SWISS.....	6
3.3.GANADERÍA BOVINA EN EL DISTRITO OCONGATE.....	6
3.4.IMPORTANCIA DE LAS TERNERAS EN UN HATO LECHERO.....	7
3.5.FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA .....	7
3.5.1.CONTROL NEUROENDOCRINO DEL CICLO ESTRAL.....	8
3.5.2.REGULACIÓN HORMONAL DE LA REPRODUCCIÓN .....	9
3.5.3.CICLO ESTRAL DEL BOVINO .....	10
3.5.4.DINÁMICA FOLICULAR EN BOVINOS.....	13
3.6.EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN LA GANADERÍA BOVINA .....	14
3.6.1.DETECCIÓN DE CELO.....	14

3.6.2.CONDICIÓN CORPORAL (CC) .....	14
3.6.3.CONDICIÓN CORPORAL AL INICIO DEL SERVICIO.....	16
3.7.BIOTECNOLOGÍA REPRODUCTIVA.....	16
3.7.1.SEMEN SEXADO .....	17
3.7.2.VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SEMEN SEXADO.....	18
3.8.USO DE AGENTES SEXADORES PARA EL USO EN DOSIS DE SEMEN .....	18
3.8.1.HEIFERPLUS® .....	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
4.1.LUGAR Y UBICACIÓN DE INVESTIGACIÓN .....	20
4.1.1.UBICACIÓN .....	20
4.1.2.CLIMA .....	20
4.2.DURACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	20
4.3.MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS .....	20
4.3.1.MATERIAL BIOLÓGICO.....	20
4.3.2.PRODUCTO DE SUPLEMENTO VITAMÍNICO .....	21
4.3.3.AGENTE SEXADOR .....	21
4.3.4.EQUIPOS INSTRUMENTALES PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	21
4.1.1.MATERIALES Y EQUIPOS PARA DIAGNÓSTICO DE CELO Y PREÑEZ .....	21
4.3.5.MATERIALES DE EVALUACIÓN DE SEMEN .....	22
4.3.6.EQUIPOS Y MATERIALES DE CAMPO .....	22
4.3.7.MATERIALES DE ESCRITORIO .....	22
4.4.METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	22
4.4.1.SENSIBILIZACIÓN A LOS PRODUCTORES.....	22
4.4.2.SELECCIÓN DE ANIMALES .....	23

4.4.3.MANEJO Y ALIMENTACIÓN DE LAS VAQUILLAS .....	24
4.5.ETAPA EXPERIMENTAL .....	24
4.5.1.DISTRIBUCIÓN DE ANIMALES EN ESTUDIO .....	24
4.5.2.PREPARACIÓN DE TRATAMIENTOS.....	25
4.5.3.DETECCIÓN DE CELO.....	25
4.5.4.ADICIÓN DE HEIFERPLUS® AL SEMEN.....	25
4.5.5.INSEMINACIÓN ARTIFICIAL .....	26
4.5.6.DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ.....	26
4.6.VARIABLES EVALUADAS .....	27
4.6.1.TASA DE PREÑEZ .....	27
4.6.2.TASA DE CRÍAS NACIDAS HEMBRAS. ....	27
4.6.3.EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	27
4.7.DISEÑO ESTADÍSTICO.....	27
V.    RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	29
5.1.TASA DE PREÑEZ O CONCEPCIÓN .....	29
5.2.TASA DE CRÍAS NACIDAS HEMBRAS .....	30
5.3.COSTO ECONÓMICO POR TRATAMIENTO .....	31
VI.    CONCLUSIONES.....	33
VII.    RECOMENDACIONES.....	34
VIII.    BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS .....	43



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Grados condición corporal en escala de 1 a 5.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 2. Distribuciones de tratamientos y repeticiones .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 3. Porcentaje de preñez con y/o sin la adición del agente sexador.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 4. Porcentaje del sexo al nacimiento por tratamientos .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 5. Costos económicos por la aplicación de tratamientos .....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra bovina.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2. Anatomía del ovario .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3. Dinámica hormonal de ciclo estral de la vaca .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 4. Ondas foliculares durante el ciclo estral de la vaca.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 5. Incubación del agente sexador heiferplus® .....</b>	<b>26</b>

## ANEXOS

<b>Anexo 1. Costo de semen sexado .....</b>	<b>44</b>
<b>Anexo 2. Costo de semen convencional más adicción de Heiferplus® .....</b>	<b>45</b>
<b>Anexo 3. Costo de semen convencional .....</b>	<b>46</b>
<b>Anexo 4. Procesamiento estadístico de datos .....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo 5. Fotografías del trabajo experimental .....</b>	<b>53</b>
<b>Anexo 6. Fotografías de terneras nacidas .....</b>	<b>54</b>

## GLOSARIO

CC:	Condición corporal.
CL:	Cuerpo lúteo.
IA:	Inseminación artificial.
IATF:	Inseminación artificial a tiempo fijo.
msnm:	Metros sobre el nivel del mar.
MHz:	Mega hertz.
DP:	Diagnóstico de preñez.
SS:	Semen sexado
SC:	Semen convencional
Us:	Ultrasonografía.
PC:	Porcentaje de celo.
PDMC:	Presencia de mucus cervicales.
PP:	Porcentaje de preñez.
INEI:	Instituto nacional de estadística e informática.
IF:	Intensidad de fertilidad.
MDO	Municipalidad distrital de Ocongate

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito comparar el uso de semen sexado, convencional y convencional adicionado con HEIFERPLUS® para la obtención de terneras mediante la inseminación artificial (IA) en vacunos Brown Swiss. Se determinó el porcentaje de preñez, el sexo de las crías y la eficiencia económica. Para ello se emplearon 60 vaquillas de la raza Brown Swiss, en condiciones ginecológicas óptimas, en las comunidades de Lauramarca, Andamayo y Accocunca del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi del departamento de Cusco. El estudio se realizó entre marzo del 2018 a abril del 2019. Los animales fueron distribuidos y asignados en tratamientos al azar siendo estos: uso de semen sexado (SS), uso de semen convencional (SC) y semen convencional adicionado con HEIFERPLUS® (SCH). La asistencia por inseminación artificial (IA) se realizó mediante la detección del celo de manera natural.

Como resultado de la comparación se obtuvo una tasa de preñez con SS de 75%, con SCH fue 70% y con SC fue del 80% sin llegar a ser estas diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). El porcentaje de terneras hembras obtenidas con SS fue 93.33%, mientras que con SCH fue de 78.57% ambas fueron estadísticamente similares ( $p > 0.05$ ) además con SC se obtuvo 56.25% hembras el cual resultó ser similar a SCH ( $p > 0.05$ ). Los costos económicos generados por vaca tratada con SS, SCH y SC fueron de S/.272.50, S/.132.50 y S/.112.50, respectivamente, mientras que el costo por vaca preñada con SS, SCH y SC fue de S/. 363.33, S/.189.29 y S/. 140.63 respectivamente

**PALABRAS CLAVES:** semen sexado, semen convencional, HEIFERPLUS®, Inseminación artificial.

## INTRODUCCIÓN

Por el potencial pecuario que se maneja en el distrito de Ocongate, hoy en día es considerado uno de los distritos ganaderos de la provincia de Quispicanchis. La crianza de vacunos de leche del distrito viene creciendo como propuesta interesante que posibilita generar mayores dividendos a los pobladores (MDO, 2007).

Aumentar la eficiencia reproductiva es uno de los objetivos del empleo de biotecnologías reproductivas consignado de tal modo la obtención de un número de crías por animal en un determinado lapso de tiempo. Pequeños incrementos en la eficiencia reproductiva se traducen en un enorme impacto sobre los índices de producción (Díaz, 2015)

La utilización de semen sexado mantuvo gran interés en los últimos 20 años para inseminar vaquillonas de leche, el uso masivo del semen sexado se vio de alguna manera limitado debido a que con la tecnología disponible hasta hace unos pocos años la fertilidad estaba muy comprometida y solo se adaptaba a su utilización con detección de celos (Bo, 2018).

HEIFERPLUS® es un agente espermático liofilizado, utilizado para el sexado de semen, según investigaciones se reporta un aumento en fertilidad y motilidad de los espermatozoides entre el 5 y 20% en la tasa de concepción (Jaar y Ventura, 2015)

Y con este trabajo se busca obtener terneras de remplazo en los hatos lecheros ya que es fundamental para una producción lechera constante, sin reproducción no hay producción.

El objetivo de este estudio fue comparar el uso de semen sexado, convencional y convencional adicionado con HEIFERPLUS® para la obtención de terneras mediante la inseminación artificial (IA) en vacunos Brown Swiss, en el distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchis, de la región Cusco.

## **I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

La inseminación artificial es una de las biotecnologías reproductivas que tiene más impacto en la mejora genética del vacuno a nivel mundial, desde el punto de vista de la producción animal. Mediante las pajillas sexadas de los mejores sementales de un valor genético a nivel mundial, con los avances que están produciendo en la biotecnología reproductiva, es un gran progreso genético para obtener terneras de remplazo, y con lo cual reducir el intervalo generacional en la ganadería.

La existencia de problemas reproductivos dentro de una explotación ganadera repercute en los parámetros e índices productivos, por ende, es necesario ajustar ciertos aspectos tales como: escaso conocimiento en la detección de celo, celos silenciosos e inseminaciones no efectivas las cuales se reflejan en bajos porcentajes de fertilidad y preñez, lo que a su vez ocasionan pérdidas de tiempo y dinero para los ganaderos.

El distrito de Ocongote pese a tener un buen capital pecuario de que se esté implementando biotecnologías reproductivas en vacunos, existen consignas que no contribuyan del todo al progreso genético y la reducción del intervalo generacional debido a que se hace uso de semen convencional nacional obteniendo de este modo solo el 50% de probabilidad de producir hembras las cuales posteriormente servirán de reemplazo dentro del hato lechero para tener una producción constante y perdurable para contribuir a un mayor ingreso económico en los núcleos familiares del distrito.

## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Proporcionar una información actualizada sobre el uso de semen convencional, semen sexado por citometría de flujo y semen convencional con adición de HEIFERPLUS®, en vacunos Brown Swiss del distrito de Ocongate departamento de Cusco.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Evaluar la tasa de preñez con el uso de semen convencional, semen sexado por citometría de flujo y semen convencional con adición de HEIFERPLUS® en vacunos Brown Swiss.
- b. Evaluar la tasa de crías nacidas hembras con el uso de semen convencional, semen sexado por citometría de flujo y semen convencional con adición de HEIFERPLUS® en vacunos Brown Swiss.
- c. Evaluar la eficiencia económica para la obtención de terneras con el uso de semen convencional, semen sexado por citometría de flujo y semen convencional con adición de HEIFERPLUS® en vacunos Brown Swiss.



### **2.3. JUSTIFICACIÓN**

El ganado vacuno de raza Brown Swiss es conocido por su capacidad rustica progresando de manera positiva en su adaptación en zonas altoandinas y del mismo modo por la calidad de la leche. Entonces surge uno de los grandes retos en zonas altoandinas que es la aplicación de biotecnologías reproductivas para contribuir al progreso genético siendo la inseminación artificial la más aplicada y conocida. Sin embargo, no es suficiente tener estas biotecnologías al alcance de las manos, si no se optimiza la eficiencia reproductiva del hato lechero.

La inseminación artificial cumple un rol importante en la reproducción de la ganadería bovina de nuestro país, es por esto que se requiere aprovechar al máximo las ventajas que ofrece esta biotecnología para reducir costos, tiempo y poder incrementar la productividad y rentabilidad de los pequeños, medianos y grandes ganaderos ya que sin reproducción no hay producción (Suárez, 2015).

Teniendo en cuenta que el distrito de Ocongate cuenta con 18 comunidades campesinas con potencialidad para la crianza de vacuno de leche, también por estar considerado uno de los distritos con mayor capital pecuario con más del 50% de vacunos mejorados en la raza Brown Swiss de la región, ya que existen posibilidades de ampliar la crianza por la disponibilidad de espacio y la capacidad adquisitiva de los productores (MDO, 2012).

Por ende. se realizó el siguiente estudio comparando el uso de semen sexado, convencional y convencional adicionado con el agente sexador HEIFERPLUS® en la obtención de terneras, debido a que tanto el uso de semen sexado como el semen convencional adicionado con el agente sexador HEIFERPLUS® contribuyen en la eficiencia reproductiva, obteniendo mayores probabilidades de concebir crías hembras, contribuyendo de manera positiva al hato lechero y por lo tanto a la economía del productor.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ramírez, (2020) empleó el agente sexador HEIFERPLUS® a muestras de semen congelado que luego fueron usadas en dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas Brown Swiss”, obteniendo porcentajes de preñez con Benzoato de Estradiol (BE) y Cipionato de Estradiol (CPE) de 54% y 42% respectivamente, además, con HEIFERPLUS® el porcentaje de preñez fue de 50% y sin HEIFERPLUS® fue de 46%. Por último, la tasa de sexo con agente sexador HEIFERPLUS® fue de 33% macho y 67% hembras y sin el agente sexador HEIFERPLUS® fue de 55% machos y 45% hembras.

Castro, (2014), empleando HEIFERPLUS®, determino para vacas multíparas y primerizas obtuvo tasas de preñez del 78.57% en primerizas y 71.43% en multíparas; respecto al proporción del sexo, sin la adición HEIFERPLUS® obtuvo 42.86% machos y 57.14% hembras y con la adición HEIFERPLUS® obtuvo 25% machos y 75 % hembras.

Díaz, (2015) usando semen convencional y semen con HEIFERPLUS®, reporta porcentajes de preñez de 32.5% y 42,5% respectivamente. Así mismo, la tasa de sexo obtenida usando semen convencional fue de 50% para machos y hembras, mientras que usando semen con HEIFERPLUS® obtuvo 20% machos y 80% de hembras. En vaquillas de las crías nacidas el 65% fueron hembras, de las cuales el 40% se obtuvo de las inseminaciones realizadas adicionando HEIFERPLUS® al semen y solo el 25 % de las inseminaciones realizadas con semen convencional, no se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ).

Campos y Vargas, (2016), utilizando los productos Bullplus® y HeiferPlus® para el sexado de semen, no observaron diferencias en la tasas de preñeces al comparar Bullplus® (65.3%) y HEIFERPLUS® (64.9%) frente al semen convencional (41.5%), mientras que la proporción de sexo, para Bullplus™ fue de 48.5% de machos y 43.3% de hembras mientras que en el caso de HEIFERPLUS™ y el semen convencional no se observaron diferencias entre machos 47.1 y hembras 52.9%.

### **3.2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL BOVINO BROWN SWISS**

La raza Brown Swiss fue reconocida como raza lechera en 1890 en Estados Unidos, esta fue desarrollada a partir de ganado Swiss Original Braunvieh importado de Suiza entre 1869 y 1880, enfatizando como principal criterio de selección la mayor producción de leche durante más de 100 años (Perulactea, 2018).

La raza Brown Swiss o Pardo Suizo de acuerdo con el Swissslatin Portal Suizo, (2015) es originaria de Suiza. El color de su pelaje es de color café-gris y pasa por las diferentes tonalidades del marrón. Y se adapta bien a grandes altitudes y climas cálidos o fríos. Esta raza bovina, destaca por su calidad de leche, haciéndola conveniente para la elaboración de quesos debido a que tiene un adecuado equilibrio entre calidad y cantidad de la leche producida. Además, la raza Brown Swiss tiene como características: ser longeva, capacidad de adaptación a diversas condiciones, tener facilidad en el momento del parto, ser robusta, resistente a las enfermedades y ser dócil (García, 2012).

Este bovino sobresale por su alta rusticidad, buena conformación y desarrollo de patas y pezuñas, con ubres muy limpias y de mejor textura, alto contenido de sólidos totales en su leche, de temperamento dócil, posee gran facilidad en el parto, muy bien adaptado a diversas condiciones y por último es una de las razas más longevas (Perúlactea, 2018).

### **3.3. GANADERÍA BOVINA EN EL DISTRITO OCONGATE**

Dentro del distrito de Ocongate más del 50% de los vacunos en general son ejemplares mejorados de la raza Brown Swiss, donde en las comunidades de Ccolcca, Luaramarca y Yanama se reportaron una oferta de más de 2,000 litros de leche por día. El rendimiento promedio alcanza a 4 litros/día/vaca por campaña; este dato aparentemente puede ser bajo como promedio, sin embargo, se debe considerar que en algunos hatos la producción pico de algunos animales está en 16 litros por vaca/ día, como también se puede encontrar animales que a pesar de ser mejorado su producción está en 3 L/vaca/ día (MDO, 2012).

### **3.4. IMPORTANCIA DE LAS TERNERAS EN UN HATO LECHERO**

El éxito de la actividad ganadera y su sostenibilidad a lo largo del tiempo están estrechamente ligados al plan de crianza de las vaquillas que sucederán a las vacas maduras en su labor de producción láctea. La meta primordial de la crianza de bovinos de leche es obtener crías robustas, con un buen estado de salud y desarrollo. Por lo tanto, el productor debe esforzarse por alcanzar dichos aspectos y reducir tanto la tasa de mortalidad y morbilidad. Ese período puede iniciar entre los seis a nueve meses hasta los 22 meses (Igua, 2018).

Según Igua, (2018), ofrecer pasto picado, silo, heno o concentrados para que el periodo entre el destete y el primer parto, período en el cual el animal se considera improductivo ayuda a mejorar las condiciones físicas del animal para adelantar el inicio de su vida productiva, por ello se recomienda ofrecer alimentos con alto contenido proteico para que las vacas mejoren su masa muscular, por lo cual es necesario pensar en suplementos como granos o concentrados.

Cuando se tienen ejemplares que alcanzan la edad adecuada para su primer servicio, es necesario evaluar su sistema reproductivo de manera conjunta el peso y su alzada para poder determinar y valorar su posible desempeño productivo para posteriormente sincronizarles el celo e inseminarles. Además, se recomienda reemplazar del 20 al 25 % del conjunto total de terneros disponibles. Para ello, se hace una cuidadosa selección teniendo en cuenta los parámetros genéticos y productivos (Igua, 2018).

Para Arjona, (2019), la productividad de una especie animal en específico y en general dependerá no solamente de la calidad genética que posea esta, sino también de una serie de factores imprescindibles como es el manejo, la alimentación y nutrición, etc. los cuales deben ser considerados desde el nacimiento de los ejemplares.

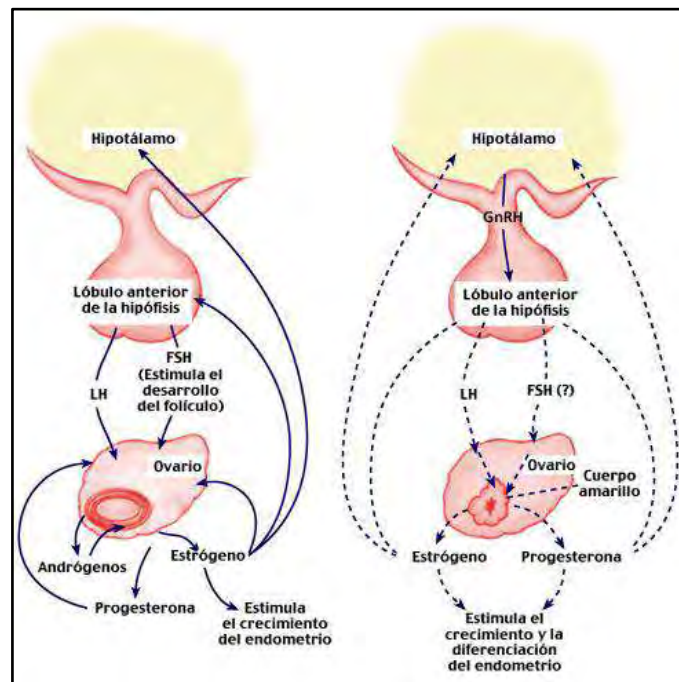
### **3.5. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA**

La reproducción tiene su inicio fisiológicamente con una serie de sucesos que comienzan durante el proceso de formación del sistema reproductivo en el embrión. Luego de su nacimiento, se produce un estado de aparente quietud o latencia hasta

la pubertad, donde el animal debe alcanzar el tamaño y peso adecuados para enfrentar un estado de futura madurez sexual (Holy, 1987).

### 3.5.1. CONTROL NEUROENDOCRINO DEL CICLO ESTRAL

El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero, el cual produce las hormonas que controlan los eventos reproductivos (Callejas, 1995).



Fuente: Tomé (2013)

### Figura 1. Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra bovina

Bo (2005), refiere que la endocrinología de la reproducción en los animales es un proceso complejo que implica la integración principalmente de dos sistemas, el nervioso y el endocrino, a través de un eje fundamental: Hipotálamo - Hipófisis – Gónadas, pero también intervienen otras partes del cuerpo en dicha integración, estos son la glándula pineal (en algunas especies más que en otras), las hormonas placentarias y uterinas.

### 3.5.2. REGULACIÓN HORMONAL DE LA REPRODUCCIÓN

#### a. Hipotálamo

Forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH. La GnRH, en la eminencia media difunde a los capilares del sistema porta hipofisario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisarias FSH y LH (Callejas, 1995).

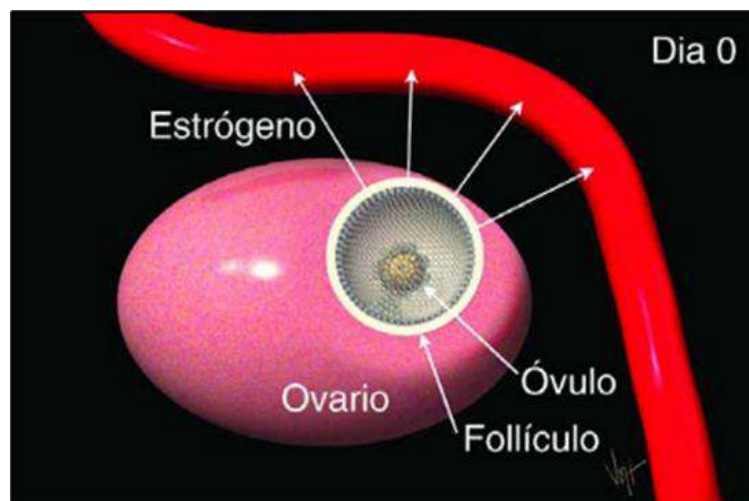
#### b. Hipófisis

La hipófisis se localiza en la silla turca, una depresión ósea en la base del cerebro, esta glándula se subdivide en tres partes anatómicas: lóbulos anterior, intermedio y posterior (Galina y Valencia, 2008).

Rippe (2011), indica que "la hipófisis anterior o adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), mismas que cumplen un papel relevante en el ciclo estral".

#### c. Los ovarios

Son dos glándulas que tienen básicamente dos funciones: una exocrina, que es la de liberación de óvulos y otra endocrina, que es la producción y secreción de hormonas están los estrógenos, la progesterona y la inhibina (RIPPE, 2011).



Fuente: Rivera (2009)

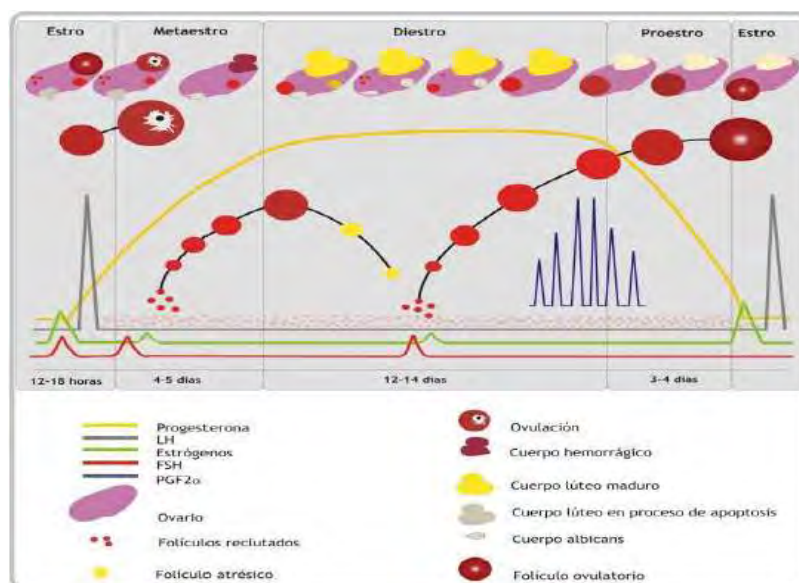
## **Figura 2. Anatomía del ovario**

Asimismo, los ovarios tienen una longitud de 3 cm aproximadamente, sin embargo, su tamaño varía de acuerdo a la fase del ciclo reproductivo de la hembra y de su edad. El ovario se compone de una parte interna, la médula, y la corteza que se compone del epitelio germinal y produce el óvulo por un proceso cíclico llamado ovogénesis (INTAGRI, 2018).

### **3.5.3. CICLO ESTRAL DEL BOVINO**

El ciclo reproductivo de la vaca comprende una serie de procesos físico-químicos que se desarrollan en una secuencia definida. Este ciclo en promedio abarca 21 días, fluctuando entre un mínimo de 17 y un máximo de 24 días. Estos fenómenos van dirigidos a preparar el tracto reproductivo para el momento de receptividad sexual (celo) y la ovulación (Perry, 2004).

Se denomina ciclo estral al lapso que transcurre entre el inicio de un periodo de celo y el inicio del siguiente, dicho proceso está regulado de forma directa por la actividad hormonal de los ovarios, y de manera indirecta, por otras hormonas segregadas por la adenohipófisis. Como proceso biológico y fisiológico el ciclo estral engloba una serie de cambios específicos que abarcan aspectos de tipo morfológicos, histológicos y hormonales los cuales no solo afectan los órganos del aparato reproductivo, sino también otros órganos en el individuo. Estas transformaciones empiezan al momento de iniciación de la vida reproductiva (pubertad) y únicamente son interrumpidas por la gestación u otros factores particulares (Del Campo, 1986).



Fuente: TECINSARBOVINOS (2011)

### Figura 3. Dinámica hormonal de ciclo estral de la vaca

Para Olivares (2021), El patrón de desarrollo folicular en vacas determina la duración del ciclo estral, el cual para ser de 18 – 20 días (2 ondas) o de 21 – 23 días (e ondas).

#### a. Proestro

En esta fase se marca el inicio del desarrollo, crecimiento folicular y la producción de estrógeno, respecto al comportamiento etológico las vacas tienden a distanciarse del grupo, exhibe inquietud, intenta montar a otras vacas al tiempo que orina y muge con mucha frecuencia. Su duración es de dos a tres días (Márquez, 2015).

La fase del proestro se desencadena debido a la reducción en los niveles de progesterona, lo que reduce el feedback negativo que esta hormona ejercía a nivel del hipotálamo. Lo cual aumenta la liberación de hormonas gonadotrópicas (LH y FSH), estimulando el crecimiento de los folículos y la formación de un folículo grande, lo que a su vez incrementa los niveles de estradiol. Cuando, los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro. (Lamming, 1975)



## **b. Estro o celo**

Es el período de receptividad sexual. Durante esta fase, el desarrollo de los folículos y la generación de estrógenos llegan a su punto más alto que persiste por alrededor de entre 12 a 18 horas. Durante esta fase la vaca puede internar montar a otras vacas, pero el indicador clave que nos permite confirmar la presencia de celo es el flujo blanquecino y que la hembra presente el reflejo de inmovilidad ya sea cuando la monta otra vaca o el toro. Otros signos adicionales comprenden inquietud, disminución en el consumo de alimentos, disminución de la producción de leche, vulva inflamada y enrojecida, descarga de moco cervical o limo y pérdida de pelo en la grupa (Márquez, 2015).

Lamming, (1975), menciona que las vacas presentan descarga de mucus con mínima viscosidad (filante), cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), edema de vulva y en el útero se produce un aumento del tono miometrial, detectado fácilmente por palpación transrectal.

## **c. Metaestro**

En esta fase se da lugar a la ovulación en la vaca. Al concluir el celo, la hormona LH inicia los procesos que conducirán a la ovulación, la cual se da lugar aproximadamente 12 horas después de terminado el celo. Después de la ovulación se inicia la producción de progesterona debido a la formación del cuerpo lúteo en el ovario, siendo en esta fase donde ocurre la fecundación. La duración del metaestro es de alrededor de cinco días en la vaca (Márquez, 2015).

## **d. Diestro**

Esta fase se distingue por la producción de concentraciones elevadas de progesterona a través del cuerpo lúteo. En situaciones donde no ocurre la fertilización, el útero generará PGF2 $\alpha$ , dando lugar a la regresión del cuerpo lúteo y por ende una disminución en la producción de progesterona. Su duración es de 11 a 13 días (Márquez, 2015).

Según Del Campo, (1986), corresponde a la funcionalidad del cuerpo lúteo desde la formación, y suele extenderse por alrededor de una semana en caso de ausencia de gestación.

Olivares (2021), indica que es el factor luteotrópico más importante en la vaca parece ser la LH, aunque también tienen participación la FSH, PGI2 y PGE2 $\alpha$ .

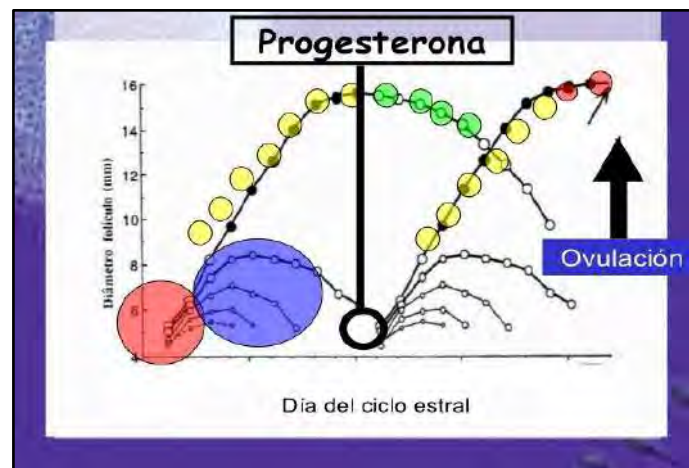
#### e. Anestro

Es el estado de completa inactividad sexual sin manifestaciones de estro, es un signo de depresión de la actividad ovárica (temporal o permanente) como consecuencia de ciertas condiciones fisiológicas o medioambientales (Del Campo, 1986).

### 3.5.4. DINÁMICA FOLICULAR EN BOVINOS

Durante el ciclo estral del bovino los folículos se desarrollan y regresan en procesos ordenados llamados como ondas de desarrollo folicular (Sanz, 2000)

En el ciclo estral del bovino los folículos se desarrollan y regresan en procesos ordenados (Bo, 2005). Se trata de un modelo de dos ondas las cuales en promedio, la primera onda inicia el día 0 (día de la ovulación) y la segunda onda inicia en el día 10. Para el patrón de tres ondas, la emergencia de las ondas ocurre en promedio en los días 0, 9 y 16, siendo los dos primeros anovulatorios (Molina, 2011).



Fuente: Molina, (2011)

Figura 4. Ondas foliculares durante el ciclo estral de la vaca

### **3.6. EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN LA GANADERÍA BOVINA**

Es el estado ideal en el cual las funciones fisiológicas de la reproducción se expresan y desarrollan de manera óptima, comenzando desde el inicio de la vida reproductiva y la presencia de sus ciclos reproductivos, lo que conlleva a un mejor desarrollo de las producciones y en el equilibrio económico. González-Stagnaro, (2005)

#### **3.6.1. DETECCIÓN DE CELO**

Reimers y Smith (1985) indica, que cuando se empelan programas de inseminación artificial, una detección precisa del celo es fundamental, debido a que esto posibilita una mayor tasa de fecundación al momento de realizar la inseminación. Y para identificarlo, el enfoque más común es reconocer indicios asociados al celo a través de una observación visual. Sin embargo, a pesar de ser una metodología sencilla para la mayoría del personal de campo y productores esta no está exenta de imprecisiones. Según un estudio realizado en estados Unidos, se encontró que la tasa de error en la detección de celo fue de 5.1% con un 60% de variación. Otro estudio señala que el 44% de las vacas en celo no son detectados, y el 11% son detectados incorrectamente todo por problemas de seguridad o de percepción en el personal encargado.

#### **3.6.2. CONDICIÓN CORPORAL (CC)**

Barros, (2000), en conjunto con una serie de investigaciones, indican que existe una alta correlación entre el índice de condición corporal y el adecuado estado reproductivo de las vacas en varias etapas. Esta evaluación de condición corporal (CC) es un indicador que suele indicar el estado nutricional del hato y particularmente su estado energético, esta se modifica mediante en base a la proporción de acumulación de tejido adiposo en la pelvis y la zona lumbar, y se ha convertido en un indicador de relevancia en la reproducción en las explotaciones ganaderas.

Según Lowman *et. al.*, (1976), la condición corporal al momento del parto tiene una fuerte correlación con el estado de la vaca sobre todo en el último tercio de su gestación. Y en general al momento de dar a luz se registra una disminución

de medio punto en su condición corporal, sin embargo es necesario mantener dicha puntuación hasta el momento de su siguiente servicio proporcionando una alimentación bien balanceada y que cubra todos sus requerimientos. Podría considerarse que 2.5 es un valor óptimo para la condición corporal al parto, por lo que con una dieta de buena calidad permitirá mantener su condición corporal hasta el siguiente servicio o incluso llegar a un punto óptimo. Aunque algunos estudios sugieren un índice de 3 en la condición corporal, se recomienda mantener índices de 2.5 para alcanzar mejores tasas de preñez.

**Tabla 1. Grados de condición corporal en escala de 1 a 5**

Áreas/CC	1	2	3	4	5
<b>Costillas</b>	Sobresalientes y palpables individualmente	Sobresalientes y palpables individualmente	Distinguibles individualmente con capas de tejido graso al tacto	De Textura suave y esponjosa en flancos, difícil separar.	Flancos con textura muy esponjosa con costillas no palpables.
<b>Apófisis transversa, Apófisis espinosa y Lomo</b>	Muy sobresalientes al tacto	Palpables, poco sobresalientes	Palpables para nada visibles	Bien cubiertas palpables bajo presión	Grandes áreas de tejido graso con apariencia redondeada
<b>Huesos de la cadera</b>	Muy sobresalientes	Sobresalientes, ligeramente cubiertas	No sobresalientes bien cubiertos pero visibles	Bien cubiertos, para nada visibles	Muy cubiertos y para nada visibles
<b>Estructuras óseas base de la cola y áreas anexas</b>	Sobresalientes y muy hundidas	No sobresalientes pero visibles	Sin cavidades a los lados de la cola, poco redondeadas	Tejido graso alrededor de la cola con área redondeada	En ambos lados de la cola presencia de polizones
<b>Estado general</b>	Estado de inanición	Esbelto pero saludable	Condición media	Tejido graso notorio al caminar, ligeramente gordo	Marcha ondulante, obeso

Fuente: Lowman (1976) Van Niekerl y Louw (1980).

### **3.6.3. CONDICIÓN CORPORAL AL INICIO DEL SERVICIO**

Bavera y Peñafort (2005), mencionan que el servicio es el período más importante en el ciclo anual de la vaca de cría, en el cual se condiciona el resultado productivo de la ganadería, ya que para mantener una época de partos corta y un bajo porcentaje de vacas secas, es esencial que la vaca esté en una correcta condición corporal al servicio. Para las explotaciones ganaderas con un manejo de partos estacionales, se recomienda mantener la condición corporal mínima en valores que oscilen 2 y 2.5. Se reporta alta presencia de anestro en aquellos rebaños de vacas que inician el periodo de servicio con una condición corporal de 2. Esta situación debe ser corregida mediante un adecuado manejo en temas de alimentación y nutrición, destacando que en aquellos casos donde se mejora la condición corporal que es inferior a 2, el porcentaje de vacas que no quedan preñadas se ve reducido significativamente.

De igual forma Vieira *et. al.*, (2005), indican que la transición de una condición corporal (CC) de 2.5 hasta 3.5 conlleva a un incremento de aproximadamente el 28% en el porcentaje de preñez. Basándose en este hecho es sumamente necesario calcular todos aquellos costos que refieren a la alimentación para lograr una mejora en la CC de aquellas vacas con menor condición corporal. Se deduce que resulta más rentable para que una vaca continúe con su ciclo reproductivo alimentarla consecuentemente que reiniciar su ciclo después de un periodo de anestro nutricional, el cual surge debido a que la condición corporal de una vaca caiga por debajo de 2.5.

### **3.7. BIOTECNOLOGÍA REPRODUCTIVA**

Las biotecnologías reproductivas engloban diversas técnicas de naturaleza biotecnológica las cuales posibilitan una mejor eficiencia en la reproducción y el progreso genético de los animales. Esto, as su vez, contribuye de forma positiva el progreso de la producción de la industria ganadera, la preservación de especies en peligro de extinción, mayor capacidad de multiplicación y expansión de material genético, así como la conservación recursos genéticos singulares que pueden ser fácilmente disponibles para su eventual uso a futuro.

Dentro de las biotecnologías reproductivas actuales, es muy fundamental fomentar el progreso de ciertas técnicas por su gran relevancia y utilidad, entre las cuales destacan la maduración y fecundación in vitro, recolección de ovocitos, transferencia de embriones, la clonación y sobre todo la inseminación artificial. Para conseguir objetivos concretos a mediano plazo se necesita, además, promover las ciencias básicas de estas tecnologías de manera que sean comunes en las especialidades biológicas que permitan estandarizar técnicas y protocolos adecuados para su absorción y transferencia en programas nacionales de producción animal (González-Stagnaro, 2005).

### **3.7.1. SEMEN SEXADO**

El uso de semen sexado constituye una alternativa de alta relevancia en explotaciones ganaderas, particularmente aquellas dedicadas al rubro de la producción láctea. Mediante la técnica de citometría de flujo es posible separar aquellos espermatozoides que son portadores del cromosoma XY. Esto conlleva a lograr tasas del 90% en la obtención segura de animales del sexo femenino. En este contexto el semen sexado es empleado en mayor medida en la inseminación artificial, especialmente en vaquillas, debido a que estas presentan una mayor tasa de fertilidad a comparación con aquellas vacas que tienen un recorrido más largo en su reproducción. Sin embargo, su implementación en la fertilización in vitro y la transferencia de embriones aún tiene un enfoque de investigación por ser reciente. En este sentido, es imprescindible conocer las serie de ventajas que ofrece esta biotecnología dentro del manejo reproductivo en el desarrollo de sistemas pecuarios (Urbina, 2012).

De acuerdo con Tabarly (2017) el uso de semen sexado permite lo siguiente controlar la renovación del hato al posibilitar contar con mayor terneras hembras, el cual aunado al uso de reproductores de alto valore genético y facilidad al parto permite esto.

### **3.7.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SEMEN SEXADO**

Urbina (2012) menciona como ventajas lo siguiente:

- Para hatos lecheros, permite incorporar a los núcleos más hembras y por ende también forman parte del material genético.
- Reduce el intervalo generacional, así como los costes de producción de los mismo.
- Facilita la obtención crías hembras en mayores cantidades y en general ejemplares con alto valor genético
- Posibilita una rápida expansión de ejemplares con alta calidad genética para la formación de núcleos en hatos ganaderos.
- Permite la preservación de ejemplares con alta calidad genética, logrando así una aceleración un rápido progreso genético.
- Es una técnica aplicable y replicable varias veces en la misma temporada, permitiendo un aumento en el número de crías obtenidas de un único donante.

El mismo autor además menciona las siguientes desventajas:

- Los costos de producción y por ende de las dosis de semen sexado resultan ser elevados.
- Su empleo se concentra en ganaderías intensivas o de elite y con fines de investigación.
- Requiere previo conocimiento técnico y su aplicación y ejecución esta reservada solo a personal especializado.

### **3.8. USO DE AGENTES SEXADORES PARA EL USO EN DOSIS DE SEMEN**

#### **3.8.1. HEIFERPLUS®**

HEIFERPLUS® es empelado como agente sexador del espermatozoide bovino, empelado con el objetivo de incrementar la proporción de crías hembras en los hatos de ganado lechero. Es un agente espermatogénico para sexar el semen que actúa "estimulando" la motilidad del espermatozoide del cromosoma X, mientras que "ralentiza" la motilidad del espermatozoide del cromosoma Y. Este proceso da como resultado un aumento en la proporción de óvulos fertilizados por el

espermatozoide hembra que lleva X y un aumento posterior en las terneras (Jaar y Ventura, 2015). Se menciona que existe un aumento del 5-20% en las tasas de concepción (Jeanmillet y Vargas, 2016)

Para la activación del agente sexador se realiza mediante la incorporación directa del semen al vial del agente sexador HEIFERPLUS®, luego el semen tratado es reintroducido en la pajilla para proceder con la inseminación de manera convencional. Este agente sexador opera al mejorar la fertilidad de los espermatozoides que portan el cromosoma X (cromosoma femenino), de igual manera los espermatozoides son seleccionados en el tracto reproductivo de la hembra reproductora. El resultado se traduce a una mayor cantidad de óvulos fertilizados por espermatozoides que tiene el cromosoma X.

Según sus instrucciones de uso se debe hacer lo siguiente:

- Elevar la temperatura del vial a la misma temperatura de descongelación de semen (35 – 37°C) por unos cuantos minutos, para evitar el shock térmico. Puede realizarse en un baño maría o en un termo de descongelación.
- Una vez descongelado la pajilla retirar y cortar un extremo a 60° de manera biselada.
- Perforar el vial e insertar la pajilla por el extremo cortado.
- Verter el semen dentro del vial homogenizándolo por agitación, recomendable agitar hacia abajo unas 3 a 4 veces.
- De igual forma para transferir el semen con el agente sexador invirtiendo y agitando entre 3 a 4 veces para devolverlo a la pajilla.
- Incubar el semen con el agente sexador por un lapso de tiempo de entre 15 a 20 minutos a una temperatura de 35 a 37°C.
- Por último, retirar, secar y recortar el extremo del bisel de la pajilla, para cargar en la pistola y realizar la inseminación como de costumbre. (HEIFER PLUS, 2014).



## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. LUGAR Y UBICACIÓN DE INVESTIGACIÓN**

Es presente estudio se llevo a cabo en tres comunidades: Accocunca, Andamayo y Lauramarca,, ubicadas en el distrito de Ocongate, en la provincia de Quispicanchi, de la región de Cusco.

#### **4.1.1. UBICACIÓN**

Ocongate esta ubicada al sur de la provincia de Quispicanchi, la cual se encuentra a una altitud de 3.533 msnm, con una Latitud Sur: 13°37'24" y Longitud Oeste: 71°23'07"

El trabajo se realizó en las comunidades de Accocunca ubicado a una altura de 4,220 msnm, Lauramarca ubicada a 3,980 msnm y Andamayo ubicado a 3,600 msnm.

#### **4.1.2. CLIMA**

Ocongate posee un clima templado, lo que significa que las temperaturas no son extremadamente altas ni muy bajas. La temperatura promedio durante el año en zonas bajas es de 16°C, mientras que para zonas más elevadas es de 9°C. Se reporta que las temperaturas más bajas en las zonas más altas fueron de -7°C. Asimismo las pendientes topográficas tienen momentos de máximas y mínimas temperaturas (MDO, 2012).

### **4.2. DURACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación se llevo acabo en un periodo de 15 meses, tenido su inicio en el mes de enero del 2018y finalizando en abril del 2019.

### **4.3. MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

#### **4.3.1. MATERIAL BIOLÓGICO**

Para el estudio se emplearon 60 vaquillas de la raza Brown Swiss todas con una condición corporal de entre 3 a 3.5. Se utilizaron 20 pajillas de semen sexado con una concentración de 2 millones de espermatozoide y 40 pajillas de semen

convencional, estas últimas al ser evaluados con microscopio, presentaron motilidad superior al 70%, concentración promedio de 20 millones de espermatozoides por pajilla.

Las pajillas de semen correspondieron a los siguientes toros

- 20 pajillas de Semen sexado congelado importado alemán del animal Toro Verdi motilidad de 68% y Haker 67% de motilidad de la raza Brown Swiss.
- 40 pajillas de Semen convencional congelado importado alemán del animal Toro Juds 70% de motilidad y Eshibul 70% de motilidad.

#### **4.3.2. PRODUCTO DE SUPLEMENTO VITAMÍNICO**

- Hematofos B12®

#### **4.3.3. AGENTE SEXADOR**

- Kit de HEIFERPLUS®

#### **4.3.4. EQUIPOS INSTRUMENTALES PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

- Pistola de inseminación
- Pajillas de semen
- Tanque de nitrógeno líquido 3 litros
- Tanque de nitrógeno líquido 33 litros
- Nitrógeno líquido
- Fundas para estilete
- Jeringas desechables (5,10,20 ml)
- Corta pajillas
- Guantes obstétricos de inseminación
- Pinza de pajillas

#### **4.1.1. MATERIALES Y EQUIPOS PARA DIAGNÓSTICO DE CELO Y PREÑEZ**

- Ecógrafo portátil de Ultrasonografía con transductor de 5.0 MHZ-AGROSCAN®
- Gel
- Papel toalla

#### **4.3.5. MATERIALES DE EVALUACIÓN DE SEMEN**

- Caja de Cubreobjetos
- Caja de Portaobjetos
- Micropipeta
- Tips de micropipeta
- Microscopio portátil
- Platina caliente

#### **4.3.6. EQUIPOS Y MATERIALES DE CAMPO**

- Sogas
- Cuaderno de Campo
- Mocheta
- Cinta bovino-métrica
- Cámara fotográfica

#### **4.3.7. MATERIALES DE ESCRITORIO**

- Computadora
- Memoria USB
- Libros de consulta
- Lapiceros
- Hojas A4 de papel Bond

### **4.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.4.1. SENSIBILIZACIÓN A LOS PRODUCTORES**

Previo al inicio de la fase experimental, se desarrollaron charlas de concientización y sensibilización hacia los productores de las tres comunidades previamente indicadas. Proporcionando información referente al área de investigación, incluyendo las diferentes etapas del experimento, plan de actividades y materiales.

#### **4.4.2. SELECCIÓN DE ANIMALES**

Los datos proporcionados por los productores fueron utilizados para realizar la selección de las vaquillas, considerando: edad (18-22 meses), peso (270 y los 290 kg) fecha de ultimo celo, tipo de alimentación, estado clínico y ginecológico normal (sin presencia de quistes foliculares, u otras anomalías), luego de ello se hicieron algunas evaluaciones consistentes en:

##### **f. Condición corporal**

Los animales a seleccionar fueron con CC entre 3 – 3.5, teniendo en cuenta la escala de 1 a 5 descrito por Edmonson *et al.*, (1989).

##### **g. Palpación rectal**

Se realizó vaquilla por vaquilla atendida en un lugar específico en los establos de cada productor. Así mismo, la asistencia se realizo procurando que se genere el menor nivel de estrés en los animales. Por ultimo se realizo una serie de actividades como, identificación empelando aretes, toma de registros de el ultimo celo, funcionalidad reproductiva mediante palpación rectal y evaluación de la condición corporal, todo esto con el propósito de garantizar que los animales cumplan con las condiciones mínimas para ser asistidas mediante la inseminación artificial.

La ventaja de la palpación rectal radica en que proporciona una respuesta inmediata y que, en ausencia de gestación, la vaca podrá recibir un tratamiento precoz. (Ptaszynska, 2007)

##### **h. Examen ginecológico**

Se realizó el examen ginecológico de 60 vaquillas, todos los vientres pre seleccionados, fueron sometidos al diagnóstico de estado reproductivo mediante la ultrasonografía vía transrectal, para ello se utilizó el ecógrafo AGROSCAN L-10 con transductor línea de 5.0 MHZ, sí estas se encontraban preñadas o vacías.

#### **i. Identificación de las vaquillas seleccionadas**

Se llevó a cabo mediante la colocación de aretes en las vaquillas que fueron seleccionadas, con el fin de diferenciar los tratamientos y facilitar su identificación en las diferentes etapas de la parte experimental del trabajo.

#### **j. Adición de suplementos vitamínico - minerales**

Se administro a todas las vaquillas seleccionadas una inyección intramuscular de 10ml de vitamina A, D, E y del complejo B (B12), con la finalidad de mejorar valores de sus índices de condición corporal y por consiguiente la capacidad reproductiva y fertilidad.

### **4.4.3. MANEJO Y ALIMENTACIÓN DE LAS VAQUILLAS**

Se aplicaron las mismas condiciones de manejo a todas las vaquillas seleccionadas, las cuales se manejaron dentro de un sistema semi-estabulado. La dieta empelada consistió en una combinación de pastos cultivados como trébol blanco y rojo, alfalfa, rye gras inglés y avena, al mismo tiempo que se proporcionó raciones de alimento concentrado y sales minerales de manera regular.

## **4.5. ETAPA EXPERIMENTAL**

### **4.5.1. DISTRIBUCIÓN DE ANIMALES EN ESTUDIO**

Para el presente trabajo los tratamientos fueron distribuidos en tres con un total de 60 vaquillas para la inseminación artificial, y todas ellas divididas en tres tratamientos: T1: semen sexado, T2: semen convencional más HEIFERPLUS® y T3: semen convencional.

#### 4.5.2. PREPARACIÓN DE TRATAMIENTOS

De acuerdo al siguiente cuadro:

**Tabla 2. Distribuciones de tratamientos y repeticiones**

Tratamiento	N° vaquillas	Tipo de semen
T1	20	SS
T2	20	SC+H.
T3	20	SC

**Leyenda:** SS: semen sexado; SC: semen convencional; SC+H: semen convencional HEIFERPLUS®.

#### 4.5.3. DETECCIÓN DE CELO

Se realizo a través de la observación de la etología de la conducta sexual, así como los indicios de aceptación en las hembras, lo que implica el enrojecimiento de la vulva con mucosidad cervical. Esta labor se realizó a través de cada productor u propietario.

#### 4.5.4. ADICIÓN DE HEIFERPLUS® AL SEMEN

En un termo de descongelación se incubo el vial con el agente sexador HEIFERPLUS® a una temperatura de entre 35 y 37°C durante unos minutos, seguidamente se descongelo las pajillas siguiendo un procedimiento adecuado. Seguidamente se seco la pajilla y se corto un extremo a 60° de manera biselada, luego se insertó el extremo biselado en el vial, agitándolo hacia abajo entre 3 y 4 veces para que el semen descienda al vial y sea homogenizado con el contenido del vial agitándolo suavemente. Después, el semen enriquecido se transfirió nuevamente a la pajilla agitándola entre 3 a 4 veces hacia abajo, para luego ser incubadas en durante 15 a 20 minutos en una temperatura de entre 35 a 37°C. Tras la incubación se retiró la pajilla, se secó, corto el extremo y cargó en la pistola para llevar a cavo el proceso de inseminación.



**Figura 5. Incubación del agente sexador HEIFERPLUS®**

#### **4.5.5. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

La inseminación artificial de las vaquillas se realizó utilizando tanto semen convencional como semen sexado, la cual se realizó siguiendo es estándar de 12 horas después de la identificación del celo. El semen fue proveniente de la raza Brown Swiss de Alemania en pajillas de 0.5ml.

Previa la inseminación se evaluó la calidad del semen descongelado, tomado una pajilla como muestra al azar y se descongelo durante 30 segundos empleando una temperatura de 37°C. Luego se realizó la evaluación de calidad espermática, centrándose en la motilidad espermática, una vez terminada las evaluaciones correspondientes se procedió con la inseminación. Para la cual se empleó se empelo la técnica de inseminación intracervical profunda, atravesando el canal cervical.

#### **4.5.6. DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ**

Para determinar la tasa de preñez el diagnostico de preñez se realizo entre los 60 y 90 días de la inseminación. La cual se realizó mediante la observación en tiempo real de imágenes de ultrasonido del útero empleando un ecógrafo con un transductor lineal de 5.0 MHz (AGROSCAN®) vía transrectal.

En caso de lograr observar la presencia del liquido amniótico y el embrión se determina el ejemplar inseminado como positivo (Preñada). La ejecución se realizó revisando el útero con el transductor hasta lograr encontrar líquido amniótico.

## 4.6. VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en el presente trabajo de investigación fueron:

### 4.6.1. TASA DE PREÑEZ

Se determino la proporción porcentual entre en numero de vaquillas diagnosticadas positivamente tras 75 días de su inseminación, sobre el número total de vaquillas inseminadas.

$$PP\% = \frac{\text{NUMERO DE PREÑECES LOGRADOS}}{\text{NUMERO DE SERVICIOS EFECTUADOS}} \times 100$$

### 4.6.2. TASA DE CRÍAS NACIDAS HEMBRAS.

Los partos fueron atendidos con el apoyo del equipo técnico encargado de cada propietario, en el cual se determinó el sexo de las crías.

$$TOTAL DE PARTOS = \frac{N^{\circ} CRIAS HEMBRAS PARIDAS}{N^{\circ} TOTAL CRIAS PARIDAS}$$

### 4.6.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación de costos se llevó a cabo considerando los precios promedios de las hormonas dentro del mercado nacional. Considerando los precios vigentes actualmente.

## 4.7. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se ejecuto utilizando el análisis o pruebas de Chi cuadrado, para evaluar la tasa de preñez, y tasa crías nacidas hembras, empleando la metodología de tablas cruzadas, para ello se empleó el lenguaje de programación R v. 4.0 y el entorno de trabajo RStudio, la prueba de Chi tiene la siguiente formula:

$$\chi^2 = \frac{\sum(|O_1 - E_1| - 0.5)^2}{E_1}$$



Dónde:

$\chi^2$ : Chi cuadrado

$O_i$ : Frecuencia observada de la clase o categoría.

$E_i$ : Frecuencia esperada.

Para la evaluación económica se empleó una hoja de cálculo de Excel para su cálculo. Y con costos reales considerados al momento de la evaluación.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. TASA DE PREÑEZ O CONCEPCIÓN

El resultado de tasa de preñez de los tres tratamientos a celo natural para la IA se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Porcentaje de preñez con y/o sin la adición del agente sexador**

Tratamientos	N°	Terneros nacidos	Tasa preñez (%)
Semen sexado	20	15	75 <sup>a</sup>
Semen con adición de HEIFERPLUS®	20	14	70 <sup>a</sup>
Semen convencional	20	16	80 <sup>a</sup>

**Leyenda:** Letras iguales en la misma columna, representan similitudes estadísticas entre grupos ( $p>0.05$ )

La tasa de preñez obtenida para los grupos semen sexado 75%, semen convencional con adición del HEIFERPLUS® 70% y semen convencional 80% respectivamente no se encontraron diferencias significativas entre estos ( $p>0.05$ ). Los resultados ofrecidos (Díaz, 2015) fueron inferiores quien reporta animales preñados para HEIFERPLUS® el cual obtuvo 100% y semen convencional (T0) el cual obtuvo 60%, así mismo fueron superiores a los reportados por (Castro, 2014) quien reporta de 44 animales inseminados y 36 animales preñados para HEIFERPLUS® que representa el 73.47% de las cuales 11 primerizas que representa el 78.57% y 25 multíparas representa el 71.43% y 49 animales inseminados y 28 animales preñados para semen convencional que representa el 63.63%, de las cuales 11 primerizas que representan el 78.57% y 25 multíparas representan el 71.43%, para (Ramírez, 2020) los resultados en el porcentaje de preñez con y/o sin HEIFERPLUS® el porcentaje de preñez fue para BE fue 50% y CPE fue 46% son inferiores a los resultados obtenidos, mientras que para (Campos y Vargas, 2016) donde no hubo diferencia entre BULLPLUS® 65.3% y HEIFERPLUS® 64.9% y semen convencional con 41.5%.

La tasa de preñez obtenida para los grupos semen sexado 75%, semen convencional con adicción del HEIFERPLUS® 70% y semen convencional 80%, fueron superiores a los reportados por (García y Tituaña, 2017) en estudio en vaquillas de la raza Holstein, Jersey indica que con semen sexado de 274 vaquillas obtuvo 38.69%, para HEIFERPLUS® de 201 vaquillas obtuvo 13.43% y semen convencional de 1,590 obtuvo 31.07% respectivamente, además son inferiores a los reportes de Valdez (2013) en un estudio en vaquillas Holstein Friesian para semen sexado fue de 84%. mientras para (Grasso *et al.*, 2016) empleo 154 vaquillonas Holstein, con semen sexado de 78 vaquillas 42 preñaron representando el 53% y con semen convencional de 75 vaquillas 54 preñaron que representó el 72%.

## 5.2. TASA DE CRÍAS NACIDAS HEMBRAS

Los resultados de la tasa de crías nacidas hembras de los tres tratamientos para la IA a celo natural se observa en la Tabla 4.

**Tabla 4. Porcentaje del sexo al nacimiento por tratamientos**

Tratamiento	Terneros nacidos	Sexo Ternero	
		Hembra	(%)
Semen sexado	15	14	93.33% a (14/15)
Semen con adicción de HEIFERPLUS®	13	10	78.57% ab (10/13)
Semen convencional	17	10	56.25% b (10/17)

**Leyenda:** Letras iguales en la misma columna, representan similitudes estadísticas entre grupos ( $p > 0.05$ )

Para la tasa de crías nacidas hembras obtenida con semen sexado 93.33% hembras (14 de 15 terneros), mientras que con semen convencional más la adicción de HEIFERPLUS® se obtuvieron 78.57% hembras (10 de 13 terneros), ambos resultaron estadísticamente iguales. Por último, con semen el convencional se obtuvo el 56.25% hembras (10 de 17 terneros) siendo este resultado

estadísticamente similar al obtenido con el empleo de HEIFERPLUS® ( $p > 0.05$ ) pero inferior al obtenido con el semen sexado ( $p < 0.05$ ).

Los resultados ofrecidos por Díaz (2015) quien reportó que sin HEIFERPLUS® obtuvo 50% machos y 50% hembras y con HEIFERPLUS® obtuvo 20% machos y 80% hembras. Para Castro (2014) reportó que sin HEIFERPLUS® obtuvo 42.86% machos y 57.14% hembras y con HEIFERPLUS® obtuvo 25% machos y 75% hembras fueron similares al presente trabajo, sin embargo, para Ramírez (2020), los resultados para la tasa de sexo de hembras con HEIFERPLUS® fue del 67% hembras y sin HEIFERPLUS® fue 45% hembras. Campos y Vargas (2016) encontraron diferencias ( $p < 0.01$ ) en el ratio del sexo femenino comparando el empleo de Bullplus® (48.5%) y HEIFERPLUS® (43.3% hembras) los resultados fueron inferiores al presente trabajo.

Según García y Tituaña, (2017) con semen sexado el porcentaje de hembras fue del 90.57% hembras y con HEIFERPLUS® fue del 51.85% hembras machos y semen convencional fue de 48.56% hembras y 46.26% machos, por otro lado (Valdez, 2013) para semen sexado obtuvo 86% hembras y 14% machos, mientras que Grasso *et al.*, (2016) para semen sexado obtuvo 90% hembras y 10% machos y para semen convencional obtuvo 50% hembras y 50% machos. Son resultados superiores al presente trabajo de investigación.

### **5.3. COSTO ECONÓMICO POR TRATAMIENTO**

Se calcularon los costos en soles, para ello únicamente se ha tomado en cuenta el costo del semen y agente sexador HEIFERPLUS® empleado para la inseminación artificial, estos costos se muestran en la Tabla 5.

El costo por vaca tratada con el semen sexado es superior al de semen convencional más HEIFERPLUS® y semen convencional en S/. 272.50, S/. 32.50 y S/. 112.50 nuevos soles respectivamente. Los costos por vaca preñada obtenido con el semen sexado fueron superiores al de semen convencional más HEIFERPLUS® y semen convencional en S/. 363.33, S/ 189.29 y S/ 140.63 nuevos soles respectivamente.

**Tabla 5. Costos económicos por la aplicación de tratamientos**

<b>Tratamiento</b>	<b>N°</b>	<b>Costo total por tratamiento (s/.)</b>	<b>Costo por vaca inseminada (s/.)</b>	<b>Costo por vaca preñada (s/.)</b>
<b>Semen sexado</b>	20	5450	272.50	363.33
<b>Semen convencional más HEIFERPLUS®</b>	20	2650	132.50	189.29
<b>Semen convencional</b>	20	2250	112.50	140.63

## VI. CONCLUSIONES

Producto de la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- La tasa de preñez por tratamiento con semen convencional fue 80% lo cual es superior a los tratamientos de semen sexado fue 75% y semen convencional con adicción del HEIFERPLUS® 70%. No existiendo diferencia entre los tratamientos.
- La tasa de crías nacidas hembras con semen sexado fue de 93.33% hembras, estadísticamente similar al empleo de semen convencional HEIFERPLUS® con 78.57% hembras.
- El costo para la obtención por vaca preñada con semen sexado fue de S/. 363.3, mientras que con el empleo de semen convencional y de semen convencional más HEIFERPLUS® tuvo costos de S/. 140.63 y S/. 189.29 respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

En base al trabajo de investigación realizado, así como los resultados y conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Usar semen sexado para hatos lecheros donde se requiera obtener terneras de remplazo, por ser más eficiente en el porcentaje de crías hembras al nacimiento.
- Evaluar el uso del semen con adición de HEIFERPLUS® en tamaños de población mayores y en ganado bovinos criollo de zonas altoandinas.
- Realizar examen de motilidad y vitalidad de las pajillas procesadas con agente sexado HEIFERPLUS® previo a su empleo en inseminación artificial.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

ABSP, A.D. (2014). Brown Swiss. Copyright ©. Obtenido de <http://www.brownswiss.org.pe/index.php/nosotros/historia>

AGROCOR. (2011). Curso Teórico Práctico de Inseminación Artificial en Bovinos.

Mora, A.; Montaña, J.N. (2015). Evaluación de la fertilidad utilizando Bullplus™ para sexar semen convencional en vacas de ganado de carne. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.

Arasymowicz, J. (s.f.).

Arjona, S.M. (2019). Importancia del correcto manejo de terneras en finca. upinforma. Obtenido de <http://upinforma.com/nuevo/info.php?cat=reportajes&id=26>

Barros, C.M. (2000). Sincronización del estro y ovulación en vacas, quinto Congreso argentino de reproducción argentino. Argentina: Cabia Rosario.

Bavera, G.A.; Peñafort, C. (2005). Condición corporal (CC). Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Recuperado el 12 de Noviembre de 2017, de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Bo, G. (2005). "Dinámica folicular, características del ciclo estral y post parto en ganado de carne *Bos taurus* y *Bos indicus*". (D. d. Pfizer-Perú., Entrevistador)

Bo, G.; Cutaia, L.; Tríbulo, R. (2002). Tratamientos Hormonales Para Inseminación Artificial A Tiempo Fijo En Bovinos Para Carne. Recuperado el 17 de noviembre de 2017

Borenstein, S.F.J.; Ortiz, T.J.J.; Quezada, T.J.M. (2003). Comparación de la eficiencia de dos implantes intravaginales con progesterona para la sincronización de celo en Bovinos Nellore. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Obtenido de [http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc\\_tesis/BORENSTEIN-](http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/BORENSTEIN-)



Castro, S.J. (2014). "Efecto del Heifer Plus en el Sexo de las Crias Nacidas por Inseminación Artificial en Vacunos Lecheros en el Distrito de Sangarara - Acomayo Cusco". cusco.

Callejas, S. (1995). Fisiología del ciclo estral bovino. UNLZ y SYNTEX S.A., Lomas de Zamora. Obtenido de Jornadas de biotecnología de la reproducción en hembras de interés zootécnico: [www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/71-fisiologia\\_reproductiva\\_del\\_bovino.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.htm)

Condori, E.A. (2015). Efecto de la sincronización y resincronización de celo sobre la preñez en vacas brown swiss utilizando progestágenos en la estación experimental agraria illpa. puno: Repositorio institucional UNA - PUNO.

Cutaia, L. (2012). Sincronización de celos en vacas lecheras. I.R.A.C. Conferencia: . Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC). Universidad Católica de Córdoba. Syntex S.A. Argentina.

Del Campo, M. (1986). Consideraciones sobre los avances científicos de la biotécnicas en la reproducción animal. Instituto de reproducción animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.

Díaz, G.M. (2015). "Efecto de la adición delHEIFERPLUS al semen de ganado vacuno sobre la tasa de concepcion y la proporcion de nacimientos de terneras - CHICLAYO". Repositorio institucional UNITRU. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3570>

Echeverría, J. (2005). Endocrinología reproductiva: Benzoato de estradiol. Boletín técnico elaborado para Laboratorio Biogénesis S.A.

Ecografiavet. (2017). Ecografía en la Reproducción de la Vaca. Obtenido de [http://www.ecografiavet.com/reproduccion\\_bovinos.html](http://www.ecografiavet.com/reproduccion_bovinos.html)

Edmonson, A.; Lean, I.; Weaver, L.; Farver, T.; Webster, G. (1989). A bodyconditionscoring chart forHolsteindairy cows.

Facundo, B. ( 2006.). Métodos de sincronización de celos en bovinos.

Fraser, C.M. (1998). "El Manual MERCK de Veterinaria". Edición Tercera. .  
Barcelona – España. Pp. 1197.: Edit. Centrum. .

Galana, A.; Baruselli, P. (2000). Programa de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino en regiones subtropicales y tropicales. Universidad de Sao Paulo, Departamento de reproducción Animal. Recuperado el 14 de febrero de 2017

Galina C.; Valencia J. (2008). Reproducción de los animales domésticos. Tercera edición . mexico: Editorial Limusa.

Galvez, C.C. (2017). Comparacion del efecto de diferentes protocolos de sincronizacion de celo sobre la eficiencia reproductiva en vacuno brown swiss, ocongate-cusco.

Ganadero, C. (2016). Aspectos importantes en el manejo de terneras de reemplazo. CONtexto ganadero. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/aspectos-importantes-en-el-manejo-de-terneras-de-reemplazo>

García, I.M. (2012). Mejoramiento genetico para engorde de ganado vacuno. agobanco, puno. obtenido de <https://www.agobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-a-ganado.pdf>

GASQUE, G.R. (2008). Enciclopedia Bovina, Universidad Nacional Autonoma de mexico, facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Mexico.

Genetics, E. (s.f.). Agente de sexo de semen bovino - Hembra. Samen NZ Limited. Obtenido de <http://www.samen.co.nz/HEIFERPLUS.html>

GeneticsAlpha, I. (s.f.). Obtenido de <https://alphageneticsinc.com/products/bull-plus/>

Giraldo, J. J. (2014). redalyc.org. R. L. Investigación, Editor. Recuperado el 15 de julio de 2014, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69540108>

González-Stagnaro, C. (2005). Manual de ganadería doble propósito . EDICIONES ASTRO DATA. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=zamocat.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=020929>

Gutiérrez, J. (2008). Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble Propósito. Capítulo XLII. Recuperado el 10 de 01 de 2014, de [http://www.avpa.ula.ve/libro\\_desarrollosost/pdf/capitulo\\_42.pdf](http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_42.pdf)

Guzmán, Z.A. (2010). "Evaluación de tres mil cien inseminaciones artificiales con celo sincronizado en ganado bovino en la provincia de Huancabamba". Universidad Nacional de Piura – Perú.

Hafez, E. H. (2000). Reproduccion e inseminacion artificial en animales 7° edicion. mexico: Editorial Interamericana.

Hafez, E. y Col. (1989). Reproducción e inseminación artificial en animales. México: McGraw Hill, Quinta Edición.

HEIFER PLUS. (2014). Alpha genetics. Obtenido de <https://alphageneticsinc.com/products/heifer-plus/>

Hernández, J. (1999). Manejo Reproductivo en Bovinos en Sistemas de Producción de Leche. UNAM. , México.

Holy, L. (1987). Biología de la reproducción bovina. Cuba (Habana): Científico técnica, Segunda Edición.

INEI, P.P. (2008) Compendio estadístico. En Sistema estadístico departamental Piura (pág. 413).

INTAGRI. (2018). Características Reproductivas de la Hembra Bovina. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/caracteriticas-reproductivas-de-la-hembra-bovina>

INTERVET. (2009) Laboratorio."Productos. Obtenido de [http://www.intervet.com.pe/productos/crestar/020\\_detalle\\_del\\_producto.aspx](http://www.intervet.com.pe/productos/crestar/020_detalle_del_producto.aspx)

INTERVET. (2017). Compendio de reproduction animal. Uruguay/Paraguay.: 9° edition.Sinervia.

IRAC. (1998.). curso de pos-grado en reproducción bovina. modulo i. argentina. Universidades Nacional y Católica de Córdoba, Universidad de Saskatchewan

(Canadá) y de la actividad privada. , (Canadá). Recuperado el 01 de junio de 2017, de [//www.iracbiogen.com.ar/simposio/](http://www.iracbiogen.com.ar/simposio/)

JA Peralta-Torres, JR Aké-López , FG Centurión-Castro, JG Magaña-Monforte. (2010). Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con cidr en novillas y vacas Bos indicus. SciELO, 26(2):163-169. Obtenido de [www.ujat.mx/publicaciones/uciencia](http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia)

Calva, J.C.; Cantos. E.P. (2014). “Determinación del porcentaje de preñez con protocolos IATF en vacas lecheras utilizando benzoato y cipionato de estradiol”. Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, CUENCA –ECUADOR.

Campos, J. Vargas. D. (2016). Evaluación de la implementación de BullPlus™ y HEIFERPLUS™ como biotecnologías para el sexado de semen en bovinos. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Lamming, G. (1975). Hormonal control of reproduction in cattle. Animal Production, Pág. 14, 71-78.

López J.C.; Moyano, J.C.; Quinteros. R., Barbona I.; Marini, P.R.; Elorza P. (2017). Inseminación artificial a tiempo fijo en diferentes genotipos y su relación con preñez en vacas en la Amazonía Ecuatoriana. Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan 6(9):ISSN: 2007-6940 .

Lowman, B.G.; Scott, N.A.; Somerville, S.M. (1976). Condition Scoring beef cattle. The east of Scotland College of Agriculture. Bulletin N° 6.

Mapletoft, C.; Gozan, M. (1999). Sincronización de celos y programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado Bos indicus y cruza Bos indicus. Simposio internacional de la Reproducción Animal , Carlos Paz, Córdoba,, Argentina .

Marcos, C. (2019). Cipionato de estradiol calier. Vademécum de Sanidad Animal (SANI). Obtenido de [https://www.sani.com.ar/producto.php?id\\_producto=5755](https://www.sani.com.ar/producto.php?id_producto=5755)

Municipalidad distrital de Ocongate. Cusco "MDO". (2017). Plan de desarrollo concertado del distrito de Ocongate.

Municipalidad distrital de Ocongate "MDO". (2012). Plan de desarrollo concertado del distrito de Ocongate (2012-2021).

Ministerio de Agricultura del Perú "MINAG". (2007). Censo Agropecuario. Lima, Perú.

Molina, E.J. (2011). Hormona del crecimiento como modulador de la dinamica folicular. slideshare.

Palma, G. (2008.). Biotecnología de la reproducción. Segunda ed. Reprobiotec. Mar del Plata Argentina. .

Parra, J.C. (2017). Comparación de protocolos de iatf convencionales con un protocolo con proestro prolongado en vacas doble propósito en la amazonía ecuatoriana. CORDOBA- ECUADOR: IRAC.

Perulactea. (2018). La Asociación Brown Swiss del Perú. La Asociación Brown Swiss del Perú. Obtenido de <http://www.perulactea.com/2018/05/28/la-asociacion-brown-swiss-del-peru/>

Perry, G. 2004. The Bovine Estrous Cycle. South Dakota State University – Cooperative Extension Service – USDA. Pub. FS921A.

Ptaszynska, M. (2007). Compendio de Reproduccion Animal (Vol. Editora de la 9ª edición. ). (E. L. Americana, Ed.) Uruguay y Paraguay: INTERVET.

Quijano Pérez, L. A., Artunduaga Romero, J., & López Rojas, R. (2015). Evaluación de dos protocolos de inseminación artificial a termino fijo (IATF) con dos inductores de ovulacion (benzoato de estradiol y cipionato de estradiol) en vacas raza criolla Caqueteño en el departamento del Caquetá- Colombia. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 16, núm. 9, pp. 1-11.

Ramírez J., Flores A., Grado A., Abad J. (2006). Benzoato de estradiol en vaquillas sincronizadas con progesterona y PGF2. Arch Zootecnia, 55:15-20.

Ramirez.(2020) “Evaluar el efecto del agente sexador HEIFERPLUS adicionado al semen congelado en dos protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en vacas Brown Swiss”, <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5075>

Reimers, T y Smith, R. (1985). Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the northeastern United States. J. Dairy Sci.

RIPPE, c. (2011). FISIOLÓGÍA BÁSICA Y ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA DETECCIÓN DE CELOS. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, vol. 56, núm. III, septiembre-diciembre, 2009, pp. 163-183. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221003>Rivera, M. H. (2009). Revisión anatómica del aparato reproductor de las vacas. Dairy cattle reproduction conference, p 103-111.

Suárez, G. A. (2015). “eficiencia de la inseminación artificial al primer servicio por la técnica transvaginal en hembras bovinas de la hacienda el prado.”. Universidad técnica de ambato, cevallos-, Ecuador.

Sumano, H. (2006). Farmacología Veterinaria, cipionato de estradiol.. (M.-H. INTERAMERICANA, Ed.) México: Tercera Edición

Swisslatin Portal Suizo, (2015). Una raza de vacas resistente a la altura del Perú Disponible en: <http://www.swisslatin.ch/ciencias-062.htm>

SOMMANTICO, S. (2018). Transferencia embrionaria: la opción para mejorar la genética del rodeo bovino. Infocampo. Obtenido de <https://www.infocampo.com.ar/transferencia-embrionaria-la-opcion-para-mejorar-la-genetica-del-rodeo-bovino/>

Syntex®, S. (24 de 02 de 2019). Dispositivo intravaginal bovino syntex - DIB. Vademécum de Sanidad Animal (SANI), 1-2. Obtenido de [https://www.sani.com.ar/producto2.php?id\\_producto=3415](https://www.sani.com.ar/producto2.php?id_producto=3415)

TECINSARBOVINOS. (2011). Ciclo estral de la hembra. tecinsarbovinos. Obtenido de <https://tecinsarbovinos.wordpress.com/2011/11/12/descongelacion-del-semen/>

Tomé, L. C. (2013). El encéfalo produce y libera estrógenos. NAUKAS.

Torquati, S., Cabodevila, J., & Callejas, S. (2011). Efecto de la administración de dos sales de estradiol al retirar un dispositivo intravaginal con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas con cría. Sitio Argentino de Producción Animal, 13(50):26-28. Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/192-dos\\_sales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/192-dos_sales.pdf)

Urbina, Q. C. (2012). "Utilización de semen bovino sexado en inseminación artificial, transferencia embrionaria y fertilización in vitro". universidad de cuenca, facultad de ciencias agropecuarias, escuela de medicina veterinaria y zootecnia, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/439/1/TESIS.pdf>

Vélez, S. (2005). Sincronización de celos e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en ganado de carne en la hacienda Cuba, Montelíbano, Colombia. Institución Superior Zamorano, , Honduras.

Vieira, A.; L. F., Piva; C. E., Simões; T. A., De Almeida; C. I., Martins. . (2005). Produtividade e eficiencia de vacas Nelore em pastagem de Brachiaria decumbes. Revista Brasileira de Zootecnia, 34 (4) 1357-, 34 (4) 1357- 1365.

## **ANEXOS**



## Anexo 1. Costo de semen sexado

Material	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Alcohol de 96°	Litro	1	10	10
Algodón	Paquete	1	10	10
Aretes	Unidad	20	5	100
Caja de tecnoport	Unidad	2	15	30
Camiseta Sanitaria de IA	Rollo x 100unid	1	45	45
Desinfectante	frasco X 100ml	1	20	20
Funda de inseminación artificial	Paq X 50 unid.	1	20	20
Gel de ecografía	Galon	1	75	75
Golpe vitamínico (Vit E+Selenio)	Frasco x 250ml	6	40	240
Guante de látex	Caja	2	25	50
Guantes de inseminación	Caja	4	45	180
Jabón carbólico	Barra	2	5	10
Jeringa de 20ml	Caja	1	35	35
Nitrógeno Líquido	Kilo	10	15	150
Papel toalla	Rollo	3	15	45
Pintura en spray	Unidad	2	15	30
Semen sexado importado Alemán	Pajilla	20	220	4400
<b>costo por tratamiento</b>				<b>5450</b>
costo de inseminación por vaca				272.5
costo vaca preñada				363.33

## Anexo 2. Costo de semen convencional más adicción de HEIFERPLUS®

Material	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Alcohol de 96°	Litro	1	10	10
Algodón	Paquete	1	10	10
Aretes	Unidad	20	5	100
Caja de tecnoport	Unidad	2	15	30
Camiseta Sanitaria de IA	Rollo x 100unid	1	45	45
Desinfectante	frasco X 100ml	1	20	20
Funda de inseminación artificial	Paq X 50 unid.	1	20	20
Gel de ecografía	Galon	1	75	75
Golpe vitamínico (Vit E+Selenio)	Frasco x 250ml	6	40	240
Guante de látex	Caja	2	25	50
Guantes de inseminación	Caja	4	45	180
HEIFERPLUS	unidad	20	20	400
Jabón carbólico	Barra	2	5	10
Jeringa de 20ml	caja	1	35	35
Nitrógeno Líquido	Kilo	10	15	150
Papel toalla	Rollo	3	15	45
Pintura en spray	Unidad	2	15	30
Semen convencional	Pajilla	20	60	1200
<b>costo por tratamiento</b>				<b>2650</b>
costo de inseminación por vaca				132.5
costo vaca preñada				189.29

### Anexo 3. Costo de semen convencional

Material	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Alcohol de 96°	Litro	1	10	10
Algodón	Paquete	1	10	10
Aretes	Unidad	20	5	100
Caja de tecnoport	Unidad	2	15	30
Camiseta Sanitaria de IA	Rollo x 100unid	1	45	45
Desinfectante	frasco X 100ml	1	20	20
Funda de inseminación artificial	Paq X 50 unid.	1	20	20
Gel de ecografía	Galon	1	75	75
Golpe vitamínico (Vit E+Selenio)	Frasco x 250ml	6	40	240
Guante de látex	Caja	2	25	50
Guantes de inseminación	Caja	4	45	180
Jabón carbólico	Barra	2	5	10
Jeringa de 20ml	caja	1	35	35
Nitrógeno Líquido	Kilo	10	15	150
Papel toalla	Rollo	3	15	45
Pintura en spray	Unidad	2	15	30
Semen convencional importado Alemán	Pajilla	20	60	1200
<b>costo por tratamiento</b>				<b>2250</b>
costo de inseminación por vaca				112.5
costo vaca preñada				140.63

## Anexo 4. Procesamiento estadístico de datos

```

> #####
> # CASO 1: TESIS CUTIRI #
> #####
> library(MASS)
> setwd("F:/INVESTIGACIONES UNSAAC/ACUTIRI")
> datos1<-read.csv('CUTIRI.csv', header = T, sep = ";")
> datos2<-read.csv('CUTIRI2.csv', header = T, sep = ";")
> datos3<-read.csv('CUTIRI_SSvSC.csv', header = T, sep = ";")
> datos4<-read.csv('CUTIRI_SSvSCH.csv', header = T, sep = ";")
> datos5<-read.csv('CUTIRI_SCHvSC.csv', header = T, sep = ";")
> datos1
  COD  TRAT  PRENEZ  SEXO
1   T1    SS      SI    M
2   T2    SS      SI    H
3   T3    SS      NO
4   T4    SS      SI    H
5   T5    SS      SI    H
6   T6    SS      SI    H
7   T7    SS      NO
8   T8    SS      NO
9   T9    SS      SI    H
10  T10   SS      SI    H
11  T11   SS      SI    H
12  T12   SS      NO
13  T13   SS      SI    H
14  T14   SS      SI    H
15  T15   SS      NO
16  T16   SS      SI    H
17  T17   SS      SI    H
18  T18   SS      SI    H
19  T19   SS      SI    H
20  T20   SS      SI    H
21  T21  SC +H     NO
22  T22  SC +H     NO
23  T23  SC +H     NO
24  T24  SC +H     NO
25  T25  SC +H     NO
26  T26  SC +H     NO
27  T27  SC +H     SI    M
28  T28  SC +H     SI    M
29  T29  SC +H     SI    M
30  T30  SC +H     SI    H
31  T31  SC +H     SI    H
32  T32  SC +H     SI    H
33  T33  SC +H     SI    H
34  T34  SC +H     SI    H
35  T35  SC +H     SI    H
36  T36  SC +H     SI    H
37  T37  SC +H     SI    H
38  T38  SC +H     SI    H
39  T39  SC +H     SI    H
40  T40  SC +H     SI    H
41  T41   SC      NO
42  T42   SC      NO
43  T43   SC      NO
44  T44   SC      NO
45  T45   SC      SI    M
46  T46   SC      SI    M
47  T47   SC      SI    M

```

```

48 T48    SC    SI    M
49 T49    SC    SI    M
50 T50    SC    SI    M
51 T51    SC    SI    M
52 T52    SC    SI    H
53 T53    SC    SI    H
54 T54    SC    SI    H
55 T55    SC    SI    H
56 T56    SC    SI    H
57 T57    SC    SI    H
58 T58    SC    SI    H
59 T59    SC    SI    H
60 T60    SC    SI    H

```

```

> str(datos1)
'data.frame':   60 obs. of  4 variables:
 $ COD   : chr  "T1" "T2" "T3" "T4" ...
 $ TRAT  : chr  "SS" "SS" "SS" "SS" ...
 $ PRENEZ: chr  "SI" "SI" "NO" "SI" ...
 $ SEXO  : chr  "M" "H" "" "H" ...
> datos1$TRAT<-as.factor(datos1$TRAT)
> #
> #tablas cruzadas
> library(gmodels)
> #TABLA CRUZADA ENTRE TRATAMIENTO Y PREÑEZ
> CrossTable(datos1$PRENEZ, datos1$TRAT, dnn = c("PREÑEZ",
"TRATAMIENTO"), expected = TRUE, format = "SPSS")

```

```

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

```

Total Observations in Table: 60

PREÑEZ	TRATAMIENTO			Row Total
	SC	SC +H	SS	
NO	4	6	5	15
	5.000	5.000	5.000	
	0.200	0.200	0.000	
	26.667%	40.000%	33.333%	25.000%
	20.000%	30.000%	25.000%	
	6.667%	10.000%	8.333%	
SI	16	14	15	45
	15.000	15.000	15.000	
	0.067	0.067	0.000	
	35.556%	31.111%	33.333%	75.000%
	80.000%	70.000%	75.000%	
	26.667%	23.333%	25.000%	
Column Total	20	20	20	60
	33.333%	33.333%	33.333%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

-----  
 Chi^2 = 0.5333333 d.f. = 2 p = 0.7659283

Minimum expected frequency: 5

```
> #TABLA CRUZADA ENTRE TRATAMIENTO Y SEXO
> CrossTable(datos2$SEXO, datos2$TRAT, dnn = c("SEXO", "TRATAMIENTO"), expected = TRUE,
format = "SPSS")
```

Cell Contents

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

Total Observations in Table: 45

SEXO	TRATAMIENTO			Row Total
	SC	SC +H	SS	
H	10	10	14	34
	12.844	9.822	11.333	
	0.630	0.003	0.627	
	29.412%	29.412%	41.176%	
	58.824%	76.923%	93.333%	
	22.222%	22.222%	31.111%	
M	7	3	1	11
	4.156	3.178	3.667	
	1.947	0.010	1.939	
	63.636%	27.273%	9.091%	
	41.176%	23.077%	6.667%	
	15.556%	6.667%	2.222%	
Column Total	17	13	15	45
	37.778%	28.889%	33.333%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

-----  
 Chi^2 = 5.156919 d.f. = 2 p = 0.07589082

Minimum expected frequency: 3.177778

Cells with Expected Frequency < 5: 3 of 6 (50%)

Warning message:

In chisq.test(t, correct = FALSE, ...) :

Chi-squared approximation may be incorrect

> #TABLA CRUZADA ENTRE SS VS SC

> CrossTable(datos3\$SEXO, datos3\$TRAT, dnn = c("SEXO", "TRATAMIENTO"), expected = TRUE, format = "SPSS")

Cell Contents

Count
Expected Values
Chi-square contribution
(FILA) Row Percent
(COLUMNA) Column Percent
Total Percent

Total Observations in Table: 32

SEXO	TRATAMIENTO		Row Total
	SC	SS	
H	10	14	24
	12.750	11.250	
	0.593	0.672	
	41.667%	58.333%	75.000%
	58.824%	93.333%	
	31.250%	43.750%	
M	7	1	8
	4.250	3.750	
	1.779	2.017	
	87.500%	12.500%	25.000%
	41.176%	6.667%	
	21.875%	3.125%	
Column Total	17	15	32
	53.125%	46.875%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

Chi^2 = 5.061438 d.f. = 1 p = 0.02446393

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

Chi^2 = 3.388235 d.f. = 1 p = 0.06566319

Minimum expected frequency: 3.75

Cells with Expected Frequency < 5: 2 of 4 (50%)

Warning messages:

1: In chisq.test(t, correct = TRUE, ...) :

Chi-squared approximation may be incorrect

2: In chisq.test(t, correct = FALSE, ...) :

```

Chi-squared approximation may be incorrect
> #TABLA CRUZADA ENTRE SS VS SCH
> CrossTable(datos4$SEXO, datos4$TRAT, dnn = c("SEXO", "TRATAMIENTO"), expected = TRUE,
format = "SPSS")

```

```

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

```

Total Observations in Table: 28

SEXO	TRATAMIENTO		Row Total
	SC +H	SS	
H	10	14	24
	11.143	12.857	
	0.117	0.102	
	41.667%	58.333%	85.714%
	76.923%	93.333%	
M	3	1	4
	1.857	2.143	
	0.703	0.610	
	75.000%	25.000%	14.286%
	23.077%	6.667%	
Column Total	13	15	28
	46.429%	53.571%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

```
-----|-----|
Chi^2 = 1.531624    d.f. = 1    p = 0.2158689

```

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

```
-----|-----|
Chi^2 = 0.4846154    d.f. = 1    p = 0.4863391

```

Minimum expected frequency: 1.857143  
Cells with Expected Frequency < 5: 2 of 4 (50%)

Warning messages:

```

1: In chisq.test(t, correct = TRUE, ...) :
  Chi-squared approximation may be incorrect
2: In chisq.test(t, correct = FALSE, ...) :
  Chi-squared approximation may be incorrect
> #TABLA CRUZADA ENTRE SCH VS SC

```



```
> CrossTable(datos5$SEXO, datos5$TRAT, dnn = c("SEXO", "TRATAMIENTO"), expected = TRUE, format = "SPSS")
```

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

Observations in Table: 30

SEXO	TRATAMIENTO		Row Total	
	SC	SC +H		
		10	10	H
	11.333	8.667		20
	0.157	0.205		
	50.000%	50.000%		66.667%
	58.824%	76.923%		
	33.333%	33.333%		
		7	3	M
	5.667	4.333		10
	0.314	0.410		
	70.000%	30.000%		33.333%
	41.176%	23.077%		
	23.333%	10.000%		
Column Total	17	13		30
	56.667%	43.333%		

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

```
-----
Chi^2 = 1.085973    d.f. = 1    p = 0.2973652
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correctionChi^2

```
-----
= 0.4242081        d.f. = 1    p = 0.5148447
```

Minimum expected frequency: 4.333333 Cells  
with Expected Frequency < 5: 1 of 4 (25%)

Warning messages:

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

>

Anexo 5. Fotografías del trabajo experimental



Anexo 6. Fotografías de terneras nacida



