



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



**EVALUACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN
DE ESTRO EN LA FERTILIDAD DE LOS OVINOS A TRAVÉS DE
LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO**

TESIS

PRESENTADA POR:

JOSE ANGEL BEJAR QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE
SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN LA FER
TILIDAD DE LOS OVINOS A TRAVÉS DE L

AUTOR

JOSE ANGEL BEJAR QUISPE

RECUENTO DE PALABRAS

14765 Words

RECUENTO DE CARACTERES

81873 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

78 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.1MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 15, 2024 1:03 PM EST

FECHA DEL INFORME

Oct 15, 2024 1:06 PM EST

● **12% de similitud general**

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

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% 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
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)


M.Sc. Edwin Ormichea Valdez
UNA - PUNO


Dr. Pedro Ubaldino Coila Añasco
CMVP-2842

Resumen



DEDICATORIA

A Dios por darme la vida.

A mis Padres, Marcos Béjar Andia y Sebastiana Quispe Lupaca, por ser los cimientos fundamentales de mi vida, por haberme moldeado en la persona que soy hoy. Con su respaldo incondicional a lo largo de mi existencia, muchos de mis logros, incluyendo este, se los debo a ustedes. Me criaron con normas y ciertas libertades, pero, en definitiva, fueron ustedes quienes me alentaron constantemente para alcanzar cada una de mis metas.

A mi Pareja Katy Roció y mi Hija Thais Massiel Béjar por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera estudiantil, este logro también es de ustedes.

A mis hermanas Mery y Erika, mi hermano Julio, y mis sobrinos Aldair y Jean Paul, a mi abuelita que en paz descansa Fidela Andia quienes me dieron ánimos para continuar, creyeron en mi habilidad y compromiso para asumir este desafío con el fin de realizar mis metas planeadas.

Jose Angel Bejar Quispe



AGRADECIMIENTOS

Es mi deber expresar un profundo agradecimiento a la prestigiosa Universidad Nacional del Altiplano, por haberme educado, en particular a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y al cuerpo docente que me ha orientado tanto en el ámbito profesional como en el personal.

Al Centro Experimental de Chuquibambilla, y a los colegas que me brindaron su apoyo incondicional durante la realización de mi trabajo de investigación.

A mi director de tesis M.Sc. Edwin Ormachea Valdez, por todo el apoyo y tiempo que me brindó durante todo el desarrollo de mi tesis, y de quien aprendí mucho en las aulas de estudio; pero, sobre todo, por la paciencia y los valiosos consejos en la elaboración de este proyecto,

A los distinguidos miembros del jurado: Presidente M.Sc. Gerardo Godofredo Mamani Choque, Primer miembro M.Sc. Jesús Ángel Titi Pacosoncco, Segundo Miembro M.Sc. Yhan Pier Manrique Quispe, por la orientación, sus consejos sabios y el apoyo brindado.

Jose Angel Bejar Quispe



ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTOS | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |
| ÍNDICE DE TABLAS | |
| ÍNDICE DE ANEXOS | |
| ACRÓNIMOS | |
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT..... | 14 |
| CAPÍTULO I | |
| INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| 1.1.1. Objetivo general..... | 18 |
| 1.1.2. Objetivos específicos..... | 18 |
| CAPÍTULO II | |
| REVISIÓN DE LITERATURA | |
| 2.1. MARCO TEÓRICO | 19 |
| 2.1.1. Ovino criollo | 19 |
| 2.1.2. Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la borrega..... | 20 |
| 2.1.3. Fisiología del cérvix de la borrega | 21 |
| 2.1.4. Histología cervical ovina..... | 23 |
| 2.1.5. Control neuroendocrino del ciclo reproductivo anual en ovinos | 24 |
| 2.1.6. Interacción neuroendocrina durante la época reproductiva en ovinos | 25 |



| | |
|---|-----------|
| 2.1.7. Estacionalidad reproductiva de los ovinos | 26 |
| 2.1.8. Ciclo Estral | 26 |
| 2.1.9. Fase folicular | 27 |
| 2.1.10. Fase lútea | 29 |
| 2.1.11. Factores que afectan la estación reproductiva en ovinos | 30 |
| 2.1.12. Luminosidad o fotoperiodo | 30 |
| 2.1.13. Temperatura | 31 |
| 2.1.14. Nutrición | 31 |
| 2.1.15. Efecto macho | 32 |
| 2.1.16. Protocolos de sincronización | 32 |
| 2.1.17. Mecanismo de control hormonal de los progestágenos | 33 |
| 2.1.18. Sincronización | 34 |
| 2.1.19. Inseminación artificial | 36 |
| 2.1.20. Ultrasonografía como método de diagnóstico de preñez | 36 |
| 2.2. ANTECEDENTES | 37 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|--|-----------|
| 3.1. LUGAR DE ESTUDIO | 42 |
| 3.2. MATERIALES DE ESTUDIO | 42 |
| 3.2.1. Material biológico | 42 |
| 3.2.2. Material de campo | 43 |
| 3.2.3. Equipo estable de inseminación artificial | 43 |
| 3.2.4. Fármacos | 44 |
| 3.2.5. Insumos y materiales de campo | 44 |
| 3.2.6. Materiales de escritorio | 45 |



| | |
|---|-----------|
| 3.3. METODOLOGÍA | 45 |
| 3.3.1. Protocolo experimental (T1) | 45 |
| 3.3.2. Protocolo experimental (T2) | 46 |
| 3.3.3. Evaluación macroscópica | 47 |
| 3.3.4. Determinación de la concentración espermática y la motilidad masal ... | 47 |
| 3.3.5. Motilidad masal..... | 48 |
| 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 49 |
| CAPÍTULO IV | |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES | |
| 4.1. CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DEL ESPERMATOZOIDE DE LOS CARNEROS | 50 |
| 4.1.1. Color de semen..... | 50 |
| 4.1.2. Volumen..... | 51 |
| 4.1.3. Concentración | 52 |
| 4.1.4. Motilidad masal..... | 54 |
| 4.2. PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN OVINOS, CON EL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN T1 | 55 |
| 4.3. PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN OVINOS, CON EL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN T2 | 56 |
| V. CONCLUSIONES..... | 61 |
| VI. RECOMENDACIONES | 62 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 63 |
| ANEXOS..... | 72 |



Área: Reproducción animal.

Tema: Protocolos de sincronización de estro en la fertilidad de los ovinos.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 18 DE OCTUBRE DE 2024



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1 Distribución de las borregas criollas para la sincronización con esponjas comerciales..... | 43 |
| Tabla 2 Valoración de la motilidad masal..... | 48 |
| Tabla 3 Características del semen fresco en carneros criollos..... | 50 |
| Tabla 4 Porcentaje de fertilidad en borregas criollas a T1..... | 55 |
| Tabla 5 Porcentaje de fertilidad en borregas criollas a T2..... | 56 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1 Fertilidad en borregas criollas según protocolo de sincronización (T1 y T2). | 58 |
| Figura 2 Chi cuadrado de Pearson de borregas criollas inseminadas con el protocolo T1 y T2 | 73 |
| Figura 3 Colección de semen en el centro experimental Chuquibambilla..... | 73 |
| Figura 4 Colocación de semen en una lámina portaobjeto para su evaluación microscópica..... | 74 |
| Figura 5 Volumen y dilución de semen. | 74 |
| Figura 6 Hormona Gonadotropina coriónica equina, aplicador y esponja impregnados con acetato de medroxiprogesterona. | 75 |
| Figura 7 Inseminación artificial cervical. | 75 |
| Figura 8 Formación embrionaria y presencia de carúnculas..... | 76 |
| Figura 9 Crías recién nacidas y de 3 semanas..... | 76 |



ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|-------------|
| ANEXO 1: Análisis estadístico | 72 |
| ANEXO 2: Panel fotográfico..... | 73 |
| ANEXO 3: Declaración jurada de autenticidad de tesis..... | 77 |
| ANEXO 4: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el Repositorio Institucional..... | 78 |



ACRÓNIMOS

| | | |
|--------------------------------|---|---|
| MAP | : | Acetato de medroxiprogesterona |
| Ecg | : | Gonadotropina coriónica equina |
| hCG | : | Gonadotropina coriónica humana |
| IATF | : | Inseminación artificial a tiempo fijo |
| FSH | : | Hormona folículo estimulante |
| E2 | : | Estrógeno |
| P4 | : | Progestágeno |
| CL | : | Cuerpo lúteo |
| LH | : | Hormona luteinizante |
| GABA | : | Ácido gamma amino butírico |
| PGF2α | : | Prostaglandina F2 alfa |
| GnRH | : | Hormona liberadora de gonadotropina |
| GnIH | : | Factor inhibidor de la secreción de gonadotropina |
| IA | : | Inseminación Artificial |
| UI | : | Unidad Internacional |
| ANOVA | : | Análisis de varianza |
| p\leq0.05 | : | Existe diferencia significativa al 95% |
| p\geq0.05 | : | No existe diferencia significativa al 95% |



RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el Centro Experimental Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano, con el objetivo de evaluar protocolos de sincronización de estro en el porcentaje de fertilidad en borregas criollas a través de la inseminación artificial a tiempo fijo. Se utilizaron 50 borregas (25 = T1 y 25 = T2) multíparas con una condición corporal de grado 3 (escala de 1 a 5); T1: P4+200 UI (eCG), T2: P4+200 UI (eCG) y sometidos a tratamientos hormonales con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP) durante 15 y 9 días respectivamente, seguido de la aplicación de 200 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) al retirar la esponja. La inseminación artificial a tiempo fijo se realizó 56 horas después del retiro de las esponjas. Se evaluaron las características macroscópicas del semen de carneros criollos de 3 y 6 años. Los datos se analizaron mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la prueba de Mann-Whitney U para comparaciones entre grupos, y la prueba de chi-cuadrado con corrección de Yates para evaluar la fertilidad. Los resultados mostraron que los carneros de 6 años presentaron mayor volumen (1.60 ml), concentración (2.8×10^9 /ml) y motilidad masal (90%) en comparación con los de 3 años (1.05 ml, 2.5×10^9 /ml y 72% respectivamente). El color del semen fue blanco cremoso en ambos grupos. El porcentaje de fertilidad fue del 76% para el protocolo T1 y 68% para el T2. El análisis de residuos estandarizados mostró una ligera asociación positiva entre T1 y la fertilidad, y negativa entre T2 y la fertilidad. Sin embargo, la prueba de chi-cuadrado ($p = 0.7528$) no reveló diferencias estadísticamente significativas entre los protocolos. Se concluye que ambos protocolos de sincronización son efectivos para la inseminación artificial a tiempo fijo en borregas criollas, siendo el protocolo T1 ligeramente superior en términos de fertilidad, aunque sin significancia estadística.

Palabras clave: Borrega, Carnero, Fertilidad, Inseminación, Semen.



ABSTRACT

The research work was carried out at the Chuquibambilla Experimental Center of the National University of Altiplano, with the aim of evaluating estrus synchronization protocols in the fertility percentage in Creole ewes through fixed-time artificial insemination. 50 multiparous ewes (25 = T1 and 25 = T2) with a body condition grade 3 (scale from 1 to 5) were used; T1: P4 + 200 IU (eCG), T2: P4 + 200 IU (eCG) and subjected to hormonal treatments with intravaginal sponges impregnated with 60 mg of medroxyprogesterone acetate (MAP) for 15 and 9 days respectively, followed by the application of 200 IU of equine chorionic gonadotropin (eCG) upon removing the sponge. Fixed-time artificial insemination was performed 56 hours after the sponges were removed. Macroscopic characteristics of semen from 3- and 6-year-old Creole rams were evaluated. Data were analyzed using the Shapiro-Wilk normality test, the Mann-Whitney U test for comparisons between groups, and the chi-square test with Yates correction to assess fertility. Results showed that 6-year-old rams had higher volume (1.60 ml), concentration ($2.8 \times 10^9/\text{ml}$), and mass motility (90%) compared to 3-year-old rams (1.05 ml, $2.5 \times 10^9/\text{ml}$, and 72%, respectively). Semen color was creamy white in both groups. Fertility percentage was 76% for the T1 protocol and 68% for the T2 protocol. Standardized residual analysis showed a slight positive association between T1 and fertility, and a negative association between T2 and fertility. However, the chi-square test ($p = 0.7528$) did not reveal any statistically significant differences between the protocols. It is concluded that both synchronization protocols are effective for fixed-time artificial insemination in Creole ewes, with the T1 protocol being slightly superior in terms of fertility, although without statistical significance.

Keywords: Ewe, Ram, Fertility, Insemination, Semen.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La sierra del Perú cuenta con 9, 532,200 ovinos de raza Criolla, que representan el 81% de la población total ovina. Además, la región de Puno registra la mayor proporción de ovinos criollos, alcanzando un 80.6%, y constituye una fuente económica crucial para muchas familias del altiplano peruano (INEI, 2012). Los ovinos tienen un patrón de reproducción estacional (Smith, 2012; Weems et al., 2015), que facilita la reproducción en épocas del año que favorecen la supervivencia y el crecimiento de la cría (Weems et al., 2015). Muchas razas de ovinos presentan un período anual de inactividad reproductiva en respuesta al aumento de la luz diurna. Durante esta fase no reproductiva (anestro), se observa una disminución en la secreción pulsátil de GnRH desde el hipotálamo (Smith, 2012). Al terminar el anestro, el principal mecanismo que impulsa la reproducción estacional es un notable aumento en la sensibilidad de las neuronas a la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) (Ando et al., 2018; Weems et al., 2015), lo que a su vez estimula la producción y liberación de las gonadotropinas hipofisarias luteinizantes (LH) y estimulantes de los folículos (FSH), regulando así la actividad gonadal (Hazlerigg & Simonneaux, 2015).

La crianza de ovinos criollos, es la más común. Estos animales tienen la ventaja de ser muy resistente en las alturas y condiciones climáticas adversas del Altiplano. Además, su costo de compra y mantenimiento es bajo, a diferencia de las razas importadas y seleccionadas, que suelen enfrentar problemas de adaptación. (Alencastre & Gómez, 2005).



Los ovinos criollos se distinguen por su elevada tasa de natalidad, baja tasa de mortalidad en comparación con el capital promedio anual, un alto porcentaje de corderos producidos en relación con la misma categoría productiva, y una notable eficiencia ganadera (Mamani-Cato et al., 2022). Asimismo, es una de las actividades y la principal fuente de ingreso económico en las zonas rurales, por eso es necesario incrementar la productividad y mejorar las condiciones de crianza (Aliaga, 2006).

La reproducción cíclica basada en las estaciones es una cualidad distintiva observada en diversas variedades de ovejas que se ve afectada por la ubicación geográfica y el momento del año en que se encuentran. El apareamiento suele darse en la temporada otoñal cuando disminuye la cantidad de horas diurnas lo cual restringe la capacidad reproductiva anual del grupo ovino (Copari, 2021). Los efectos de la estacionalidad reproductiva se pueden minimizar o revertir por el uso estratégico de tecnologías reproductivas (Blaschi, 2014).

La actividad reproductiva es influenciada de manera directa por diversos elementos cuya manipulación puede ocasionar variaciones en el desempeño reproductivo el manejo de la reproducción ovina ha sido un tema de interés para investigadores a nivel mundial durante mucho tiempo una gestión adecuada de las condiciones puede conducir a altos niveles de rendimiento reproductivo siendo este un factor que marca diferencias significativas en la eficacia reproductiva entre naciones desarrolladas y aquellas en vías de desarrollo (Copari, 2021). Los factores que afectan la preñez en las ovejas son la genética (razas y cruces), estrés por calor y manejo, nutrición y suministro energético, dilución de semen, uso de aditivos y métodos de crioconservación (Ibrahim, 2014).

Las técnicas de reproducción representan una de las herramientas más efectivas al alcance para el perfeccionamiento genético animal la preservación de recursos genéticos



la optimización de la salud de los animales y el mejoramiento de los sistemas de producción empleados en la industria ganadera (Copari, 2021). La utilización de tecnologías reproductivas en la reproducción de los animales domésticos tiene varios objetivos, como la prevención de enfermedades transmisibles vía reproductiva, la optimización del manejo reproductivo, el intercambio de material genético, la creación de nuevos y más eficientes sistemas de producción, la generación de crías de sexo y composición genética predeterminada de acuerdo a las necesidades del mercado, la conservación de los recursos zoogenéticos y el incremento de la tasa de progreso genético en las poblaciones animales; siendo ésta última la aplicación que tiene mayor uso y mayor impacto en la producción animal (Vivanco, 2018).

Sin embargo, existen borregas con rendimiento reproductivo deficiente tras la inseminación artificial o el apareamiento natural durante la época reproductiva este bajo desempeño puede ser resultado de diversos factores entre los que se incluyen la fertilidad los criterios de selección el estado nutricional y la presencia de enfermedades (Choque, 2022). Para mejorar este bajo desempeño reproductivo, se debe mejorar la nutrición junto al uso de tratamientos con progestágenos (Robinson, 1967). La sincronización o inducción de estro, seguida de una monta natural o inseminación artificial, ofrecen la posibilidad de mejorar la eficiencia reproductiva (Knights et al., 2001). Para ello es necesario manejar métodos de control artificial del ciclo estral, utilizando dispositivos intravaginales sobre la base de progestágenos y la administración de gonadotrofina coriónica equina (eCG) (Catalano et al., 2003) o de prostaglandina F2 alfa, al retiro del dispositivo (Aguado y Garcia, 2020). Por tal virtud se planteó alcanzar los siguientes objetivos:



1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar protocolos de sincronización de estro en el porcentaje de fertilidad en borregas criollas a través de la inseminación artificial a tiempo fijo.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar las características macroscópicas de semen en carneros criollos.
- Determinar el porcentaje de fertilidad en borregas criollas, con el protocolo de sincronización T1.
- Determinar el porcentaje de fertilidad en borregas criollas, con el protocolo de sincronización T2.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Ovino criollo

El Perú cuenta con una población de 14, 822,226 ovinos, distribuida de la siguiente manera: 3.1% en la Costa, 96.2% en la Sierra y 0.7% en la Selva. La región Puno es el primer productor de ovinos con el 26% de la población nacional, siendo Cusco el segundo productor con el 16%. Estas regiones, por tener el mayor porcentaje de la población ovina, tienen prioridad en la implementación de políticas para el sector productivo ovino (Copari, 2021). Esto involucra aproximadamente a 1,500,000 productores, de los cuales la mayoría radica en las zonas alto andinas del país (Delgado, 2013).

Los ovinos criollos son descendientes de los primeros ovinos (razas Churra y Manchega) traídos por los españoles a nuestro país y se han adaptado a diversas condiciones geográficas, lo que les confiere una notable rusticidad. Esta situación llevó a cruces con razas importadas en un intento de mejorarlos, destacando el Hampshire Down (HD) en la costa peruana (Copari, 2021). Están adaptados a diferentes ecorregiones y poseen genes fundamentales para el mejoramiento genético, gracias a su resistencia en condiciones de alimentación adversas (Salamanca, 2014).

Es un animal pequeño y delgado que produce un vellón muy ligero, compuesto por una mezcla de pelos largos y gruesos junto con lanilla corta y fina, característica de los ovinos antiguos. En el país, la mayoría de los ovinos criollos



se encuentran en estado puro, aunque también hay algunas manadas en proceso de mestizaje (ANCO, 2001).

El perfil cefálico de las hembras es recto, mientras que en los machos es convexo; las orejas son de tamaño mediano a pequeño e incluso pueden faltar. La presencia o ausencia de cuernos no es relevante en ambos sexos, y el cuerpo es poco profundo con una ubre poco desarrollada. El vellón rara vez cubre el vientre y nunca los miembros, y la lana puede ser blanca, negra, gris o marrón (Cardozo, 1995).

Su rasgo más destacado es su alta rusticidad y mediana prolificidad, además de un nivel de producción de lana y carne relativamente bajo. Las ovejas alcanzan un peso vivo de 27 kg y los carneros de 35 kg, con un peso promedio del vellón de 1.5 kg. En la actualidad, esta es la raza ovina más numerosa del país. Se caracteriza también por tener un fenotipo muy diverso (Coronel, 2007).

2.1.2. Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la borrega

El aparato reproductor de la borrega está constituido por: ovarios, que tienen forma redondeada, y la porción tubular que se constituye por el oviducto el cual se unirá a la cavidad uterina; el útero posee un cuerpo y dos cuernos; el cérvix es el órgano que separa el útero de la vagina protegiendo al primero del contacto con el exterior (Copari, 2021). La vagina es un órgano fibromuscular de pared gruesa que se extiende desde el cérvix hasta la vulva; la vulva es la porción terminal del aparato genital de la hembra, está formada por los labios vulvares izquierdo y derecho los cuales se unen en la comisura dorsal y ventral (Rodríguez, 2012).



El cérvix es un órgano fibroelástica que une la porción posterior del útero con la vagina y se encuentra en relación dorsal con la ampolla rectal y ventral con la vejiga urinaria teniendo en cuenta la proporción entre su longitud y anchura así como el tamaño del animal el cuello uterino ovino es más extenso que el bovino asimismo la disposición irregular de los anillos cervicales en el estrecho lumen interno confiere al cérvix de la oveja una configuración compleja que impide el paso de los instrumentos de inseminación, las características morfométricas del cuello uterino en ovejas presentan variaciones según la raza y la edad (Copari, 2021). Las variaciones raciales en la morfometría del cérvix pueden ser la explicación de la variabilidad de los resultados de fertilidad de la inseminación artificial entre razas (Rodríguez, 2016).

Se han descrito las múltiples formas en las que se presenta el primer anillo cervical, las cuales son seis: Pico de pato (dos pliegues opuestos que sobresalen de la vagina), Colgajo (un pliegue de tejido cervical sobresaliendo en la vagina anterior y se superpone total o parcialmente al os externo), Roseta (conjunto de pliegues que sobresalen en la vagina), Liso (hendidura) y Papila (hay un solo pliegue cervical que sobresale en la vagina con el orificio externo como su ápice) (Cáceres, 2019).

2.1.3. Fisiología del cérvix de la borrega

El cérvix y los fluidos que secreta desempeñan una función crucial en el proceso reproductivo de los mamíferos aunque su importancia varía dependiendo del método de deposición seminal característico de cada especie sin embargo en el caso específico de la oveja y los seres humanos el semen es depositado en la



vagina por lo que el cérvix participa directamente en el proceso de concepción (Copari, 2021).

El cérvix actúa como una barrera física que dificulta el avance de los espermatozoides este obstáculo anatómico restringe la efectividad de la inseminación por vía vaginal lo que ha llevado a investigar métodos de dilatación cervical como una alternativa para ampliar el diámetro de su luz y facilitar parcial o totalmente el paso a través del cérvix sin embargo la dilatación cervical puede interferir con la fisiología hormonal e incluso afectar la ovulación lo que podría contrarrestar los beneficios iniciales al reducir la fertilidad esta situación resalta la importancia de dos aspectos fundamentales relacionados con el cérvix y estrechamente vinculados a la inseminación por vía vaginal el moco cervical y la dilatación (Copari, 2021).

Las propiedades físicas y químicas del moco cervical influyen de manera decisiva sobre la capacidad de los espermatozoides para penetrar el cérvix y alcanzar el sitio de fertilización el moco como secreción presente en el conducto cervical puede funcionar como un obstáculo o como un elemento facilitador en el proceso de fecundación en su papel de barrera esta puede ser de naturaleza física o química incluyendo aspectos inmunológicos de hecho existe un intervalo muy corto dentro del ciclo sexual durante el cual el moco permite el tránsito de los espermatozoides (Copari, 2021). La máxima penetrabilidad de espermatozoides ocurre durante la fase ovulatoria, con marcada reducción antes y después de este corto periodo de tiempo (Rodríguez, 2016).



2.1.4. Histología cervical ovina

El cérvix y los fluidos que secreta desempeñan una función crucial en el proceso reproductivo de los mamíferos, aunque su importancia varía dependiendo del método de deposición seminal característico de cada especie, sin embargo, en el caso específico de la oveja y los seres humanos, el semen es depositado en la vagina, por lo que el cérvix participa directamente en el proceso de concepción (Copari, 2021).

El cérvix constituye una barrera física que obstaculiza el avance de los espermatozoides, este impedimento anatómico restringe la eficacia de la inseminación vaginal, lo que ha motivado investigaciones sobre la dilatación cervical como alternativa para aumentar el diámetro de su luz y potencialmente eludir parcial o completamente el tránsito cervical, no obstante, la dilatación cervical podría interferir con la fisiología hormonal normal e incluso afectar la ovulación, lo que podría contrarrestar los beneficios iniciales al disminuir la fertilidad, esta situación resalta la relevancia de dos aspectos fundamentales relacionados con el cérvix y estrechamente vinculados a la inseminación vaginal, el moco cervical y la dilatación (Copari, 2021).

Las características físicas y químicas del moco cervical influyen decisivamente en la capacidad de los espermatozoides para penetrar el cérvix y alcanzar el sitio de fertilización, el moco, como secreción presente en el conducto cervical, puede funcionar como un obstáculo o como un elemento facilitador en el proceso de fecundación, en su papel de barrera, esta puede ser de naturaleza física o química, incluyendo aspectos inmunológicos, de hecho, existe un intervalo muy corto dentro del ciclo sexual durante el cual el moco permite el



tránsito de los espermatozoides (Copari, 2021). La máxima penetrabilidad de espermatozoides ocurre durante la fase ovulatoria, con marcada reducción antes y después de este corto periodo de tiempo (Rodríguez, 2016).

2.1.5. Control neuroendocrino del ciclo reproductivo anual en ovinos

La actividad reproductiva engloba diferentes fenómenos madurativos, desde la diferenciación sexual hasta la pubertad, del mismo modo diversas interacciones hormonales tales como el Hipotálamo - Hipófisis que interactúa con las gónadas (Copari, 2021). Permitiendo la secreción de diferentes hormonas tales como: GnRH del hipotálamo, LH y FSH de la hipófisis, Estradiol, Inhibina y Progesterona del ovario y la Prostaglandina (PGF2 α) de útero y cuerpo lúteo (Aguilar, 2016).

En las latitudes templadas, el factor ambiental más determinante es el fotoperiodo (estación asociada a días cortos), donde muestran una serie de ciclos estrales regulares, conducta de estro y ovulación a lo largo de la estación reproductiva (Copari, 2021). Esta influencia está ampliamente demostrada en machos y hembras pues el fotoperiodo controla la secreción de melatonina, hormona responsable de la sincronización del ritmo anual de reproducción (Choque, 2022).

El estímulo lumínico captado por la retina es conducido hasta la glándula pineal, la cual produce melatonina únicamente durante las fases de oscuridad, así, una secreción prolongada de melatonina es interpretada como un día corto, mientras que una breve liberación de melatonina es percibida como un día largo (Copari, 2021). Los sitios y modo de acción de la melatonina no se conocen totalmente, pero el efecto final del patrón de secreción hormonal durante un día



corto es modular la secreción del factor de liberación de gonadotrofinas por el sistema nervioso central (Aisen, 2011).

2.1.6. Interacción neuroendocrina durante la época reproductiva en ovinos

Durante la época reproductiva, en la fase lútea, la progesterona (P4) organiza los ciclos estrales de la oveja, ejerciendo un efecto de retroalimentación negativa, inhibiendo la secreción pulsátil de GnRH y por lo tanto de LH (Copari, 2021). De manera específica, la progesterona actúa a nivel del área pre óptica, en donde activa las neuronas GABA e induce la síntesis de este neurotransmisor el cual actúa en las neuronas productoras de GnRH e inhibe la síntesis de esta hormona (Arroyo, 2011).

Durante la fase folicular (proestro y estro), la concentración de P4 es basal, como consecuencia de la lisis del cuerpo lúteo, inducida por la PGF2 α ; los folículos ováricos crecen y maduran hasta alcanzar un estado preovulatorio (Arroyo, 2011).

La síntesis de estradiol en las células de la granulosa aumenta progresivamente, lo cual induce un incremento de esta hormona esteroide en la circulación periférica y actúa de manera directa en las neuronas GnRH a nivel del núcleo ventromedial e induce el pico preovulatorio de GnRH/LH y 24 horas después, la ovulación (Copari, 2021). En esta etapa fisiológica, el estradiol ejerce un efecto de retroalimentación positiva e induce la síntesis y secreción de GnRH y por lo tanto de LH, de este modo induciendo el pico preovulatorio, provocando la conducta de estro y la ovulación (Arroyo, 2011).



2.1.7. Estacionalidad reproductiva de los ovinos

En zonas de clima templado como Perú, las ovejas hembra presentan un ciclo reproductivo estacional poliéstrico, iniciando su actividad reproductiva con la llegada del otoño, la extensión de la temporada reproductiva se ve influenciada por la duración del fotoperíodo, las características raciales y el estado nutricional del animal, el fotoperíodo es el factor determinante de la estacionalidad reproductiva, observándose que el celo comienza en la época del año en que los días se acortan (Copari, 2021).

Las borregas son poliéstricas estacionales, con un promedio de 17 días entre celos durante la estación reproductiva; los ciclos estrales tienen lugar en el hemisferio sur particularmente en nuestro país desde mediados de otoño prolongándose hasta el inicio del invierno (abril a julio); asimismo, con la misma variación los carneros tienden a mostrar una estacionalidad tanto en su libido, como en la espermatogénesis y calidad del eyaculado, siendo sexualmente más activos y con mejores eyaculados precisamente en otoño e invierno (Peña, 2018).

2.1.8. Ciclo Estral

La duración típica del ciclo estral es de 17 días, aunque puede variar según la raza, la fase de la temporada reproductiva y el estrés ambiental, el estro es el período durante el cual la hembra acepta al macho y permite la cópula, ocurriendo al final de la fase folicular del ciclo y extendiéndose de 24 a 36 horas, los estrógenos producidos por los folículos maduros son los responsables del comportamiento característico de las hembras durante el estro y de las modificaciones anatómicas, particularmente en el tracto reproductivo (Copari, 2021). En la oveja el estro es relativamente poco notable, y no se puede observar



en ausencia del macho. Es posible que la vulva esté edematosa y que sea evidente una secreción del moco por la vagina (Peña, 2018).

Se han definido dos fases del ciclo estral en hembras ovinas: una fase luteal desde el segundo día hasta el 13, y una fase folicular que comprende desde el día 14 hasta el día primero, entendiéndose como día cero (0) el día de presentación del estro (Copari, 2021). El ciclo estral tiene una duración de entre 16 a 18 días, siendo más corto en corderas que ovejas adultas, 16.8 y 17.2 días, respectivamente (Lozano, 2012).

El ciclo estral es el tiempo que transcurre entre estros, la duración de este ciclo en Chuquibambilla es de aproximadamente 17,65 días como promedio se ha observado que las borregas presentan ciclos más cortos que las ovejas adultas (Alencastre, 1997).

2.1.9. Fase folicular

El desarrollo de los folículos está regulado por las gonadotropinas secretadas por la hipófisis, la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), la FSH promueve el crecimiento inicial de los folículos mientras que la LH es esencial para completar las etapas finales del desarrollo folicular, adicionalmente, estas hormonas facilitan la producción de hormonas sexuales femeninas como los estrógenos por parte del folículo, los cuales son liberados al torrente sanguíneo provocando la manifestación del celo (Copari, 2021). Dentro de la fase folicular se incluye a las fases del proestro y estro (Aguilar, 2016).



Proestro: Los folículos que llegan al estado de dominancia, estado pre ovulatorio, generalmente son dos o tres; no se distinguen sino hasta 48 -36 horas antes de que acontezca; llegan a medir hasta 1,2 cm de diámetro; tal crecimiento responde a cambios morfológicos, funcionales y de vascularización del folículo debido a que las gonadotropinas estimulan la esteroidogénesis en las células de la granulosa y de la teca (Arroyo, 2011).

Estro: Dura aproximadamente entre 24 - 48 horas, sin embargo, su duración está influenciada por la edad, estación del año y la presencia del macho; socialmente la hembra busca al macho y permanece inmóvil ante la monta, mientras que los signos externos son: enrojecimiento y edematización vulvar, descarga de flujo vaginal y orina frecuente; las mencionadas manifestaciones de celo se deben primordialmente a la alta concentración de estrógenos (E2) contenidos en el líquido del folículo preovulatorio, los folículos primarios del ovario cumplieron un desarrollo estimulados directamente por el eje hipotámico-hipofisiario; la GnRH se estimula mediante retroalimentación de diferentes hormonas reproductivas como los estrógenos, las activinas y las inhibinas principalmente (Rodríguez, 2012).

En cuanto a los cambios anatómicos perceptibles durante el periodo del estro, se puede observar la vulva y vagina congestionada, dilatación y tumefacción del cérvix; aparece abundante secreción de mucus proveniente de las glándulas secretoras del útero, cérvix y vagina (Copari, 2021). El tipo y consistencia del mucus, cambia a lo largo del periodo estral, y esto es también utilizado como un indicador del estadio del estro; al inicio del estro el mucus es transparente y fluida,



después de 12 a 18 horas es claro, opaco y gelatinoso y a las 25 a 30 horas se hace más denso (espeso) y de consistencia cremosa (Peña, 2018).

2.1.10. Fase lútea

Después de la ovulación del folículo de Graaf se constituye un cuerpo hemorrágico por la influencia de la oleada de la LH, las células de la granulosa proliferan y se transforman en células luteínicas que llenan el antro del folículo (Copari, 2021). El cuerpo lúteo secreta la hormona progesterona alcanzando un máximo de concentración a los seis días y manteniéndose toda la gestación si se ha concebido y si no se ha concebido a los 11 -12 días el cuerpo lúteo disminuye de tamaño y comienza a descender los niveles de progesterona para que al final de esta fase aparezca una nueva onda de crecimiento folicular (Liu et al., 2007). La fase lútea comprende el metaestro y el diestro, el estro dura de 24 a 36 horas, produciéndose la ovulación cerca del final del estro (Aguilar, 2016).

Metaestro: Dura de 3 a 5 días. Después de la ovulación, las células tecales y de la granulosa del ovario mediante acción de la LH y la Prolactina, sufren cambios morfológicos y bioquímicos transformándose en células luteínicas, formando así el cuerpo lúteo hasta el final del metaestro (Copari, 2021). A partir del diestro secreta en grandes cantidades progesterona, cuya principal función es el establecimiento y mantenimiento de la gestación, mediante la inhibición de las gonadotropinas; actúa preparando al útero para la implantación aumentando la secreción de las glándulas endometriales (Arroyo, 2011).

Diestro: La fase lútea tiene una duración aproximada de 14 días, el cuerpo lúteo (CL) alcanza su plena funcionalidad siete días después del celo cuando las células lúteas de la granulosa y de la teca han madurado completamente, hacia el



día 15, si no ha ocurrido la concepción en el útero, la actividad del cuerpo lúteo cesa abruptamente, los estrógenos foliculares aumentan su concentración en el plasma estimulando la síntesis de receptores de oxitocina y enzimas precursoras de $\text{PGF2}\alpha$ como el ácido araquidónico y la fosfolipasa A, es decir, la producción de $\text{PGF2}\alpha$ depende de la unión de la oxitocina a sus receptores, el primer pulso de la hormona luteolítica es estimulado por la oxitocina de origen hipofisiario, que a su vez promueve la secreción de oxitocina luteal, actuando a nivel endometrial para fomentar la síntesis de $\text{PGF2}\alpha$, una hormona peptídica que reduce el flujo sanguíneo hacia el cuerpo lúteo (Copari, 2021). El ciclo empieza nuevamente con una concentración decreciente de progesterona, concurrente desarrollo del folículo y subsecuente incremento de la concentración sérica de estrógenos (Aisen, 2011).

2.1.11. Factores que afectan la estación reproductiva en ovinos

El comportamiento reproductivo de las borregas, especialmente en las encarneradas con dientes de leche, es totalmente diferente al de las ovejas adultas, circunstancia que es necesario tener presente para mejorar la eficiencia reproductiva (Copari, 2021). Las borregas tienen celos cortos (6 a 24 horas), débiles y en la mayoría de los casos sin manifestaciones externas o silentes, de tal forma que muchas de ellas rehúyen a los carneros (Aisen, 2011).

2.1.12. Luminosidad o fotoperiodo

El fotoperiodo constituye uno de los factores ambientales más relevantes debido a su escasa variación entre años y por aparentemente ser el indicador más confiable de la estación, permitiendo a las especies anticipar el momento ideal para su reproducción, el inicio y cese de la actividad sexual en condiciones



naturales son procesos inevitables para aquellos animales que exhiben una reproducción estacional (Copari, 2021). Las hembras de estas especies manifiestan dos ritmos de reproducción: uno de aparición cíclica, el ciclo estral, y otro que es el ciclo de actividad ovárica, con dos periodos relativamente bien definidos: la estación de apareamiento y la estación de anestro (Aisen, 2011).

La mayor parte de razas ovinas son poliéstricas estacionales como: Hampshire, Corriedale, Romney, Rambouillet; Siendo el fotoperiodo el factor ambiental con mayor repetitividad y variabilidad nula entre años; por lo tanto, la duración de las horas luz sincroniza el ciclo reproductivo anual de la oveja (Arroyo, 2011).

2.1.13. Temperatura

La mayoría de razas ovinas comienzan los ciclos con la llegada del tiempo más fresco del otoño, cuando las temperaturas nocturnas descienden y algunas razas de carne, como las caras negras, son particularmente sensibles a los niveles de calor (Arroyo, 2011).

2.1.14. Nutrición

El estado nutricional y la alimentación de las ovejas actúan como moduladores del comportamiento sexual en conjunto con el fotoperiodo, siendo un factor determinante en las expectativas reproductivas, la nutrición de una oveja gestante es crucial, ya que en situaciones de deficiencia nutritiva la madre puede transferir grasa, proteínas y minerales de sus propios tejidos al feto a través de la placenta, particular atención merece el periodo de lactancia, pues se ha observado que los animales que recuperan peso durante el primer mes después del parto



tienden a reducir la duración del periodo anaovulatorio (Copari, 2021). Se ha demostrado una correlación positiva entre la duración de la lactancia y nivel nutricional con la tasa de ovulación en hembras ovinas y caprinas (Aisen, 2011).

2.1.15. Efecto macho

La introducción del macho caprino u ovino para estimular la actividad sexual en las hembras ha sido empleada en ambas especies durante el periodo de anestro y en fechas cercanas al inicio de la actividad sexual, un requisito esencial es haber mantenido a los machos completamente separados de las hembras evitando todo tipo de contacto ya sea físico, visual, olfativo o auditivo durante un lapso de 30 a 40 días (Copari, 2021). Las hembras frente a este estímulo responden con una activación del sistema endocrino, manifestado por inicio de actividad ovárica (Aisen, 2011).

2.1.16. Protocolos de sincronización

Existe una amplia variedad de métodos utilizados para la sincronización de estro, buscando hacer eficaz esta práctica (Choque, 2022). Así, se conoce el uso de las prostaglandinas ($PGF_{2\alpha}$), progestágenos como el acetato de medroxiprogesterona (MAP), acetato de fluorogestona (FGA) impregnados en esponjas y dispositivo de liberación controlada interna de droga (CIDR) que presenta la particularidad de liberar progesterona (Ortega, 2006).

La sincronización de celo en ovejas mediante esponjas intravaginales impregnadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP) consiste en la liberación de progesterona al torrente sanguíneo en una tasa controlada, lográndose así la



inhibición de la maduración folicular por la retroalimentación negativa de esta hormona (Azzarini, 2001).

Para su aplicación se usan dispositivos intravaginales impregnados de un análogo de progesterona o progestágeno; la hormona es liberada en forma lenta, absorbiéndose y pasando al torrente circulatorio, bloqueando el estro y la ovulación (Calva y Cantos Torres, 2014). La finalidad de este método consiste en la inducción de una fase lútea artificial, en donde elevadas concentraciones de P4 inhiben la secreción pulsátil de GnRH, y consecuentemente de LH, bloqueando de este modo la ovulación (Sánchez y Manzur, 2014).

Modulan funciones endócrinas y reproductoras como: facilitar la liberación de ovocitos maduros, la implantación y mantenimiento de la gestación, y además participa en la supresión de la síntesis y liberación de gonadotropinas y GnRH (Sagbay, 2014).

2.1.17. Mecanismo de control hormonal de los progestágenos

a. Gonadotrofina coriónica equina (eCG)

Es una hormona placentaria, secretada por las copas endometriales del endometrio uterino de yegua y es de característica glucoproteínica constituida por las subunidades α y β (Choque, 2022). La subunidad α es similar a las existentes en la FSH y LH, mientras que la subunidad β es la responsable de la diferente actividad biológica de cada una de estas hormonas, pero solo puede ejercer tal actividad si está enlazada a la subunidad α y además tiene una acción similar a la FSH, estimula la foliculogénesis, por esta razón, es utilizada en los tratamientos de sincronización (Háfes y Háfes, 2002).



Su acción es ejercida mediante el AMPc, presentando una actividad tanto de FSH y LH cuando es inyectada en una especie distinta a la Equina (Choque, 2022). Aunque predomina la actividad de FSH, sin embargo, la relación FSH:LH resulta muy variable en función de factores tales como la raza y el momento de la gestación de las yeguas de las cuales se obtienen, siendo el mecanismo la eCG estimular el desarrollo folicular de la población folicular incrementando la secreción y la multiplicación de las células de la granulosa e induciendo la liberación endógena de LH (Bettencourt, 2008).

La utilización de eCG en ovinos ha permitido incrementar la fertilidad en los estros sincronizados con progestágenos ya que induce a la ovulación y mejora la sincronización de los celos, administrándose generalmente al final del tratamiento (Rangel, 1997).

Además, la aplicación de eCG inyectada 48 horas antes de retirar la esponja mejora la fertilidad en ovejas en comparación con su administración al momento de retirar las esponjas (Eppleston, 1994).

2.1.18. Sincronización

La sincronización implica la administración de un producto hormonal producido en laboratorio, la forma, el momento y la frecuencia de las aplicaciones varían según el producto específico, el objetivo de este procedimiento es lograr que un grupo de ovejas entre en celo de manera simultánea dentro de un intervalo de tiempo determinado (Enríquez, 2017). La sincronización se puede llevar a cabo por métodos naturales y por métodos hormonales (Loreny, 2007).



Ventajas y desventajas de la sincronización de celo, así como también algunos problemas que pueden presentarse:

a. Ventajas

- Reduce el tiempo que se requiere en la detección de estro.
- Permite agrupar y acortar los periodos de servicio natural o de inseminación.
- Agrupar los periodos de parto en periodos más favorables del año.
- Obtener crías uniformes en edad y desarrollo.

b. Desventajas

- En caso de administraciones elevadas de progestágenos, un persistente bloqueo puede dar lugar a que los animales no presenten estado de celo (Choque, 2022).
- En relación con su administración y duración de aplicación, puede presentar fallos en el gobierno de las gónadas con generación quística de los ovarios, como consecuencia de la sincronización hormonal del celo (Choque, 2022).
- Efectos antagónicos de los progestágenos aplicados con respecto a las hormonas corporales, pueden dar lugar a un celo enmascarado al producir represión del efecto de los estrógenos por efecto de repercusión de los progestágenos (Choque, 2022).



2.1.19. Inseminación artificial

El uso de la inseminación artificial (IA) en ovinos ha tomado cierto interés en los últimos años debido a que esta presenta indudables ventajas de tipo genético, zootécnico y sanitario (Herrera et al., 2001) y juega un rol muy importante en los programas de mejoramiento genético, no solo por acelerar el flujo de material genético superior hacia sectores de inferiores características productivas, sino por facilitar el transporte de semen, evitando el costoso traslado de los reproductores y disminuyendo los riesgos sanitarios (Mellisho et al., 2006).

En los últimos años, la inseminación artificial ha adquirido constante difusión, debido a que esta técnica se ha ido perfeccionando constantemente (Cárdenas, 1997).

2.1.20. Ultrasonografía como método de diagnóstico de preñez

La ultrasonografía es una técnica de exploración de los órganos internos del cuerpo que consiste en registrar el eco de ondas de sonido enviadas hacia el lugar que se examina (Choque, 2022). De manera específica, se señala que dicha técnica se fundamenta en la emisión de ondas de sonido de alta frecuencia debido a la estimulación eléctrica de cristales que se encuentran en el transductor que a partir del contacto con los tejidos de diferentes densidades penetran, se absorben y rebotan (Ramírez et al, 2009).

En ovinos se pueden realizar dos tipos de exámenes, el examen transabdominal y el examen rectal (Choque, 2022). El primero es el que se utiliza con mayor frecuencia en las especies de menor porte (ovejas, cabras y cerdas); resulta conveniente la utilización de transductores de frecuencia de 5 MHz que



permite una adecuada penetración ya que la onda ultrasónica debe atravesar una mayor distancia y mayor número de capas (cuero, músculos de la pared abdominal, y a veces intestino), y aquí son de elección los sectoriales o los convexos, ya que tienen un pequeño punto de ingreso o "ventana", la cual nos brinda un campo interno vasto por el ángulo de penetración del ultrasonido (Bo y Caccia, 2000).

Las ecografías se recomiendan a partir de los 26 días de gestación, ya que en este punto la precisión es muy elevada, igual o superior al 95%, antes de este periodo los resultados pueden ser poco confiables, a los 40 días de gestación es posible observar la presencia de cotiledones placentarios, lo que agiliza considerablemente el proceso debido a la rápida confirmación de la preñez, a partir del día 60 resulta más conveniente realizar la ecografía por vía abdominal debido al tamaño alcanzado por el feto (Choque, 2022). Entre los 42 y 56 días de gestación es factible la visualización de mellizos, tarea que requiere más tiempo de observación y experiencia (Castellanos et al., 2014).

2.2. ANTECEDENTES

Naim (2009) evaluaron la tasa de preñez resultante de la inseminación artificial sistemática cervical (IASC) utilizando semen ovino refrigerado a 5°C durante 12 o 24 horas y dosis de 150 o 300 millones de espermatozoides; en 200 ovejas adultas de la raza Merino en el Campo Anexo Pilcaniyeu del INTA Bariloche, provincia de Río Negro, fueron asignadas aleatoriamente en grupos de 40, más un grupo control; durante la estación reproductiva, se sincronizaron los estros mediante esponjas intravaginales que contenían 60 mg de acetato de medroxiprogesterona, junto con 200 UI de eCG al retirar las esponjas. A las 12 y 24 horas antes de la IASC, se recolectaron, diluyeron y



refrigeraron los eyaculados. El grupo control fue inseminado con semen fresco sin diluir y una dosis de 100 millones de espermatozoides. La IASC se llevó a cabo en el orificio uterino externo a las 54-56 horas después del tratamiento progestacional. La preservación del semen durante 12 horas alcanzó un 25% (10/40) y 38% (15/39) de preñez con dosis de 150 y 300 millones de espermatozoides. En el caso del semen preservado durante 24 horas, se obtuvo un 3% (1/37) y 19% (7/37) de preñez con dosis de 150 y 300 millones de espermatozoides. El porcentaje de preñez en el grupo control fue del 59%, lo que indica que las condiciones del rebaño no se vieron afectadas por el estado nutricional o de manejo. La IASC con semen refrigerado durante 12 horas y una dosis de 300 millones de espermatozoides resultó en una tasa de preñez aceptable (38%), considerando la ventaja de poder transportar semen a largas distancias y su bajo costo operativo.

Brandão (2015) evaluó el efecto de la duración del tratamiento hormonal con esponjas de progestágeno durante el anestro estacional y la administración de dos dosis de prostaglandina con 7 días de diferencia durante la época de cría sobre los parámetros reproductivos de las ovejas Santa Inés, el resultado de dicho estudio fue, el uso del dispositivo de progestágeno durante 9 días promueve una menor dispersión de la ovulación en comparación con su uso durante 6 o 12 días, y el protocolo de dos dosis de prostaglandina con 7 días de diferencia sincroniza el celo eficazmente, pero da lugar a un desarrollo folicular bajo concentraciones bajas de progesterona.

Leiva (2011) realizó una investigación en 4 predios pertenecientes a pequeños productores participantes del Programa de Difusión y Transferencia de Tecnologías Sanitario-Reproductivas para el Desarrollo de la Producción Ovina en comunidades Mapuche de la Comuna de Perquenco y Vilcún; se trabajó con 43 ovejas y 11 borregas las cuales correspondían a cruza de la raza araucana x Suffolk y araucana x Texel, entre



los meses de marzo y junio de 2011 y las hembras receptoras fueron sincronizadas mediante aplicación de dispositivo intravaginal de medroxiprogesterona, con retiro del dispositivo a los 12 días, y posterior aplicación de 250 UI de eCG/PMSG (Novormon), inseminando vía intracervical entre las 56 y 58 horas post tratamiento, El porcentaje de preñez que se obtuvo en las 42 ovejas fue del 71%.

Canaza (2017) hizo un estudio en el fundo Wajrani de la Asociación Granja Don Bosco perteneciente a la Prelatura de Ayaviri, distrito Umachiri, utilizo 49 borregas jóvenes de la raza Assaf, utilizaron esponjas que contienen 60 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (MAP), permaneciendo por 14 días y el otro grupo de borregas se aplicó 350 UI Gonadotropina Coriónica equina (eCG); la fertilidad en borregas Assaf que recibieron 250 UI de eCG fue de 60.9 % y las borregas con dosis de 350 UI de eCG fue de 60%, inseminadas por vía transvaginal.

Mango (2015) realizó un estudio de investigación en el Centro Experimental de Chuquibambilla con el uso de 60 borregas Corriedale, con el objetivo de comparar el efecto de diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina, para determinar la tasa de presentación de celo y fertilidad, se usaron esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona, estas fueron colocadas durante 14 días, al retiro de las esponjas; se administraron diferentes concentraciones de gonadotropina coriónica equina cuales fueron 300 UI, 450 UI, 600 UI respectivamente, la técnica de inseminación artificial fue por laparoscopia con el uso de semen congelado, la inseminación artificial fue a las 12 horas post detección de estro, se encontrando una tasa de fertilidad de 42.11% en el 300 UI esta fue significativamente menor a 55.55% del 450 UI y 61.11% del 600UI ($p \leq 0.05$), cabe aclarar que esto conlleva a la conclusión que al usar esponjas intravaginales impregnadas con medroxiprogesterona por 14 días y una dosis de 450 a



600 UI de eCG, genera una elevada tasa de presentación de celo, porcentajes altos de la tasa de preñez y mejores resultados en la 1ra sincronización de celo en borregas Corriedale en época no reproductiva.

En un estudio llevado a cabo por Mamani (2017) en el distrito de Asillo, departamento de Puno, se analizó el comportamiento reproductivo de borregas durante la época no reproductiva, utilizando acetato de medroxiprogesterona y hormona gonadotrófica coriónica equina. Se emplearon 40 borregas primerizas y 40 borregas multíparas, las cuales fueron tratadas con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de medroxiprogesterona durante un periodo de 14 días. Tras el retiro de las esponjas, se administró gonadotropina coriónica equina a un grupo en una dosis de 500 UI (tratamiento 1), mientras que el segundo grupo sirvió como control. La inseminación artificial se realizó con semen fresco 48 horas después del retiro de las esponjas. Los resultados indicaron que la tasa de fertilidad y la tasa de natalidad a los 150 días fueron del 85.0% en el grupo tratado con gonadotropina coriónica, significativamente superiores al 57.5% observado en el grupo control.

Pilco (2017) determinó las tasas de fertilidad y natalidad, en diferentes distritos del departamento de Puno, para lo cual utilizó 350 borregas Criollas de estas se dividieron en dos grupos de trabajo en borregas primerizas y borregas multíparas, a los dos grupos experimentales se les colocaron esponjas intravaginales impregnadas 60 mg con acetato de medroxiprogesterona, por un tiempo de 14 días, conjuntamente a retiro de la esponja intravaginales fue administrados 333 UI de gonadotropina coriónica equina; los resultados fueron en la tasa de fertilidad en borregas multíparas 72.31%; 74.63%; 68.66% respectivamente y en borregas primerizas fueron 66.70%; 72.00%, 66.00% respectivamente, en cuanto a la tasa de natalidad en borregas multíparas fueron 100% y



88.23%, 90% y la tasa de natalidad para borregas primerizas fueron 94.44%, 100% y 90.91 % y concluimos que el estado reproductivo entre borregas multíparas y primerizas no influye en la tasa de fertilidad y natalidad en borregas criollo, entre los tres distritos de la provincia de Puno.

Garden (2009) durante la temporada reproductiva de un total de 277 ovejas Merino fueron sometidas a un protocolo de sincronización con esponjas intravaginales con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona; por un periodo de 12 días, las hembras fueron divididas al azar en 4 grupos de la siguiente manera: dos grupos de ovejas con el tratamiento (G1, G2) y dos grupos de borregas con tratamiento (G3, G4) respectivamente; los grupos G2 y G4 que recibieron una dosis de 450 UI de gonadotropina coriónica equina al momento de la extracción de las esponjas intravaginales y para la tasa de fertilidad al día 30 con un diagnóstico mediante la ultrasonografía para los dos tratamientos fue un total del rebaño fue 72.94%, a fertilidad a término 71.16%.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el Centro Experimental Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano ubicado en el distrito de Umachiri de la provincia de Melgar departamento de Puno, se encuentra entre las coordenadas geográficas 14°47'37" de altitud Sur y 70°47'50" de Longitud Oeste a una altitud de 3970 m. Con una temperatura máxima y mínima de 16,80°C y -3,71 °C, con una precipitación pluvial promedio anual de 677,20 mm, y presenta dos estaciones bien marcadas, la estación seca (mayo – setiembre), que se caracteriza por la ausencia de lluvias, bajas temperaturas, cielo despejado y la estación de lluvias (octubre a abril) caracterizado por la presencia de precipitaciones pluviales, con temperaturas moderadas durante el día y la noche, esta es la estación que determina la cantidad y calidad de pastos que servirá de alimento durante todo el año (SENAMHI, 2024).

3.2. MATERIALES DE ESTUDIO

3.2.1. Material biológico

El estudio se llevó a cabo durante el mes de julio de 2023, en estación reproductiva. Se utilizaron un total de 50 borregas de la raza criolla, se consideraron borregas multíparas, con un peso que osciló entre 30 a 40 kg. Los animales fueron manejados bajo sistema extensivo y se alimentaron en praderas naturales. Para determinar el tamaño de muestra se empleó un muestreo aleatorio por conveniencia.



Tabla 1

Distribución de las borregas criollas para la sincronización con esponjas comerciales.

| T1 (Inseminación al día 15) | T2 (Inseminación al día 9) | Total |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 25 | 25 | 50 |

3.2.2. Material de campo

- Registros de inseminación
- Registros de diagnóstico de gestación

3.2.3. Equipo estable de inseminación artificial

- Vagina artificial.
- Vasos colectores
- Vaginoscopio iluminado
- Pistola Micro dosis de inseminación artificial
- Jeringas y agujas hipodérmicas
- Baguetas de vidrio
- Microscopio
- Ecógrafo portátil
- Lámina porta objeto
- Fundas de látex para vagina artificial
- Botiquín mínimo para atención de animales



3.2.4. Fármacos

- 50 esponjas intravaginales (progestágenos) impregnadas con 60 mg de acetato medroxiprogesterona (Syntex®).
- 04 frascos de 5000 UI de eCG (Novormon 5000®).
- 01 aplicador de esponjas.
- 01 litro de aceite mineral
- 100 ml de dilutor sintético (opsiptell)

3.2.5. Insumos y materiales de campo

- Jeringas descartables de 5 ml, 3 ml
- Aguja hipodérmica
- Jeringas descartables de tuberculina
- Aguja hipodérmica de tuberculina
- Desinfectantes y antisépticos
- Guantes quirúrgicos
- Papel absorbente
- Vaselina (aceite mineral)
- Agua destilada
- Termómetro
- Registros de toma de datos
- Pinturas de colores
- Botas de jebe
- Mameluco



3.2.6. Materiales de escritorio

- Computadora portátil
- Impresora
- Papel bond A4
- Lápiz
- Lapicero
- Cámara digital
- Fichas de manejo
- Calculadora

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Protocolo experimental (T1)

DÍA 0: Colocación de una esponja vaginal, dispositivo impregnado con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), previa lubricación con aceite mineral del especulo vaginal, (Carlos, 2017).

DÍA 13: Retiro del implante, esponja vaginal, dispositivo impregnado con acetato de medroxiprogesterona (MAP), usando guantes quirúrgicos para evitar contaminación del operador (Carlos, 2017).

DÍA 13: Aplicación vía intramuscular de gonadotropina coriónica equina (eCG) de 200 UI (Carlos, 2017).

DÍA 15: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) post aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) y retiro del implante vaginal (56 horas) (Carlos, 2017).



DÍA 35 – 40: Diagnóstico de gestación post Inseminación Artificial por ultrasonografía (Carlos, 2017).

3.3.2. Protocolo experimental (T2)

DÍA 0: Colocación de una esponja vaginal, dispositivo impregnado con progestágenos de 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), previa lubricación con aceite mineral, desinfectar para el próximo uso (Carlos, 2017).

DÍA 07: Retiro del implante, esponja vaginal, dispositivo impregnado con progestágenos de 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), usando guantes quirúrgicos para evitar contaminación del operador (Carlos, 2017).

DÍA 07: Aplicación vía Inyectable intramuscular de la gonadotropina coriónica equina (eCG) de 200 UI (Carlos, 2017).

DÍA 09: Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) post aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) y retiro del implante vaginal (56 horas) (Carlos, 2017).

DÍA 35 - 40: Diagnóstico de gestación post Inseminación Artificial por ultrasonografía (Carlos, 2017).

Para la determinación de la eficiencia de los programas de Sincronización se determinó el porcentaje fertilidad.

$$\text{Porcentaje de fertilidad} = \frac{\text{Número de borregas preñadas}}{\text{Números de borregas inseminadas}} \times 100$$



3.3.3. Evaluación macroscópica

Los parámetros seminales de volumen y color fueron evaluados en el área de colección del semen.

- **Volumen:** Se evaluó visualmente utilizando el tubo colector de la vagina artificial. Para esto, el tubo presenta graduaciones en mililitros (Delgado, 2013).
- **Color:** Si el semen presentó una coloración blanquecina - amarillenta, se consideró de buena calidad a excelente. Si presentó una coloración blanquecina translúcida, se consideró de media a baja calidad (Delgado, 2013).

3.3.4. Determinación de la concentración espermática y la motilidad masal

- **Concentración espermática inicial**

La determinación se realizó empleando una cámara de Neubauer, el semen fue diluido en una proporción de 1/400 (10 µl de semen y 3990 µl de agua bidestilada), luego se homogeneizó y se colocó en la cámara utilizando una micropipeta, posteriormente se dejó reposar durante 10 minutos y se procedió a contar los espermatozoides dentro de los campos definidos, utilizando un microscopio óptico digital a 100x, los 5 cuadrantes observados fueron los de las esquinas y el centro, el número total de espermatozoides contados en los 5 cuadrantes fue multiplicado por el factor de dilución y por una constante de acuerdo a Mesa Ortiz (2012). Con la siguiente fórmula:

$$CE = TE * CU * FD * X$$

Donde:



CE = Concentración espermática (esp/ml).

TE = Número de espermatozoides contados.

CU = Número de cuadrantes utilizados durante el conteo (5 cuadrantes).

FD = Factor de Dilución (400).

X = Constante (1×10^4)

Se calculó el promedio de las lecturas de ambas subcámaras y la concentración final de espermatozoides fue expresada en millones por mililitro ($\times 10^9$ esp/ml).

3.3.5. Motilidad masal

Se evaluó mediante la valoración del nivel de formación y progresión de ondas de la masa espermática en movimiento en una escala de 0 a 90 % y se colocó una gota (10 μ l) de semen fresco en un portaobjeto previo colocado en platina térmica a 37 °C, posteriormente se colocó el cubre objetos y se procedió a observar en un microscopio digital a 10x (Delgado, 2013). De acuerdo a: Evans y Maxwell (1987).

Tabla 2

Valoración de la motilidad masal.

| Valoración | Denominación | Descripción |
|------------|--------------|--|
| 90% | Muy buena | Ondas densas con movimientos muy rápidos, el 90% del semen son activos. |
| 72% | Buena | Movimiento vigoroso, las ondas y los remolinos no son muy rápidos. |
| 54% | Regular | Las ondas de los movimientos son lentas. Se puede observar r espermatozoides aislados. |
| 36% | Pobre | No aparecen ondas, aunque se observa movimientos de espermatozoides. |

| Valoración | Denominación | Descripción |
|------------|--------------|--|
| 18% | Muy pobre | Alrededor del 10 % de espermatozoides presentan signos de vida, con movimientos débiles. |
| 0% | Muertos | Ningún espermatozoide presenta movimiento. |

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para evaluar la normalidad en la distribución del volumen de semen de carneros criollos de 3 y 6 años, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Dado que los datos no seguían una distribución normal, se empleó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U para comparar los volúmenes de semen entre los grupos de edad. La fórmula utilizada fue:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

Donde:

n_1 = Número de mediciones repetidas del semen del carnero criollo de 3 años

n_2 = Número de mediciones repetidas del semen del carnero criollo de 6 años

R_1 = Suma de los rangos asignados a las mediciones del carnero de 3 años

Esta prueba no paramétrica permite comparar dos grupos independientes sin asumir una distribución normal de los datos, lo que la hace apropiada para este análisis.

Para comparar el porcentaje de fertilidad en borregas sometidas a los protocolos T1 y T2, se empleó la prueba estadística de chi-cuadrado de Pearson con corrección de Yates. Esta prueba es adecuada para analizar la asociación entre variables categóricas en tablas de contingencia 2x2. Adicionalmente, se calcularon los residuos estandarizados para cada celda de la tabla de contingencia. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software de acceso libre RStudio, versión 4.1.1.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE SEMEN

Tabla 3

Características del semen fresco en carneros criollos.

| Parámetros | Edad (años) | |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | 3 | 6 |
| Color | Blanco cremoso | Blanco cremoso |
| Volumen (ml) | 1.05 ^a | 1.60 ^b |
| Concentración | 2.5 ^a x10 ⁹ | 2.8 ^b x10 ⁹ |
| Motilidad masal (%) | 72 ^a % | 90 ^b % |

En la Tabla 3, se muestran las características del semen fresco en carneros criollos según edad. Se observa una homogeneidad en el color blanco cremoso para ambas edades, mientras que en volumen, concentración y motilidad masal se evidencian diferencias significativas ($p < 0.05$) entre carneros de 3 y 6 años. Los carneros de 6 años presentaron valores superiores en todos los parámetros evaluados, lo cual indica que el factor edad influye positivamente en estas características, mejorando a medida que avanza la edad del animal.

4.1.1. Color de semen

En la evaluación por observación del color de semen fresco en carneros criollos, se presentó una homogeneidad blanco cremosa en ambas edades. Estas características coinciden con los reportes de Pérez (1985), quien indica que el color debe estar entre blanquecino a blanco cremoso, variando ligeramente con la concentración. Asimismo, estos resultados son consistentes con los registros de



Cueto et al. (2010) y García y Urbano (2012), quienes afirman que todos los eyaculados fueron de color blanco, con aspectos lechoso y cremoso en frecuencias de 26.7% y 60% respectivamente.

Es importante mencionar que desviaciones al color rojizo pueden indicar la presencia de sangre, mientras que colores grises, marrones o amarillentos pueden ser indicio de contaminación o infección, lo que sería causa de desecho del eyaculado y requeriría una revisión posterior del macho (Cueto et al., 2010). En contraste con nuestros hallazgos, Carrillo-González & Hernández (2016) reportaron que el 66.7% de las muestras presentaron un color blanco mate, mientras que el 33.3% fue de color blanco brillante en ovinos criollos colombianos.

4.1.2. Volumen

El análisis estadístico reveló diferencias significativas ($p < 0.05$) en el volumen seminal entre carneros de 3 y 6 años. Los carneros de 6 años produjeron un volumen significativamente mayor (1.60 ml) comparado con los de 3 años (1.05 ml). Ambos valores se encuentran dentro del rango normal de 0.75 a 2 ml reportado por Gil y Rodrigues (2002) para ovinos.

Estos resultados son similares a los reportados por Azizunnesa et al. (2013) en carneros Bangladeshi mayores de 2 años (1.05 a 1.6 ml) y a los de Moghaddam et al. (2012) en cruces de razas Iranies (1.16 ml en promedio). Asimismo, Carrillo-González & Hernández (2016) encontraron valores de 1.41 ml en ovinos criollos colombianos, y Quispe (1998) reportó volúmenes de 1.46 ml, todos estos consistentes con nuestros hallazgos.



Sin embargo, nuestros resultados son superiores a los reportados por Guillén (2001) y Ramírez (2002), quienes obtuvieron volúmenes de 0.83 y 0.97 ml en ovinos de la raza Blackbelly. De igual manera, Al-Samarrae (2009) reportó volúmenes inferiores en las razas Karradi y Arrabi (0.61 y 0.59 ml), y Aguirre et al. (2007) encontraron un volumen promedio de 0.68 ml en la raza Pelibuey.

Por otro lado, Hernández et al. (2012) registraron volúmenes superiores a los nuestros en las razas Suffolk y Sumava (1.8 y 1.9 ml), mientras que en Walachian fueron similares (1.6 ml). Castro et al. (2017) también reportaron volúmenes mayores en ovinos de la raza Assaf (1.92 ml), mientras que en Blackbelly fueron similares a nuestros hallazgos (1.50 ml).

El volumen del semen está influenciada por la edad de los carneros, que mejora constantemente a medida que avanza la edad, así mismo por la condición física del carnero, la raza y el método de colecta (vagina artificial o electroeyaculación) y la frecuencia de recolección (Louw y Joubert, 1964; Skinner y Rowson, 1968). También Malejane et al. (2014); Kridli et al. (2006); Tejaswi et al. (2016) manifiestan que existe diferencia por el efecto de la raza y la variación estacional en los rasgos de calidad del semen. Así mismo la circunferencia escrotal es un indicador directo de la calidad espermática, tal como ha sido afirmado por Avellaneda et al. (2006).

4.1.3. Concentración

La concentración espermática mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre carneros de 3 años (2.5×10^9 /ml) y 6 años (2.8×10^9 /ml) Esta variación puede atribuirse a la edad y peso del animal, como lo señalan Salisbury et al. (1982). Los



carneros de mayor edad presentaron una concentración espermática superior, lo que sugiere una mejor eficiencia en la producción de espermatozoides.

Valores superiores registra Carrillo-González & Hernández (2016) obtuvieron una concentración espermática en promedio de 711.89×10^6 esp/ml. Igualmente reporta Al-Samarrae (2009) en las razas Karradi y Arrabi en Iraq muestran concentraciones de 121.88 y 120.5×10^6 esp/ml. Así mismo Palacios & González (2012) obtuvieron una concentración de 2821.3×10^6 esp/ml. Similarmente Cabrera et al. (2010) registraron promedios de 2892.2 y 2108.3×10^6 esp/ml en ovinos Assaf y Black belly. De igual manera Moghaddam et al. (2012), en cruces de razas Iranies reportaron concentraciones de 3470×10^6 esp/ml. Al igual que Fernández et al. (2009) en ovino de la raza Galela de 4197×10^6 esp/ml. También Vallecillo et al. (2011) en la raza Menorquina con 3900×10^6 esp/ml. Igualmente Aguirre et al. (2007) en la raza Pelibuey con una concentración de 3880×10^6 esp/ml. Estas variaciones se atribuyen a la edad del animal, raza, medio ambiente, alimentación.

Estas variaciones se pueden atribuir a diversos factores como la edad del animal, la raza, el medio ambiente y la alimentación. Es importante destacar que las pasturas, como soporte nutricional de los ovinos, afectan significativamente la parte reproductiva. En meses donde escasean los pastos, el diámetro testicular puede disminuir notoriamente, afectando la calidad seminal de los reproductores y disminuyendo la tasa de productividad de partos por año. Esto se reafirma con los hallazgos de Delgadillo (2004), quien indica que aunque la libido no presenta diferencias, la concentración o número total de espermatozoides por eyaculado es superior en los machos bien alimentados en comparación con los subalimentados.



4.1.4. Motilidad masal

La motilidad masal también presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre carneros de 3 años (72%) y 6 años (90%). Estos resultados se encuentran dentro de los rangos reportados por Palacios (2005) y son similares a los obtenidos por Carrillo-González & Hernández (2016) en ovinos criollos colombianos (74.09%) y por Brito et al. (2011) (78.93%).

Valores similares registra Carrillo-González & Hernández (2016) obtuvieron una motilidad masal de 74.09%. También Brito et al. (2011), reportaron valores de motilidad masal de 78.93%. Así mismo menciona Cabrera y Pantoja (2008), quienes obtuvieron una motilidad promedio de 86.0%.

Igualmente, Cabrera et al. (2010) obtuvieron una motilidad de 84.55 y 83.75% en carneros de la raza Assaf y Blackbelly. Por lo contrario, promedios inferiores reporta Palacios & González (2012) en ovinos criollos en el Municipio de Soracá-Boyacá encontrando 66.3%.

Los factores que pueden influir en la movilidad masal se pueden clasificar como endógenos y exógenos, los primeros tenemos: la edad del animal donador y tiempo de almacenamiento de los espermatozoides en el epidídimo, tiempo de maduración espermática, reservas de energía (ATP) en el espermatozoide y finalmente integridad de la membrana; en los segundos se cuentan: la osmolaridad del plasma seminal, el pH y la temperatura (Hafez y Hafez, 2005).

Es importante destacar que la calidad espermática, en cuanto a propiedades microscópicas, contracción, volumen, motilidad masal e individual, tiende a ser mejor en animales de mayor edad y con mejor desarrollo testicular. Esto confirma

que la circunferencia escrotal sigue siendo un indicador directo de la calidad espermática, como ha sido afirmado por Avellaneda et al. (2006).

4.2. PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN OVINOS, CON EL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN T1

Tabla 4

Porcentaje de fertilidad en borregas criollas a T1.

| Factores | Nº | Tiempo de I.A. | Nº animales fértiles | % de fertilidad |
|-----------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|------------------------|
| T1 | 25 | 15 | 19 | 76 |

I.A.: Inseminación artificial, %: Porcentaje, Nº: Numero.

En la Tabla 4, se presenta el porcentaje de fertilidad en borregas criollas con el protocolo de sincronización T1, donde las ovejas fueron inseminadas al día 15 después de la colocación del dispositivo intravaginal. De un total de 25 ovinos inseminados, 19 animales resultaron preñadas, lo que representa un 76% de fertilidad.

Porcentajes inferiores reporta Espinoza et al. (2020) Evaluaron un protocolo de inducción de celo en borregas lactantes con tratamiento hormonal de progestágenos y eCG con destete temporal de corderos para inseminación artificial a tiempo fijo por vía transcervical, obteniendo una fertilidad de 60.0 y 66.7% en borregas con cría lactando, sin destete y borregas en seca y sin cría; sin embargo, en borregas con destete temporal de la cría mostro un valor superior con 93.3%. También Gibbons y Cueto (2007), Leiva et al. (2011), encuentran resultados de 72 y 71%. De igual manera Hosseinzadeh et al. (2016) reportan una fertilidad de 28% en ovejas de la raza Zandi utilizando CIDR durante 12 días y 400 UI de eCG al momento del retiro e inseminadas artificialmente por vía transcervical a las 54 horas post retiro de los dispositivos. Esto probablemente se deba a

la técnica de inseminación artificial, ya que se sabe que la técnica transcervical produce menores resultados de fertilidad que la inseminación artificial intrauterina.

Sin embargo, valores superiores registra Mamani (2017) quién reporta la tasa de fertilidad en 20 borregas primerizas con 500 UI de eCG muestran el 80% y en las 20 borregas multíparas 90%. Así mismo registra Danjuma et al. (2012) obtuvieron un 100% de fertilidad en ovejas de la raza Yankasa sincronizadas con CIDR durante 12 días. Esta diferencia se podría deber a la dosis administrada que fue mayor a la del trabajo; en razón a que mayores dosis causará un marcado desarrollo folicular y también se puede producir superovulación como indica Stornelli et al. (2006); también se atribuye a las condiciones de los animales, método de apareamiento y manejo realizado. Así mismo a la condición corporal que influye en la fertilidad, por el hecho de que en borregas con condición corporal baja se encuentra una menor cantidad de folículos en desarrollo, disminuyendo de este modo la cantidad de folículos capaces de alcanzar el tamaño preovulatorio (Molina, 2010).

4.3. PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN OVINOS, CON EL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN T2

Tabla 5

Porcentaje de fertilidad en borregas criollas a T2.

| Factores | N° | Tiempo de I.A. | N° animales fértiles | % de Fertilidad |
|-----------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|------------------------|
| T2 | 25 | 9 | 17 | 68 |

I.A.: Inseminación artificial, %: Porcentaje, N°: Numero.

En la tabla 5, se observa el porcentaje de fertilidad en borregas criollas con el protocolo de sincronización T2 inseminadas al día 9; en el cual de 25 ovinos inseminados 17 animales resultaron fértiles dando un 68% de fertilidad.



Valores inferiores al presente estudio reporta Canaza (2017), quien realizó una investigación en el fundo Wajrani en 49 borregas Assaf. La fertilidad en borregas Assaf que recibieron 250 UI de eCG fue de 60.9% y las borregas con dosis de 350 UI de eCG fue de 60%, inseminadas por vía transvaginal. De igual manera registra Enríquez (2017), quien evaluó en un rebaño comercial de ovejas locales encastadas con la raza Suffolk con una edad promedio de 3.5 años, donde obtuvo una fertilidad de 60, 50 y 50% en los grupos 1, 2 y 3 en los cuales se aplicaron el CIDR reciclado en la vagina, el cual se mantuvo durante 11, 9 y 7 días, y al momento del retiro se les aplicó por vía intramuscular 300 UI de eCG.

También Fukui et al. (2001) evaluaron el estro inducido en ovejas Suffolk y South-Down en la estación de anestro utilizando CIDR durante 12 días y una aplicación de 500 UI de eCG un día antes del retiro del CIDR. Cada raza fue dividida en tres lotes y fueron inseminadas artificialmente por vía laparoscópica, encontrando un porcentaje de fertilidad de 37.9% para el lote tratado con 100 UI de hCG durante los días 3, 4 y 5 después de la inseminación artificial, 55.2% para el lote tratado con 300 UI de hCG al día 4 post inseminación artificial y 54.2% para el grupo control que recibió una inyección de 0.6% de solución salina. Igualmente, Yadi et al. (2011), en ovejas Kalkuhi en la estación de anestro utilizando CIDR para sincronizar el estro durante 12 días y la aplicación de 500 UI de eCG al momento del retiro, obtiene un porcentaje de fertilidad de 35%.

Estas diferencias se atribuyen al genotipo de las ovejas, método de apareamiento y que fue realizado en la estación de anestro. También a efectos del proceso de inseminación artificial que fue a inicios de la época reproductiva en la zona (enero), a la experiencia del inseminador y a las condiciones de crianza. Otro punto a tener en cuenta en el análisis es el momento de inseminación y la forma de sincronizar el celo. La mayoría

de los trabajos toman en cuenta si fueron realizados sobre celo natural o sincronizado, por lo general con progestágenos, se considera que existe un 10% más de preñez a favor del celo natural.

Uno de los beneficios de los protocolos a corto plazo es la capacidad de sincronizar las hembras en un corto período de tiempo. Esto puede ser beneficioso para los criadores en la planificación de los programas de inseminación artificial a tiempo fijo. Los protocolos de sincronización a largo plazo en ovejas han demostrado resultar en intervalos más cortos de retiro del dispositivo al estro en comparación con los protocolos a corto plazo (Ungerfeld y Rubianes, 2002; Hashemi et al., 2006).

Se reconoce que la ovulación es influenciada por el amamantamiento durante la lactancia debido a una elevada concentración sérica de prolactina y menor concentración de FSH y LH circulantes (Mandiki et al., 1990; Lozano et al., 1998; Castro et al., 2016).

Figura 1

Fertilidad en borregas criollas según protocolo de sincronización (T1 y T2).





Al comparar los protocolos de sincronización T1 y T2, se observan diferencias en los porcentajes de fertilidad obtenidos. El protocolo T1, con inseminación al día 15, resultó en una tasa de fertilidad del 76%, mientras que el protocolo T2, con inseminación al día 9, alcanzó un 68% de fertilidad. Aunque T1 muestra una ligera ventaja numérica, es importante analizar si esta diferencia es estadísticamente significativa.

Para T1, se observa un valor positivo (0.24) en el grupo de animales fértiles y un valor negativo (-0.38) en el grupo no fértil. Esta tendencia se invierte en T2, con un valor negativo (-0.24) para los fértiles y un valor positivo (0.38) para los no fértiles. Estos resultados sugieren una ligera asociación positiva entre T1 y la fertilidad, y una asociación negativa entre T2 y la fertilidad.

Sin embargo, al examinar la prueba de chi-cuadrada de Pearson con la corrección de continuidad de Yates, encontramos un valor de X-cuadrado de 0.099206, con 1 grado de libertad y un p-valor de 0.7528. Este p-valor, siendo considerablemente mayor que el nivel de significancia convencional de 0.05, indica que no hay evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula de independencia entre el tipo de protocolo y la tasa de fertilidad. En otras palabras, a pesar de las diferencias observadas en los porcentajes, no podemos concluir que exista una diferencia significativa en la eficacia entre los protocolos T1 y T2.

La falta de significancia estadística sugiere que ambos protocolos podrían considerarse igualmente efectivos en la práctica. Esto puede ser beneficioso desde una perspectiva de manejo, ya que el protocolo T2, al ser más corto, podría ofrecer ventajas logísticas y potencialmente reducir el estrés en los animales. Como señalan Ungerfeld y Rubianes (2002) y Hashemi et al. (2006), los protocolos de sincronización a corto plazo



pueden ser beneficiosos para los criadores en la planificación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo.

Es importante considerar que factores como el genotipo de las ovejas, las condiciones ambientales, el estado de lactancia y la experiencia del inseminador pueden influir en los resultados de fertilidad, como se ha observado en estudios previos (Fukui et al., 2001; Yadi et al., 2011). La influencia del amamantamiento durante la lactancia, con sus efectos sobre las concentraciones de prolactina, FSH y LH (Mandiki et al., 1990; Lozano et al., 1998; Castro et al., 2016), podría ser un factor relevante a considerar en futuros estudios comparativos.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Las características del semen fresco en carneros criollos de 6 años presentaron valores superiores en volumen (1.60 ml), concentración (2.8×10^9 /ml) y motilidad masal (90%) en comparación con los carneros de 3 años (1.05 ml, 2.5×10^9 /ml y 72% respectivamente). El color del semen fue blanco cremoso en ambos grupos de edad.

SEGUNDA: El porcentaje de fertilidad en borregas criollas con el protocolo de sincronización T1, que involucra inseminación al día 15, fue del 76%.

TERCERA: El porcentaje de fertilidad en borregas criollas con el protocolo de sincronización T2, que implica inseminación al día 9, fue del 68%.



VI. RECOMENDACIONES

SEGUNDA: Realizar estudios similares tomando en cuenta el factor edad del carnero y borregas, con un mayor tamaño de muestra.

TERCERA: Evaluar los diferentes tipos de dilutores y diversas concentraciones en ovinos criollos, así mismo empleando otras técnicas de inseminación como la laparoscópica.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, D. (2016). Fisiología de la reproducción de la oveja. *Revista Argentina de Producción Animal*, 115-125.
- Aguado, D., & García, I. (2020). Sincronización de Estros en Ovejas Multíparas con CIDR y Diferentes Dosis de Prostaglandina. In *Tecnológico Nacional de México*.
- Aisen, E. (2011). *Reproducción ovina y caprina*. Editorial Universitaria UNAM.
- Alencastre, R. (1997). *Producción de ovinos*. Editorial Universitaria UNAP.
- Alencastre, R., & Gómez, N. (2005). Comportamiento reproductivo del ovino criollo en el altiplano peruano. *Archivos de Zootecnia*, 54(206), 541-544.
<https://www.redalyc.org/pdf/495/49520766.pdf>
- Aliaga, J. (2006). *Producción de ovinos (1ra ed.)*. Editores Juan Gutemberg.
- Al-Samarrae, S. (2009). Semen quality of arrabi and karradi iraqi rams. *Diyala Agriculture Science J.* 1:30-36.
- Ando, H., Shahjahan, M., & Kitahashi, T. (2018). Periodic regulation of expression of genes for kisspeptin, gonadotropin-inhibitory hormone and their receptors in the grass puffer: Implications in seasonal, daily and lunar rhythms of reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 265, 149-153.
<https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2018.04.006>
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 829-845.
- Azzarini, M. (2001). Evaluación del efecto de dispositivo intravaginal con progesterona (CIDR-G) o un progestágeno sintético (MAP), sobre la sincronización del ciclo estral y la fertilidad de las ovejas en otoño. [Sin información adicional]
- Azizunnesa, A., Begum, Z., Farida, Y., & Golam, S. (2013). Effects of concentrate supplementation on reproductive performances and semen quality of indigenous rams in Bangladesh. *Journal of Embryo Transfer*, 28(4), 325-335.



- Brandão, T. (2015). Eficiencia de diferentes tratamientos hormonales para la sincronización del celo en ovejas tropicales de Santa Inés. *Trop Anim Health Prod*, 2-10.
- Bettencourt, E. (2008). Effect of season and gonadotrophin preparation on superovulatory response and embryo quality in Portuguese Black Merinos. *Small Ruminant Research*. [Sin información adicional]
- Blaschi, W. (2014). Effects of progestagen exposure duration on estrus synchronization and conception rates of crossbreed ewes undergoing fixed time artificial insemination. *Journal of Veterinary Science*, 433-437.
- Bo, G., & Caccia, M. (2000). Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino. *Revista Taurus*. [Sin información adicional]
- Cáceres, D. (2019). Factores que dificultan la inseminación artificial en la especie ovina y su correlacion con las tasas de fertilidad, preñez y parto [Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e4a6ed82-c904-4f84-9e4f-522e5f835888/content>
- Cabrera, P., Orellana, J., & Pantoja, C. (2010). Efecto de dos dilutores sobre la motilidad e integridad de la membrana espermática en semen congelado de ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(2), 154-160. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172010000200002&script=sci_arttext
- Canaza, A. (2017). Evaluación de la fertilidad y natalidad en borregas de raza Assaf sincronizada e inseminada a inicios de época reproductiva [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Universidad Nacional del Altiplano.
- Castro, J., Chirinos, D., & Chirinos, J. (2017). Calidad del semen refrigerado de carneros Assaf y Blackbelly. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(3), 764-770. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i3.12581>
- Carrillo-González, D., & Hernández, H. (2016). Caracterización seminal de individuos ovinos criollos colombianos de pelo en el departamento de Sucre. *Revista*



- Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, 8(2), 197-203.
<https://doi.org/10.24188/recia.v8.n2.2016.187>
- Cárdenas, H. (1997). Control artificial del ciclo estral en ovinos. En Memoria: I Symposium internacional: Avances en reproducción de rumiantes APPA (pp. 17-18).
- Carlos Ancca, I. (2017). Evaluar dos Programas de Sincronización e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Borregas Corriedale del Distrito de Alto Pichigua. Provincia de Espinar. Region Cusco.
- Cardozo, A. (1995). Caracterización y funciones del ovino criollo en el sistema pastoril. WAIRA PAMPA, 57-63. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_01/42598.pdf
- Castellanos, L., & Matta, J. (2014). Detección temprana de preñez con ultrasonido de tiempo real (UTR) en bovinos [Trabajo final de graduación, Ingeniero Agrónomo].
- Catalano, R.; Teruel, M.; Cabodevila, J.; y x Callejas, J. (2003). Efecto de diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina sobre la respuesta reproductiva de hembras ovinas con un tratamiento para inducción de celos. Área de reproducción, Fisfarvet. Facultadde Ciencias Veterinarias, UNCPBA. Argentina.
- Choque Huanca, B. V. (2022). Efectividad de esponjas intravaginales no comerciales con dos protocolos de sincronización de estro sobre la tasa de preñez y natalidad en borregas merino de bajo desempeño reproductivo [Universidad Nacional Del Altiplano]. <http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/17557>
- Copari, J. (2021). Efecto del tipo de presentación de celo sobre tasas de preñez y natalidad post inseminación artificial en ovejas corriedale, merino y criollas del CE Chuquibambilla – Puno [Universidad Nacional Del Altiplano].
- Coronel, O. (2007). Manual para el manejo de ganado ovino. La Cabamba.
- Cueto M, Gibons A.(1996). Inseminación artificial intrauterina en ovejas Merino. En: XIV Reunión Latinoamericana de ProdAnim. Rev Arg Prod Anim. 15: 1008 - 1010.



- Delgado, B. (2013). Evaluación espermática de semen de ovino tratado por la técnica de gradiente de densidad [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma].
- Enríquez, J. (2017). Porcentaje de fertilidad de ovejas con estro sincronizado con CIDR reciclado y retirado en tres periodos de tiempo a través de inseminación artificial por laparoscopia [Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <https://core.ac.uk/download/pdf/159384241.pdf>
- Eppleston, J. (1994). The depth of cervical insemination and site of intrauterine insemination and relation in sheep to the fertility of frozen thawed ram semen. *Animal Reproduction Science*. [Sin información adicional]
- Espinoza, S., Gamarra, Y., Ticona, C., Ccari, M., Espinoza, G., Perez, U., & Cruz, D. (2020). Evaluación de un protocolo de sincronización de estro en ovejas con destete temporal para inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), 1-6. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31I3.16820>
- Evans, G., & Maxwell, W. (1987). *Salamon's artificial insemination of sheep and goats*. Butterworths. Sydney. 185.
- Garden, J. (2009). Efecto del uso de progestágenos en combinación o no con eCG sobre la sincronización de celos y respuesta reproductiva en ovino merino. *Revista de Investigaciones*, 11(1), 13-24.
- Gil, J. (2002). Fertility of ram semen frozen in Bioexcell and used for cervical artificial insemination. *Theriogenology*, 59, 1157-1170.
- Guillén, H. (2001). Evaluación de las características seminales en carneros Blackbelly [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Hafez, E. S. E., & Hafez, B. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales* (7ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hazlerigg, D., & Simonneaux, V. (2015). Seasonal regulation of reproduction in mammals. En T. M. Plant & A. J. Zeleznik (Eds.), *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction* (4ª ed., Vol. 2, pp. 1575-1604). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397175-3.00034-3>



- Hernández, P., Fernández, R., Rodríguez, S., Juárez, R., Soto, M., & García, R. (2012). Effect of cryopreservation of sheep semen related to its viability and acrosomal status. *Revista de Salud Animal*, 34(2), 78-83.
- Herrera, C., Quintal, M., & Williams, L. (2001). Dinámica folicular y concentración sérica de lípidos en ovejas Pelibuey suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados en la dieta. II Congreso Latinoamericano de especialistas en pequeños rumiantes y Camélidos Sudamericanos.
- Ibrahim, M. (2014). Advanced studies on improving sheep fertility by using artificial means of reproduction. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 14(1), 147-162.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario 2012.
- Knights, M.; Maze, T.D.; Bridges P.J. et al (2001) Short-term treatment with a controlled internal drug releasing (CIDR) device and FSH to induce fertile estrus and increase prolificacy in anestrous ewes. *Theriogenology*, v.55, p.1181-1191.
- Kridli, R., Abdullah, A., & Shaker, M. (2006). Sexual performance and reproductive characteristics of young adult Awassi, Charollais-Awassi and Romanov-Awassi rams. *Animal Production Science*, 21, 12-16.
- Leiva, Y. (2011). Eficiencia del uso de la inseminación artificial vía intracervical con semen fresco en ovejas de productores mapuche de la Comunidad de Perquenco, Región de la Araucanía, Chile. *Spermova*, 125-126.
- Liu, X., Dai, Q., & Rawlings, N. (2007). Ultrasonographic image attributes of nonovulatory follicles and follicles with different luteal outcomes in gonadotropinreleasing hormone (GnRH)-treated anestrous ewes. *Theriogenology*, 67, 957-969.
- Loreny, M. (2007). Sincronización de celo y ovulación para la inseminación artificial [Tesis de grado, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey-Querétaro].



- Lozano, J. (2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (*Ovis aries*).
Revista Medicina Veterinaria - Universidad de Caldas, 56-70.
- Louw, D. F., & Joubert, D. M. (1964). Puberty in the male Dorper sheep and Boer goat.
South African Journal of Agricultural Science, 7, 509-520.
- Mango, R. (2015). Efecto de diferentes niveles de Ecg sobre la fertilidad de borregas
Corriedale inseminadas en época no reproductiva.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2186>
- Mamani-Cato, R., Condori-Rojas, N., Huacani-Pacori, F., & Checalla, V. (2022).
Parámetros productivos del ovino criollo. Manglar, 19(1), 77-84.
<https://doi.org/10.17268/manglar.2022.010>
- Mamani, J. (2016). Efecto de la hormona MAP y eCG, en los índices reproductivos y
económicos en borregas criollas del distrito de Asillo - Azángaro [Tesis de grado,
Universidad Nacional del Altiplano de Puno].
- Maxwell, W. M. C., & Salamon, S. (1993). Liquid storage of ram semen: A review.
Reproduction, Fertility and Development, 5(6), 613-638.
- Malejane, C. M., Greyling, J. P. C., & Raito, M. B. (2014). Seasonal variation in semen
quality of Dorper rams using different collection techniques. South African
Journal of Animal Science, 44(1), 26-32.
- Mesa, A. M. (2012). Motilidad individual y viabilidad de espermatozoides caprinos a
diferentes temperaturas de mantenimiento en semen diluido [Tesis de licenciatura,
Universidad Veracruzana].
- Mellisho, E., Edwin, H., & Chauca, F. (2006). Inseminación intrauterina vía
laparoscópica de ovejas Black Belly con semen congelado. Investigaciones
Veterinarias del Perú, 17(2), 131-136.
- Hashemi, M., Safdarian, M., & Kafi, M. (2006) Estrous response to synchronization of
estrus using different progesterone treatments outside the natural breeding season
in ewes, Small Ruminant Research, Volume 65, Issue 3, Pages 279-283,



- Naim, P., Cueto, M., & Gibbons, A. (2009). Inseminación artificial a tiempo fijo con semen ovino refrigerado. *Archivos de Zootecnia*, 58(223), 435-440. <https://doi.org/10.21071/az.v58i223.5184>
- Ortega, C. (2006). Comparación de dos métodos de sincronización de estro en ovinos de pelo. [Tesis de grado de Maestro de ciencias]. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia.
- Palacios, N., & González, D. (2012). Correlación entre diámetro testicular y calidad espermática en ovinos criollos del Municipio de Soracá, Boyacá. *Conexión Agropecuaria* JDC,2(2),45-55. <http://www.revistasjdc.com/main/index.php/conexagro/article/view/230>
- Peña, E. (2018). Evaluación de los índices reproductivos y mortalidad de crías de borregas Corriedale inseminadas en la comunidad San Juan de Ondores-Junín [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Pérez, F. (1985). *Reproducción Animal: Inseminación Artificial y Trasplante de Embriones*. Barcelona, España. Edit. Científico Médica.
- Pilco, V. (2017). Tasa de fertilidad y natalidad en ovinos criollos inseminadas a tiempo fijo con semen fresco [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano].
- Quispe, P. (1998). Natalidad y prolificidad en ovejas Assaf y Assaf x Blackbelly sincronizadas e inseminadas con semen fresco y congelado [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org/>
- Ramírez, R., Robson, C., Aguilar, D., & Benítez, J. (2009). *Ecografía: Herramienta para el ordenamiento productivo de la majada*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Rangel, S. (1997). Efectos de la administración de PMSG en ovejas Pelibuey y sincronización. En *Memorias del XI Congreso Nacional de Producción Ovina*. Querétaro, México.



- Ramírez, C. (2002). Efecto de tres dilutores y tres tiempos de refrigeración en la motilidad individual del semen refrigerado de carneros Black Belly [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Robinson, T. J., N. W. Moore, P. J. Holst, and J. F. Smith. (1967). The evaluation of several progestogens administered in intravaginal sponges for the synchronization of oestrus in the entire cyclic Merino ewe. In: T. J. Robinson (Ed.). Control of Ovarian Cycle in the Sheep. White and Bull PTY Ltd., Sydney. p. 76.
- Rodríguez, A. (2016). Bases fisiológicas y características reproductivas de las especies ovina y caprina. En X Curso teórico práctico de reproducción e inseminación artificial en ganado ovino y caprino (pp. 3-70). Universidad de León.
- Rodríguez, G. (2012). Manual de producción ovina. Fundación Chile.
- Sagbay, C. (2014). Efecto de la gonadotropina coriónica equina (ecg) aplicada al momento de retirar el dispositivo de progesterona (p4) sobre el porcentaje de preñez en vacas Holstein post-parto [Tesis doctoral].
- Salamanca, I. (2014). Ovinos criollos y mestizos en el litoral sur peruano. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, 4, 62-64.
- Sánchez, J., & Manzur, A. (2014). Manual de transferencia de embriones ovinos. SIFUPRO.
- SENAMHI. (2024). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrográfica. Estación Experimental.
- Skinner, J. D., & Rowson, L. E. A. (1968). Puberty in Suffolk and cross-bred rams. Journal of Reproduction and Fertility, 16(3), 479-488.
- Smith, J. T. (2012). The role of kisspeptin and gonadotropin inhibitory hormone in the seasonal regulation of reproduction in sheep. Domestic Animal Endocrinology, 43(2), 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2011.11.003>
- Tejaswi, V., Narayanaswamy, M., & Govardhana, N. (2016). Studies on certain fresh semen characteristics in rams of Indian twining breed - the Nari Suvarna during winter months (short photoperiod). International Journal of Science, Environment and Technology, 5(3), 1697-1706.



Vivanco, W. (2018). Aplicación de tecnologías reproductivas en el Perú, su impacto en el desarrollo ganadero, retos por enfrentar. En Memorias de la Asociación Peruana de Reproducción Animal (Vol. 8, pp. 118-128). Ediciones UNALM.

Weems, P. W., Goodman, R. L., & Lehman, M. N. (2015). Neural mechanisms controlling seasonal reproduction: Principles derived from the sheep model and its comparison with hamsters. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 37, 43-51.

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis estadístico

Tabla 4

Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk de volumen, concentración y motilidad en carneros criollo de 3 años y 6 años.

| | Grupo | Estadistico_W | Valor_p |
|----|----------------------|---------------|---------|
| W | Volumen 3 años | 0.8676 | 0.025 |
| W1 | Volumen 6 años | 0.7765 | 0.0014 |
| W2 | Concentración 3 años | 0.8899 | 0.0554 |
| W3 | Concentración 6 años | 0.9169 | 0.1504 |
| W4 | Motilidad 3 años | 0.7936 | 0.0022 |
| W5 | Motilidad 6 años | 0.865 | 0.0228 |

Tabla 5

Prueba de Mann – Whitney U

| | Variable | Estadistico_W | Valor_p |
|----|---------------|---------------|------------|
| V | Volumen | 0 | 0.00026094 |
| V1 | Concentración | 18.5 | 0.00646753 |
| V2 | Motilidad | 0 | 0.00098583 |

Figura 2

Chi cuadrado de Pearson de borregas criollas inseminadas con el protocolo T1 y T2

```
Pearson's Chi-squared  
data: data  
X-squared = 0.099206, df = 1, p-value = 0.7528
```

ANEXO 2: Panel fotográfico

Figura 3

Colección de semen en el centro experimental Chuquibambilla.



Figura 4

Colocación de semen en una lámina portaobjeto para su evaluación microscópica.



Figura 5

Volumen y dilución de semen.



Figura 6

Hormona Gonadotropina coriónica equina, aplicador y esponja impregnados con acetato de medroxiprogesterona.



Figura 7

Inseminación artificial cervical.



Figura 8

Formación embrionaria y presencia de carúnculas.

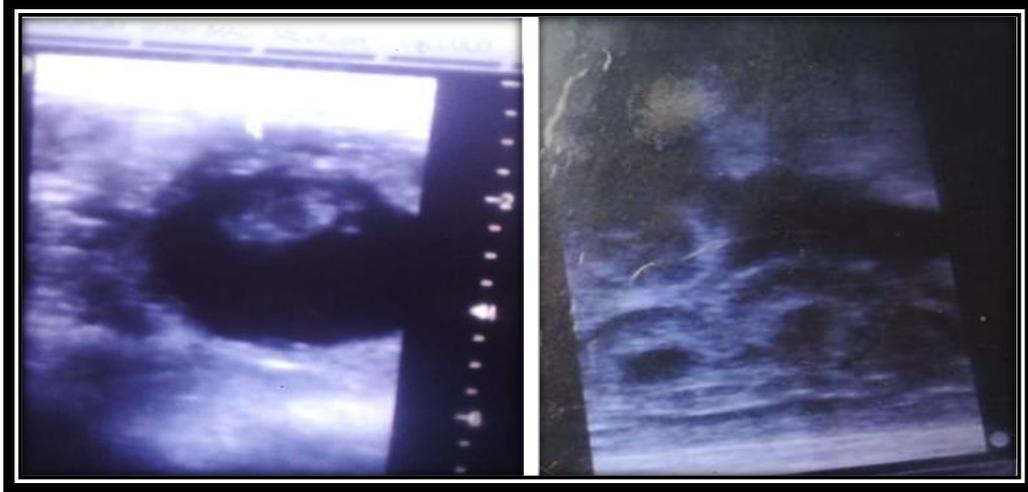


Figura 9

Crías recién nacidas y de 3 semanas.





ANEXO 3: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



VRI
Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JOSE ANGEL BEJAR QUISPE
identificado con DNI 70163957 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ EVALUACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE
ESTRO EN LA FERTILIDAD DE LOS QUINOS A TRAVÉS DE LA
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de OCTUBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 4: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JOSE ANGEL BEJAR QUISPE
identificado con DNI 70163957 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“EVALUACION DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE ESTRO EN LA FERTILIDAD DE LOS QUINOS A TRAVES DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de OCTUBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella