



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
UNIDAD DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRIA
CIENCIA ANIMAL**



TESIS

**COMPARACIÓN DEL LAPAROSCOPIO Y BOROSCOPIO EN
LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN BORREGAS CRIOLLA
DEL CE CHUQUIBAMBILLA**

PRESENTADA POR:

ROGER JAIME CHUCTAYA CUTIRI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL
MENCIÓN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

PUNO, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL



TESIS

COMPARACIÓN DEL LAPAROSCOPIO Y BOROSCOPIO EN LOS
PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN BORREGAS CRIOLLA DEL CE
CHUQUIBAMBILLA
PRESENTADA POR:
ROGER JAIME CHUCTAYA CUTIRI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL
MENCIÓN REPRODUCCIÓN ANIMAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

.....
Dr. Bilo Wenceslao Calsin Calsin

PRIMER MIEMBRO

.....
Dra. Nubia Lilia Catacora Flores

SEGUNDO MIEMBRO

.....
Mg. Jesus Martín Uryiola Sánchez

ASESOR DE TESIS

.....
M.Sc. Uri Harold Pérez Guerra.

Puno, 24 de Agosto del 2022

ÁREA : Reproducción en Ovinos.
TEMA : Parámetros Reproductivos en Borregas Criolla.
LÍNEA : Biotecnologías Reproductivas.



DEDICATORIA

A Dios por brindarme la vida el amor y sabiduría haciéndome un hombre mejor en la sociedad.

A mis padres Anastacio Chuctaya Carbajal y Marcusa Cutiri Suni, por el esfuerzo y cuidado incondicional que me brindaron en el transcurso de mi vida, este logro se los dedico.

A mis hermanos: Rolando, Wilber y mi hermana Ayde por el apoyo moral de seguir continuando mis estudios de maestría y ser ejemplo de superación.

A Beatriz por brindarme su apoyo y motivación para culminar la investigación y alcanzar mis objetivos.

A mis amigos y compañeros de la maestría que me brindaron su apoyo invaluable en mi formación personal.

Roger



AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, mediante la escuela de posgrado a través del programa de Maestría en Ciencia Animal, por haberme permitido alcanzar mi formación profesional.
- A la plana docente de la Maestría en Ciencia Animal, de la mención Reproducción Animal, por haber impartido sus conocimientos y consejos.
- A los miembros del jurado calificador: Dr. Bilo Wenceslao Calsin Calsin, Dra. Nubia Lilia Catacora Flores, Mg. Jesús Martín Urviola Sánchez, quienes con sus aportes ayudaron a mejorar este trabajo de investigación.
- Al M.Sc. Uri Harold Pérez Guerra, asesor de la tesis quien me ha impartido sus conocimientos en el transcurso y finalización del trabajo de investigación.
- Al Centro Experimental Chuquibambilla de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Al equipo de investigadores Víctor Abelardo, Rassiel y Gloria quienes contribuyeron con su apoyo incondicional para la culminación del presente trabajo de investigación.

Roger



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	X
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. MARCO TEÓRICO	2
1.1.1. La pubertad y control endocrino	2
1.1.2. Biología de la reproducción ovina	3
1.1.3. Fisiología de la reproducción en ovejas	3
1.1.3.1. Ciclo estral en ovejas	3
1.1.4. Ovogénesis	5
1.1.5. Desarrollo Folicular Ovárico (Foliculogénesis)	6
1.1.6. Neuroendocrinología del ciclo estral	9
1.1.7. Control neuroendocrino del ciclo reproductivo anual en ovinos	9
1.1.8. Interacción neuroendocrina durante la época reproductiva en ovinos	10
1.1.9. Regulación hormonal en la época de anestro en ovinos	12
1.1.10. Características reproductivas de los ovinos	13
1.1.10.1. Estacionalidad de la actividad sexual y ovárica	13
1.1.11. Factores que afectan en la estación reproductiva en ovejas	14
1.1.11.1. Luminosidad o fotoperiodo	14
1.1.11.2. Temperatura	15
1.1.11.3. Nutrición	15
1.1.12. Control artificial del ciclo estrual en ovinos	16
1.1.13. Sincronización con progestágenos (esponjas intravaginales)	16
1.1.14. Mecanismos de acción de los progestágenos	17



1.1.15.	Gonadotropina Coriónica Equina (eCG o PMSG)	17
1.1.16.	Mecanismo de acción de la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)	18
1.1.17.	Presentación del celo	18
1.1.18.	Inseminación artificial	19
1.1.18.1.	Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)	20
1.1.18.2.	Inseminación artificial con semen congelado en ovinos	20
1.1.18.3.	Inseminación Intrauterina por método laparoscopia	21
1.1.19.	Colección de Semen	23
1.1.20.	Fertilidad obtenida en borregas sincronizadas con progestágenos y hormona gonadotropina coriónica equina	24
1.1.21.	Gestación	25
1.1.22.	Diagnóstico de gestación	25
1.1.23.	Diagnóstico de Gestación por Ecografía	25
1.1.24.	Diagnóstico temprano de gestación	26
1.1.25.	Sobrevivencia espermática en el oviducto y cuernos uterinos	26
1.2.	ANTECEDENTES	27
1.2.1.	Tasa de fertilidad	27
1.2.2.	Tasa de natalidad	29
1.2.3.	Beneficio/costo	29

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	31
2.2.	ENUNCIADO DEL PROBLEMA	32
2.3.	JUSTIFICACIÓN	32
2.4.	OBJETIVOS	33
2.4.1.	Objetivo general	33
2.4.2.	Objetivos específicos	33
2.5.	HIPÓTESIS	33
2.5.1.	Hipótesis general	33

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	LUGAR DE ESTUDIO	34
3.2.	INSTALACIONES	34
3.3.	MATERIAL EXPERIMENTAL	35
3.3.1.	Animales	35

v



3.4.	DISEÑO DEL EXPERIMENTO	36
3.5.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	37
3.5.1.	Hormonas utilizadas para la sincronización del estro	37
3.5.2.	Protocolo de sincronización para tratamiento corto	37
3.5.3.	Colocación del dispositivo intravaginal	38
3.5.4.	Retiro del dispositivo intravaginal	38
3.5.5.	Administración de eCG post retiro del dispositivo	39
3.5.6.	Determinación de celo	39
3.6.	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CON LAPAROSCOPIA	39
3.6.1.	Preparación de las borregas a inseminar	39
3.6.2.	Evaluación de las pajillas	39
3.7.	DESCRIPCIÓN DEL ACONDICIONAMIENTO DEL BOROSCOPIO	40
3.8.	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL INTRAUTERINA CON BOROSCOPIO EN LAS BORREGAS CRIOLLA	41
3.9.	DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN A TRAVÉS DE LA ECOGRAFÍA TRANSRECTAL	42
3.10.	DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE FERTILIDAD	42
3.10.1.	Determinación del porcentaje de natalidad	43
3.11.	DETERMINACIÓN DE BENEFICIO/COSTO	43
3.12.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	TASA DE FERTILIDAD OBTENIDA EN BORREGAS CRIOLLA SINCRONIZADAS E INSEMINADAS CON SEMEN CONGELADO UTILIZANDO EL EQUIPO DE LAPAROSCOPIO Y BOROSCOPIO	45
4.2.	TASA DE NATALIDAD EN BORREGAS CRIOLLAS EN RELACIÓN AL EQUIPO UTILIZADO	46
4.3.	TASA DE FERTILIDAD EN BORREGAS CRIOLLA EN RELACIÓN AL EQUIPO UTILIZADO Y TIPO DE TRATAMIENTO HORMONAL	47
4.4.	RELACIÓN DE BENEFICIO/COSTO PARA LAPAROSCOPIO Y BOROSCOPIO	51
CONCLUSIONES		53
RECOMENDACIONES		54
BIBLIOGRAFÍA		55
ANEXOS		66



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Distribución del material experimental según tratamientos.	36
2. Comparación de la tasa de fertilidad en borregas criollas tras la inseminación con equipos de laparoscopio y boroscopio.	45
3. Comparación de la tasa de natalidad en borregas criolla tras la inseminación con equipos de laparoscopio y boroscopio.	46
4. Tasa de fertilidad en borregas Criolla relación al equipo de IA intrauterina y tratamiento de sincronización.	48
5. Tasa de natalidad en borregas Criolla en relación al equipo de IA intrauterina y tratamiento de sincronización.	49
6. Análisis de regresión logística sobre variables relacionadas con fertilidad o no fertilidad en borregas Criolla inseminadas.	50
7. Análisis relación beneficio/costo.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Esquema de la inseminación artificial intrauterina.	23
2. Protocolo de sincronización (MAP 07 días + eCG en UI) (Zaien et al., 1996).	37
3. Protocolo de sincronización (MAP 14 días + eCG en UI) (Zaien et al., 1996).	38
4. Boroscopio acondicionado para la inseminación artificial intrauterina.	41
5. Centro Experimental Chuquibambilla.	66
6. Cabaña Buena Vista.	66
7. Población de borregas Criollo CE Chuquibambilla.	66
8. Aplicación de antiparasitario externo.	66
9. Aplicación de antiparasitario interno.	66
10. Identificación mediante aretes.	66
11. Aplicación de esponjas intravaginales.	67
12. Preparación de esponjas Intravaginales.	67
13. Retiro de esponjas intravaginales.	67
14. Aplicación de la hormona eCG.	67
15. Traslado de las borregas al CE Chuquibambilla.	67
16. Preparación de la camilla reclinable.	67
17. Borregas que presentaron celo fueron separadas y colocadas en ayuno.	68
18. Pesado de los animales y obtención de la condición corporal.	68
19. Materiales para la inseminación artificial.	68
20. Accesorio utilizado en la inseminación con el uso del boroscopio.	68
21. Trocares, y cánulas de 8.5 mm.	68
22. Instalación del campo operatorio, y las pinzas de Backhaus.	68
23. Punción o trocarización de la cavidad abdominal.	69



24. Incisión a lado izquierdo para el ingreso del trocar y su cánula.	69
25. Uso del áspic acondicionado a una aguja hipodérmica.	69
26. Ubicación de la curvatura del cuerno uterino.	69
27. Incisión de los trocares y áspic acondicionado al boroscopio.	69
28. Ingreso del boroscopio y el áspic para la inseminación artificial.	69
29. Inspección visual de los cuernos uterinos mediante la imagen proyectada por el boroscopio.	70
30. Inseminación artificial con el uso del boroscopio.	70
31. Sutura con seda negra con punto simple en u.	70
32. Diagnóstico de gestación a través de la ecografía transrectal.	70
33. Presencia de la vesícula embrionaria patrón ecográfico anecogénico.	70
34. Crías logradas mediante el uso de boroscopio.	70



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Panel fotográfico.	66
2. Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con laparoscopia con tratamiento de sincronización corto.	71
3. Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con laparoscopia con tratamiento de sincronización largo.	72
4. Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con boroscopia con tratamiento de sincronización corto.	73
5. Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con boroscopia con tratamiento de sincronización largo.	74
6. Prueba de chi cuadrado tasa de preñez.	75
7. Prueba de chi cuadrado tasa de natalidad.	75
8. Prueba de chi cuadrado tasa de preñez en relación al tratamiento/laparoscopia.	75
9. Prueba de chi cuadrado tasa de preñez en relación al tratamiento/boroscopia.	75
10. Prueba de chi cuadrado tasa de natalidad en relación al tratamiento/laparoscopia.	76
11. Prueba de chi cuadrado tasa de natalidad en relación al tratamiento/boroscopia.	76
12. Modelo lineal generalizado de variables dependientes a la preñez.	77
13. Costos de producción para laparoscopia.	77
14. Ingresos para inseminación por laparoscopia.	78
15. Egresos para inseminación artificial por laparoscopia.	78
16. Flujo de caja para laparoscopia.	78
17. Cálculo de beneficio/costo para laparoscopia.	79
18. Costo de producción para boroscopia.	79
19. Ingresos para inseminación por boroscopia.	79
20. Egresos en la inseminación con boroscopia.	80
21. Flujo de caja para boroscopia.	80
22. Cálculo de beneficio/costo para boroscopia.	81

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- AMPc : Adenosín monofosfato cíclico
- APO : Área preóptica de las neuronas GnRH
- Arc : Núcleo arcuato
- AVI : Audio video interleave
- BC : Borregas Criolla inseminadas con boroscopio sincronizadas con tratamiento corto
- B/C > 1 : Indica que los beneficios superan los costos
- B/C=1 : Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos
- B/C < 1 : Muestra que los costos son mayores que los beneficios, no se debe considerar
- BC : Borregas Criolla inseminadas con boroscopio sincronizadas con tratamiento corto
- BL : Borregas Criolla inseminadas con boroscopio sincronizadas con tratamiento largo
- C/B : Relación Beneficio costo
- CC : Condición corporal
- cm³ : Centímetros cúbicos
- CL : Cuerpo Luteo
- CO₂ : Dióxido de carbono
- CSF : Líquido cerebroespinal
- CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario
- CIDR : Dispositivo intravaginal para vacas
- CE : Centro experimental
- E2 : Hormona estradiol
- eCG : Gonadotrofina coriónica equina
- FGA : Acetato de fluorogestona
- EM : Eminencia media
- FSH : Hormona folículo estimulante
- GABA: Acido gamma aminobutírico
- GnRH : Hormona liberadora de Gonadotropina
- HD : Alta definición
- IA : Inseminación artificial
- IATF: Inseminación artificial a tiempo fijo
- IALTF: Inseminación artificial intrauterina por vía laparoscópica a tiempo fijo
- JPG : Joint Photographic Experts Group
- lat : Latitud



- LED : Light emitting diode
- LH : Hormona luteinizante
- LC : Laparoscopia con tratamiento corto
- LL : laparoscopia con tratamiento largo
- MAP: Acetato de medroxiprogesterona
- mg : miligramos
- msnm : Metros sobre el nivel del mar
- MHz : Medida de la frecuencia, equivale a 10^6 hercios (1 millón)
- N : Tamaño de la población
- P : Valor de p
- P₄ : Hormona progesterona
- PGF_{2α} : Prostaglandina F₂ alfa
- PMSG : Gonadotropina coriónica equina
- SAIS : Sociedad agrícola de interés social
- SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
- TII : Técnica de inseminación intrauterina
- TRA : Técnicas reproductivas asistidas
- UI : Unidad Internacional
- USD : United States Dollars

RESUMEN

La inseminación con laparoscopio es bastante limitada en el Perú debido al alto costo del equipamiento, personal calificado. El objetivo fue comparar el laparoscopio y boroscopio en los parámetros reproductivos y evaluar beneficio/costo en borregas Criolla inseminadas por vía intrauterina con semen congelado. Se utilizaron 66 borregas de 2 a 6 años de las cuales fueron inseminadas con laparoscopio (n=40), boroscopio (n=26); se utilizaron esponjas intravaginales (EI) con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona por 14 y 7 días. Al retiro de las (EI) se administró hormona gonadotropina coriónica equina en dosis de 350 UI. La inseminación artificial se realizó a las 56 horas post retiro de las esponjas. El diagnóstico de preñez se realizó a 65 días utilizando ecografía transrectal. Las tasas de fertilidad fueron 55.00% y 38.46% para el grupo de laparoscopio y boroscopio; estos porcentajes nos indican que ambos equipos no tienen efectos sobre la tasa de fertilidad. Las tasas de natalidad fueron 72.73% y 60.00%; esto indica que el uso de laparoscopio y boroscopio no tiene efecto sobre la tasa de natalidad. Las tasas de fertilidad según tipo de sincronización para método corto y largo fueron 40.00% y 70.00% (laparoscopio) y 50.00% y 33.00% (boroscopio); estos porcentajes nos señalan que ambos equipos no tienen efectos. La evaluación de beneficio/costo fue (1:0.12); (1:1.0), para laparoscopio y boroscopio respectivamente. El uso del laparoscopio y boroscopio generan tasas de fertilidad y natalidad similares, así mismo el uso del boroscopio es eficiente y es de menor costo para su aplicación.

Palabras clave:

Boroscopio, inseminación artificial, laparoscopio, sincronización, oveja.

ABSTRACT

Laparoscopic insemination is quite limited in Peru due to the high cost of equipment and qualified personnel. The objective was to compare the laparoscope and borescope in reproductive parameters and to evaluate benefit/cost in Criolla ewes inseminated intrauterinely with frozen semen. Sixty-six ewes aged 2 to 6 years were used, of which they were inseminated with a laparoscope (n=40), a borescope (n=26); intravaginal sponges (IS) were used with 60 mg of medroxyprogesterone acetate for 14 and 7 days. Upon withdrawal of the IE, equine chorionic gonadotropin hormone was administered at a dose of 350 IU. Artificial insemination was performed 56 hours after removal of the sponges. The diagnosis of pregnancy was made at 65 days using transrectal ultrasound. Fertility rates were 55.00% and 38.46% for the laparoscope and borescope group. These percentages indicate that both teams have no effect on the fertility rate. The birth rates were 72.73% and 60.00%, this indicates that the use of laparoscope and borescope has no effect on the birth rate. The fertility rates according to the type of synchronization for the short and long method were 40.00% and 70.00% (laparoscope) and 50.00% and 33.00% (borescope), these percentages indicate that both instruments have no effect. The benefit/cost evaluation was (1:0.12); (1:1.0), for laparoscope and borescope, respectively. The use of the laparoscope and borescope generate similar fertility and birth rates, likewise the use of the borescope is efficient and has a lower cost for its application.

Keywords:

Borescope, artificial insemination, laparoscope, synchronization, sheep.

INTRODUCCIÓN

En la especie ovina la inseminación por vía vaginal o cervical con semen congelado no es eficiente, debido a que los porcentajes de fertilidad son muy bajos (Domínguez *et al.*, 2007). Uno de los principales problemas es el alto costo del equipamiento, limitando su implementación para uso a nivel masivo; los costos que implican la sincronización de celo, dosis de semen y la mano de obra calificada, no son comparables con lo que implica adquirir un equipo de laparoscopia (Gutierrez y Condori, 2017).

La inseminación artificial con laparoscopia no es rentable por el alto costo del equipo, el arte en la experiencia quirúrgica para realizar el procedimiento sin peligro (Sathe, 2018). El empleo de un laparoscopio posibilita la inseminación con un número reducido de espermatozoides que permite mejorar la eficiencia reproductiva de los machos nacionales, importados de alto valor genético que hace posible la inseminación con semen congelado para obtener porcentajes de fertilidad superiores al 50% (Gibbons, A; Cueto, 2009), la inseminación por laparoscopia es una técnica que emplea una cirugía menor, se realiza para depositar directamente semen congelado dentro de la cavidad uterina, su implementación ha generado resultados satisfactorios por la utilización de semen congelado que resulta ser la selección más acertada (Dogan *et al.*, 2004).

El boroscopio es un instrumento de otorrinolaringología que permite observar dentro del cuerno uterino imágenes nítidas, posee un sistema de lentes cilíndricos, su uso es más factible y menos delicado ya que se puede adaptar a una computadora, televisión, celular (Martínez *et al.*, 2019) Sin embargo, es posible ofrecer servicios de inseminación con el uso del boroscopia en entorno de hospital veterinario y en campo (Sathe, 2018).

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico

1.1.1. La pubertad y control endocrino

La pubertad en los ovinos representa una condición bajo en el desarrollo, el origen de este proceso reproductivo es antecedido por un mayor frecuencia de pulsos de la hormona luteinizante (LH); en una respuesta a un aumento en la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la LH actúa estimulando el desarrollo de los folículos en los ovarios y el aumento en la síntesis y secreción de estrógenos, que a su vez estos son responsables de inducir el celo y la ovulación, la alteración en el modelo de secreción pulsátil de la GnRH es el componente esencial para dar el inicio de la pubertad en este cambio también se deriva del cambio funcional del “pulsador biológico”, el generador hipotalámico de pulsos de GnRH, cuya regulación neural y no neural es confuso y no ha sido dilucidada por completo; la kisspeptina o metastina es una familia de péptidos hipotalámicos (Kiss-54, -14, -13 y -10; y son denominados de acuerdo al número de aminoácidos que los componen), altamente conservada en mamíferos, que están implicadas en la regulación de las neuronas de GnRH, es así la administración de kisspeptina, ya sea en forma sistémica o central, induce la liberación de GnRH e indirectamente de las gonadotropinas hipofisarias (Echeverría *et al.*, 2014).

El fotoperiodo es un factor ambiental muy decisivo que está asociado a días cortos, existen presentación de ciclos estrales y ovulaciones, este mecanismo ocurre cuando la luz es captada por el ojo a través de la retina, la señal luminosa se transforma en una señal eléctrica; y es transportada desde la retina hasta el hipotálamo, el núcleo supraquiasmático capta esta señal y luego se transfiere al núcleo paraventricular hasta llegar al ganglio cervical superior transformándose en una señal química, empezando liberar noradrenalina que es captada por receptores alfa y beta adrenérgicos, los pinealocitos sintetizan la enzima N- acetil transferasa durante la oscuridad a partir del aminoácido triptófano (Pilco, 2017).

1.1.2. Biología de la reproducción ovina

El estudio de la biología de la reproducción animal es cada vez más valioso en la práctica en la producción de ovinos, debido a que es una fuente de provisión de proteínas de origen animal a la humanidad, así mismo representa la economía del criador (Martínez *et al.*, 2006).

1.1.3. Fisiología de la reproducción en ovejas

1.1.3.1. Ciclo estral en ovejas

El ciclo estral en las ovejas es el periodo que transcurre entre un estro y otro, la extensión de este ciclo determinado en el Centro Experimental Chuquibambilla es de 17,6 días (Alencastre, 2010), se ha estudiado que las corderas presentan ciclos más reducidos que las ovejas adultas. En las borregas estacionales, después de un tiempo de anestro alargado, se presenta una ovulación escondida es decir con falta de comportamiento sexual o señales de manifiestos del estro (Molina, 2010), En el ciclo estral se distinguen dos fases una lútea que se despliega inmediatamente posterior a la ovulación hasta el día 13 del ciclo y otra fase folicular que inicia el día 14 hasta el día de la ovulación (Goodman, 1994).

La acción reproductiva en las ovejas, se define como una serie de acontecimientos fisiológicos de periodos distintos que se presentan constantemente durante el año; es decir, en las ovejas se presenta una época reproductiva caracterizada los ciclos estrales, permutándose con una época de anestro, en donde existe ausencia de ovulación; el tiempo de receptividad es aproximadamente de 30 horas sin embargo, existe variaciones entre razas, de similar manera el momento de la ovulación ocurre entre las 24 y 27h posteriores al inicio del estro (Gallego, 2015).

a) Fase folicular: El desarrollo folicular se rige bajo el control de las gonadotropinas liberadas en la hipófisis, (FSH) y (LH) (Salomón, 1990a). La FSH cumple la acción de estimular el crecimiento precoz de los folículos y la LH es importante para completar las últimas fases de crecimiento (Gutiérrez *et al.*, 2010), También estas favorecen que el folículo secreta hormonas sexuales de la hembra como estrógenos que liberan al torrente sanguíneo favoreciendo la manifestación de celo. Dentro de la fase folicular se incorpora a las fases del proestro y estro (Hafez y Hafez, 2002).

b) Fase lútea: Posterior a la ovulación el folículo de graaf se forma un cuerpo hemorrágico por la influencia de la oleada de la LH, las células de la granulosa multiplican y se transforman en células luteínicas que llenan la cavidad del folículo; el cuerpo lúteo produce la hormona progesterona alcanzando una concentración máxima a los seis días y manteniéndose durante toda la gestación si se ha concebido y si no se ha concebido a los 11 -12 días el cuerpo lúteo reduce de tamaño y luego decrece los niveles de progesterona para que al final de esta fase aparezca un nuevo onda de crecimiento de los folículos (Liu *et al.*, 2007).

La fase lútea comprende del metaestro y diestro; el estro dura 24 a 36 horas, produciéndose la ovulación cerca de la conclusión del estro (Hafez y Hafez, 2002). En las borregas Corriedale tiene una extensión de 27 horas, asimismo establece que el tiempo del estro es mayor en borregas adultas (Gonzalez, 1980).

El proestro, es un tiempo de 2 a 3 días que se caracteriza por una acelerada crecimiento folicular y secreción de estrógenos por la estimulación de las hormonas gonadotropicas (LH/FSH). Se aumentan gradualmente los niveles en sangre de 17β estradiol ($17\beta E$) ejerciendo un mecanismo de retroacción a nivel hipotalámico e hipofisiario, regulando la secreción hormonal, que provoca la descarga preovulatoria de GnRH/LH (Gallego, 2015).

El estro, es un tiempo aproximadamente de 24 a 27 h la detección en ovejas es dificultosa solo está asociado a la variación del comportamiento; el folículo preovulatorio alcanza su máximo tamaño y tiene una enorme capacidad de asimilación de esteroides; el $17\beta E$, que es el estrógeno más activo secretado por las células de la granulosa, la androstenediona logra su concentración máxima aproximadamente a las 24 horas antes del inicio del estro, que coincide con el aumento en los niveles de LH (retroalimentación positiva), la frecuencia de sus pulsos aumentan a partir de la lisis del cuerpo lúteo (CL; luteolisis), y por la retroalimentación positiva a nivel hipotalámico provocan la descarga preovulatoria de GnRH/LH; este proceso aparece después de unas horas después del inicio del celo, así mismo es la responsable de la ovulación que ocurre despes de 20 y 24 (Gallego, 2015).

El metaestro, es el periodo de transición entre la ovulación y la formación del cuerpo lúteo, durante este periodo el ovario inhibe la secreción de estrógeno y se da comienzo a la secreción de progesterona que va a dominar el ciclo (Gallego, 2015).

El diestro, es el periodo que está dominado por la progesterona y ocurre la regresión del cuerpo lúteo; la permanencia de este periodo, depende de lo que ocurra o no la gestación; en borregas no gestantes este periodo dura entre 13 y 16 días, de no haber gestación, inicia con la lisis del cuerpo lúteo para dar origen a un nuevo ciclo (Gallego, 2015).

La fase lútea comprende del metaestro y diestro, el cuerpo lúteo inicia la secreción de progesterona, con la finalidad de mantener una probable gestación, inhibiendo una nueva ovulación, al disminuir la frecuencia de secreción de los pulsos de LH, se estimula el crecimiento folicular que son los responsables de la producción de estrógenos e inhibina; el $17\beta\text{E}$ y la inhibina causan un efecto inhibitorio en la secreción de FSH; la secreción de prostaglandina $\text{F2}\alpha$ ($\text{PGF2}\alpha$) se produce en el endometrio provocando la lisis del cuerpo lúteo y es inducida por la oxitocina secretada por el CL y su secreción es estimulada por los estrógenos; la inhibición de la secreción de progesterona y el incremento del $17\beta\text{E}$ estimulan los pulsos de secreción de GnRH, esto favorece la frecuencia de secreción de LH hasta un pulso en cada hora, así mismo induce la descarga preovulatoria de LH de 2 y 6 horas después del inicio del estro; los signos del celo se presentan por un incremento en los niveles de $17\beta\text{E}$ y ausencia de progesterona; la ovulación dará lugar a un nuevo cuerpo lúteo y se repetirá el proceso endocrino anterior, que estimula y controla el crecimiento y la dinámica folicular a nivel ovárico (Gallego, 2015).

1.1.4. Ovogénesis

La ovogénesis se define como la totalidad de procesos que incluye el desarrollo y la diferenciación de las células germinales primordiales a la formación del huevo y su fertilización (Rodríguez, Díaz, Franco, *et al.*, 2007); el proceso donde las células germinales primordiales se diferencian en oogonios preliminarmente, seguido posteriormente para ovocitos primarios y secundarios, cuando se produce la expulsión del primer cuerpo polar; el proceso finaliza con la fecundación de los ovocitos maduros y la liberación del segundo cuerpo polar (Adoma *et al.*, 2012).

La ovogénesis es el conjunto de procesos que incluye el desarrollo y la diferenciación de las células germinales primordiales a la formación del huevo y su fertilización (Rodríguez, Díaz, Guerra, *et al.*, 2007); no obstante, el ovario tiene células germinales en mitosis que coadyuvan la formación de nuevos ovocitos y folículos; se ha evidenciado que las células germinales primordiales de donde se originan de células precursoras

somáticas, estas nuevas células se diferencian a partir de células madre mesenquimales que se encuentran en la túnica albugínea de ovario (Adoma *et al.*, 2012).

Las células se distinguen en oogonios, que dan lugar a los ovocitos de la gónada en ovejas (Bukovsky *et al.*, 2005); la población de oogonios tiene un número predeterminado de divisiones mitóticas, y se caracteriza por ser específico para cada especie (Seekallu *et al.*, 2010), al final del ciclo de divisiones mitóticas, las oogonias incrementan de tamaño e ingresan en la profase I, la primera meiosis; el leptoteno, zigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis son etapas de la profase en la primera meiosis; sin embargo, el inicio del proceso de la meiosis de los ovocitos se interrumpe en la etapa de profase I, momentos antes de completar la etapa diploteno, (dictióteno); el ovocito permanece en esta etapa de la división celular hasta el inicio de la maduración de ovocitos en el período de la madurez sexual (Uribe *et al.*, 2008).

Diversos estudios en fetos de ovejas mostraron que las oogonias y ovocitos inician su crecimiento antes, durante y después de la formación de folículos y el número de oocitos encerrados en folículos primordiales disminuye por la degeneración poco después del nacimiento y en circunstancias normales (Bukovsky *et al.*, 2005); además, el ovario posee células germinales en mitosis que apoyan la formación de nuevos ovocitos y folículos; en los mamíferos, las células germinales primordiales se inician a partir de iniciadores de células somáticas; las nuevas células se distinguen de forma progresiva a partir de células madre mesenquimales que se ubican en la túnica albugínea de ovario (Adoma *et al.*, 2012). El inicio de la formación de nuevos folículos durante todo el período reproductivo compensa una mayor parte de la atresia folicular y asegura la preservación del número constante de folículos (Seekallu *et al.*, 2010).

1.1.5. Desarrollo Folicular Ovárico (Foliculogénesis)

La foliculogénesis inicial en la pubertad, desde el nacimiento se encuentran los folículos primordiales, que son reclutados y pasan un proceso de selección y dominancia de manera cíclica la cual es el efecto de la maduración, de manera coordinada con comunicación del eje hipotálamo- hipófisis-ovarios (Uribe *et al.*, 2010).

En la transición de la mitosis a meiosis los oogonios se cambian en ovocitos primarios, las células de la granulosa de los folículos primordiales se pueden originar a partir de células mesoteliales o células mesonéfricas, los folículos primordiales tienen dos

formatos de células en la granulosa estos son escamoso y cúbico (Adoma *et al.*, 2012). Los folículos primordiales, primarios y secundarios aparecen alrededor de 75 y 80 días en los ovarios fetales de las ovejas, el crecimiento de los folículos se forma en el orden en el que son formados (Bukovsky *et al.*, 2005). En efecto, los folículos primordiales se cambian en folículos primarios de acuerdo con el orden de formación, y esta transformación ocurre al cabo de unos días, años o décadas, dependiendo de la especie (Seekallu *et al.*, 2010).

La transformación de los folículos primordiales a folículos primarios se realiza mediante un proceso de maduración muy lento, esto se debe a que el diámetro del ovocito muda lentamente, la sucesión de la etapa de folículo a estadio secundario se caracteriza por la formación de la segunda capa de células de la granulosa y la deposición inicial de material de la zona pelúcida que circunda al ovocito, por lo que incrementa el tamaño (Adoma *et al.*, 2012). Los folículos se clasifican, en folículos pre-antrales y antrales, siendo pre-antrales los folículos primordiales, primarios y secundarios y se distinguen entre sí por la forma y el número de estratos de las células de la granulosa que circundan el ovocito, los folículos antrales son aquellos que poseen la cavidad antral, con presencia de líquido folicular, también llamado folículos preovulatorios terciarias (Adoma *et al.*, 2012).

Los factores intraovarios, intrafoliculares rigen al ovocito, granulosa y la teca así mismo existen señales hormonales que conducen a la secreción de andrógenos y estrógenos, visualizándose que las principales hormonas involucradas en el periodo del crecimiento folicular son, la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), secretada por el hipotálamo (Rodríguez, Díaz, Guerra, *et al.*, 2007), que estimula la hipófisis anterior para secrete la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), hormonas esenciales para el crecimiento de los folículos, y la maduración de los ovocitos (Prieto y Velázquez, 2002).

Las gonadotropinas estimulan la esteroidogénesis, favoreciendo la secreción de estradiol (E2) en la fase folicular y la progesterona (P4) durante la fase luteal (Molina, 2010) Durante el ciclo estral de la oveja, en la fase lútea existen folículos en desarrollo, que sufren un proceso de atresia ante la ausencia de picos elevados de gonadotropinas. Los folículos en crecimiento durante esta etapa secretan (E2); sin embargo, la (P4) Inhibe la secreción pulsátil de LH a nivel central impidiendo la maduración folicular y la ovulación (Ávila *et al.*, 2011). A lo largo de la fase folicular, cuando la concentración de P4 baja el

E2 es secretado por los folículos en crecimiento que estimula la secreción pulsátil de LH y se ejerce un sistema de retroalimentación positivo, esto favorece la maduración folicular y la ovulación (Prieto y Velázquez, 2002a).

Durante el ciclo estral de la oveja se reporta de dos a tres oleadas foliculares, las cuales no se interrumpen durante la vida productiva de la oveja (Viñoles, 2001).

La transición de folículo a estadio secundario se caracteriza por la formación de la segunda capa de células de la granulosa y la deposición inicial de material de la zona pelúcida que rodea al ovocito; los folículos se clasifican en folículos preantrales, primordiales, primarios, secundarios y se distinguen entre sí por la forma y el número de capas de células de la granulosa que rodean el ovócito, por otro lado los folículos antrales son aquellos con la cavidad antral o la presencia de líquido folicular, también llamado folículos preovulatorios terciarias o folículo Graf (Adoma *et al.*, 2012).

El ovocito, la granulosa, la teca, dependen de varios factores intraovarios e intrafoliculares y señales hormonales que dirigen a la secreción de andrógenos y estrógenos, las hormonas involucradas durante el periodo del crecimiento folicular son la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual es secretada por el hipotálamo (Rodríguez, Díaz, Guerra, *et al.*, 2007), cuya función es de estimular la hipófisis anterior para que ésta pueda liberar la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), que son importantes para el crecimiento de los folículos y la maduración de los ovocitos (Prieto y Velázquez, 2002). Así mismo incita la esteroidogénesis, que dará la secreción de estradiol (E2) en la fase folicular y la progesterona (P4) en la fase luteal (Molina, 2010).

1.1.6. Neuroendocrinología del ciclo estral

En la época reproductiva la progesterona planifica los ciclos estrales de la oveja, cumpliendo un efecto de retroalimentación negativa, inhibiendo la secreción pulsátil de GnRH a nivel central en la eminencia media (EM), mediante un mecanismo dopaminérgico, sobre las neuronas de GnRH del área preoptica (APO), en las terminaciones nerviosas de la eminencia media del núcleo arcuata (Arroyo, Sevilla, *et al.*, 2009).

Instigando la síntesis de GABA en el APO y este neurotransmisor disminuye la secreción pulsátil de GnRH y también de LH, mientras que en la fase folicular el estradiol cumple un efecto de retroalimentación positiva e instiga la síntesis y secreción de GnRH y por lo tanto de LH, de este modo induce el pico preovulatorio, provocando la conducta del estro y la ovulación; es importante indicar que las GnRH actúan a nivel ovárico induce la síntesis de esteroides: E2 y P4 (Oakley *et al.*, 2009).

La acción reproductiva consta de varios fenómenos madurativos que inicia desde la diferenciación sexual hasta la pubertad, existe diversas interacciones hormonales entre distintos tejidos, como el hipotálamo - hipófisis que interactúa con las gónadas (ovario y útero); esto permite la secreción de distintas hormonas 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 (Duránd, 2008).

Recientemente dos péptidos fueron descritos siendo uno de ellos la Kisspeptina o Metastina y por otra parte la hormona inhibidora de gonadotropinas (GnIH), siendo las Kisspeptinas una familia de neuropeptidos codificados por el gen Kiss1, siendo estos ligandos endógenos del receptor asociado a la proteína G, Kiss1r, también conocido como receptor GPR54 (Hameed *et al.*, 2011).

1.1.7. Control neuroendocrino del ciclo reproductivo anual en ovinos

La reproducción es una manifestación fisiológica muy compleja, presentándose características propias en cada especie animal que es importante conocerlas para establecer programas de mejoramiento genético (Estrada *et al.*, 2006). Una característica en las ovejas la estacionalidad reproductiva, que condujo al desarrollo de mecanismos especializados que le permiten la detección de señales ambientales, que permite

determinar el momento óptimo para la actividad reproductiva (Arroyo, Magaña, *et al.*, 2009).

El fotoperiodo es el más determinante, la duración de horas luz que sincroniza el ciclo reproductivo anual de la oveja (Arroyo *et al.*, 2006), donde se puede ver que los ovinos detectan la variaciones anuales de la duración del fotoperiodo (Estrada *et al.*, 2006), Demostrándose en esta especie utiliza una compleja red neural a nivel central que traduce la señal luminosa en un ritmo endógeno de síntesis y secreción hormonal, a través de la melatonina de origen pineal modificando su condición reproductiva (Malpaux *et al.*, 2002), Siendo el fotoperiodo que está asociada a días cortos, en donde muestran una serie de ciclos estruales regulares, conducta de estro y ovulación durante la estación reproductiva (Lindsay, 1991).

La luz es percibida por la retina del ojo, la señal luminosa se transforma en una señal eléctrica que es transportada de la retina al hipotálamo por medio del tracto retino hipotalámico, el núcleo supraquiasmático percibe la señal y luego se transfiere al núcleo paraventricular hasta al ganglio cervical superior (Arendt, 1995), es aquí donde la señal eléctrica se transforma en una señal química, libera noradrenalina que es captada por receptores alfa y beta adrenérgicos en la membrana celular de los pinealocitos que induce la síntesis de la N-acetil-transferasa, esta enzima es fundamental en la síntesis de melatonina (Sasa, 2002), la hormona se sintetiza en los pinealocitos de la glándula pineal durante la oscuridad a partir del aminoácido triptófano (Malpaux *et al.*, 2002).

1.1.8. Interacción neuroendocrina durante la época reproductiva en ovinos.

Los fenómenos madurativos engloban diferentes fases madurativos, desde la diferenciación sexual hasta la pubertad, así diversas interacciones hormonales entre distintos tejidos, tales como el Hipotálamo - Hipófisis interactúan con las gónadas (ovario y útero) (Goodman, 1994), 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 (PGF₂α) de útero y cuerpo lúteo (Duránd, 2008).

La Kisspeptina con su receptor juegan un papel importante en los circuitos neuroendocrinos de control del eje gonadotropico, las kisspeptinas son los más potentes estimuladores del sistema GnRH/gonadotropinas, activando el eje reproductivo en la oveja y estimulando la secreción de gonadotropinas, con influencia directo en las

neuronas GnRH, las cuales expresan el receptor Kiss1r (Redmond *et al.*, 2011), las kisspeptinas actúan como transmisor central en la medición de fenómenos en este eje neuroendocrino, tales como la diferenciación sexual, la pubertad el control feedback positivo y negativo de la secreción de gonadotropinas por estrógenos y andrógenos, la regulación metabólica de la fertilidad y el control de la capacidad reproductora por factores ambientales como el fotoperiodo que tiene influencia especial en las ovejas (Alamilla, 2013).

La localización de las neuronas Kisspeptina en los ovinos a nivel del núcleo Arcuata (A12) y el área preoptica y es determinante en la ocurrencia del pico preovulatorio de LH, de la misma forma la expresión hipotalámica del gen Kiss1 está regulada de acuerdo al momento del ciclo reproductivo anual de la oveja (Smith *et al.*, 2006). El péptido GnIH se descubrió en un inicio en el sistema hipotálamo-hipófisis de la Codorniz, determinándose que inhibe la síntesis y secreción de gonadotropinas, por tal efecto inhibitorio de este neuropéptido se entiende por qué las neuronas GnIH tienen contacto con las neuronas GnRH, reconociéndose receptores para GnIH en las neuronas de GnRH (Oakley *et al.*, 2009).

En la época reproductiva la progesterona dirige los ciclos estrales de la oveja, ejerciendo un efecto de retroalimentación negativa, inhibiendo la secreción pulsátil de GnRH a nivel central, en la eminencia media (EM), a través de un mecanismo dopaminérgico sobre las neuronas de GnRH del área preóptica (APO), del núcleo arcuata o en sus terminaciones nerviosas de la (EM) (Arroyo, Magaña, *et al.*, 2009), incitando la síntesis de GABA en el APO siendo este neurotransmisor que reduce la secreción pulsátil de GnRH y por lo tanto de LH (Carbajal, 2008).

En la fase folicular el estradiol ejerce un efecto de retroalimentación positiva e induce la síntesis y secreción de GnRH y de LH, de este forma induce el pico preovulatorio, provocando la conducta del estro y la ovulación (Oakley *et al.*, 2009). Las GnRH actúan a nivel ovárico, induciendo la síntesis de esteroides: E2 y P4, que a también actúan por mecanismos de retroalimentación regulando la producción de GnRH (Rubianes, 2000).

Los estímulos sensoriales en las ovejas, como el fotoperiodo y situaciones estresantes, entre otros, son sintetizados y transmitidos al cerebro, donde a través de varios procesos la señal física es convertida en química, provocando un desenlace hormonal en el eje

hipotalámico- hipofisiario, que puede ser bloqueo o liberación de pulsos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), de la misma forma las hormonas endógenas Estrógenos (E2) y Progesterona (P4) actúan sobre la síntesis y secreción de GnRH (Mamani, 2017).

1.1.9. Regulación hormonal en la época de anestro en ovinos

El anestro estacional en los ovinos se caracteriza por la ausencia de ciclos estrales regulares, la disminución en la frecuencia de secreción pulsátil de GnRH y LH, con 1 a 2 pulsos de ambas hormonas en un periodo de 12 h, conducta de estro y ovulación; ocurre durante los días largos, entre los meses de agosto y noviembre, que se debe a la duración en la secreción nocturna de melatonina es menor; en esta etapa fisiológica, la concentración del estradiol es basal, y ejerce un efecto de retroalimentación negativa a nivel del hipotálamo, y actúa en el núcleo dopaminérgico a15, en donde induce la síntesis y secreción de dopamina, que se une a los receptores d2 de las terminales de las neuronas de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) e inhibe la frecuencia de síntesis y liberación de esta hormona (Lehman *et al.*, 2002).

De manera nueva determinaron que el Ácido Gamma Amino butírico (GABA), inhibe la secreción de dopamina y demostraron que, durante el anestro estacional, el estradiol suprime la liberación de GABA. La inhibición de la liberación de GABA, activa a las neuronas dopaminérgicas y aumenta la síntesis y secreción de dopamina, que ejerce su rol biológico en las neuronas GnRH y disminuye la frecuencia de pulsos de esta hormona y de LH. En el anestro estacional, la secreción de melatonina es menor durante los días largos, esto permite la síntesis de dopamina e induce el anestro estacional. Durante los días cortos, la mayor duración en la síntesis y secreción de melatonina inhibe la producción de dopamina, con la consecuencia del restablecimiento de la actividad estral y la ovulación (Bogusz *et al.*, 2008).

La época del anestro se distingue por la reducción en la frecuencia de secreción pulsátil de GnRH y LH, con 1 a 2 pulsos de ambas hormonas en un periodo de 12 h (G. Barrell *et al.*, 1992). La secreción pulsátil de la (GnRH) se relaciona con la secreción de hormona luteinizante (LH) hipofisiaria; un pulso de GnRH a un pulso de LH (Karsch *et al.*, 1993), estudios en ovejas mostraron que la GnRH se libera de manera pulsátil al líquido cerebroespinal (CSF) del tercer ventrículo (Snyder *et al.*, 1999).

1.1.10. Características reproductivas de los ovinos

1.1.10.1. Estacionalidad de la actividad sexual y ovárica

En las latitudes mayores y menores de la línea ecuatorial con al menos 20°, el fotoperiodo es el regulador de la actividad reproductiva en las ovejas; durante los días largos se reporta una menor secreción de melatonina, que estimula la síntesis de dopamina con esto se incita la secreción del factor inhibidor de la secreción de gonadotropinas (GnIH), disminuyendo la expresión de kisspeptinas (K), esto conlleva a la inhibición de la GnRH e inducen el anestro estacional, mientras que en los días cortos, la síntesis de dopamina se inhibe debido a la mayor síntesis y secreción de melatonina; sin embargo, se estimula la secreción de kisspeptina y GnRH ocasionando la reactivación de la ciclicidad reproductiva; la reactivación de la actividad cíclica inicia cuando los estrógenos actúan directamente sobre las kisspeptinas inhibiendo su secreción al igual que la GnRH (Hameed *et al.*, 2011).

Las ovejas expresan dos fases anuales bien delimitados (G. K. Barrell *et al.*, 2000), la etapa caracterizada en la hembra por una ausencia de ciclos estrales regulares, receptividad sexual y ovulación, conocida como anestro estacional; en el macho disminuye la formación de espermatozoides, la síntesis de testosterona y el libido; estos acontecimientos ocurren durante los días largos. Sin embargo, durante los días cortos, la hembra muestra ciclos estrales regulares, conducta de estro y ovulación; en el macho, se aumenta la espermatogénesis, la síntesis de testosterona y el deseo sexual (Malpaux *et al.*, 1999).

Cada especie animal tiene un propio aspecto reproductivo, las ovejas son poliestricas estacionales, una característica que posiblemente la ha adquirido hace muchos años por selección natural, en su lucha por la subsistencia así estableciéndose como un mecanismo de adaptación desarrollado por animales silvestres, observado principalmente en la sobrevivencia de las crías, los nacimientos ocurren en época favorable del año, ya que existen abundancia de forrajes y la temperatura ambiental confortable; la estación favorece para los partos de la primavera, que también está influenciada por la duración del día (Mamani, 2017).

La estacionalidad es un rasgo importante de la reproducción ovina. En esta especie la reproducción sigue un patrón estacional: los periodos de anestro y de la actividad sexual

existe una alternancia; no obstante en lugares cercanos al ecuador o en las regiones más tropicales son poliestricos durante todo el año, siendo lo contrario en climas templados o lejanos al ecuador en donde la estacionalidad está influenciado por el fotoperiodo (Rosa y Bryant, 2003).

La especie, raza, estado nutricional y lactación afectan en la duración de la estación reproductiva; pero por lo general todas las razas presentan una época de inactividad sexual cada año; al comienzo de la estación reproductiva, la actividad hipofisaria incrementa ya que suben los pulsos de gonadotropinas estimulando el crecimiento y maduración de los folículos; por lo común los dos primeros ciclos de la estación reproductora pueden ser más cortos de lo normal (Daza, 1997).

En los países cercanos al ecuador las ovejas se mantienen ciclando durante todo el año ya que si se presenta la estacionalidad reproductiva es debido a la disponibilidad de alimento. El efecto de la época de empadre sobre la fertilidad y prolificidad de la oveja es afectado por los factores estacionales de fotoperiodo, temperatura y a las condiciones de alimentación que esté sometido el rebaño (Daza, 1997).

Las variaciones fisiológicas anuales conceden los fundamentos para afirmar que las ovejas muestran estacionalidad reproductiva; se ha probado que el origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional; las razas de origen septentrional (>35° Lat. N) expresan una marcada estacionalidad reproductiva y los ovejas de origen mediterráneo o ecuatorial, expresan una reducida estacionalidad reproductiva e incluso ovulan sin interrupción a lo largo del año (Rubianes, 2000).

1.1.11. Factores que afectan en la estación reproductiva en ovejas

Naturalmente, las ovejas entran en celo hacia fines de verano o principios del otoño, sin embargo, hay diferencias según las regiones y razas. La temporada del servicio se delimita por lo general aproximadamente de cuatro meses, existe varios factores que afectan a la reproducción en esta especie (Arroyo *et al.*, 2006).

1.1.11.1. Luminosidad o fotoperiodo

El comienzo de la actividad reproductiva está afectado por números de horas luz en el día, los ciclos inician cuando el número de horas luz disminuye por debajo de catorce

horas, visualizándose que la mayoría de las razas de ovinos entran en celo durante los meses de otoño, sin embargo, los días más cortos deben ser precedidos de días más largos (Arroyo *et al.*, 2006)

El fotoperiodo es el factor ambiental con mayor repetitividad y variabilidad entre años; la duración de las horas luz sincroniza el ciclo reproductivo anual de las borregas (Arroyo, Magaña, *et al.*, 2009).

1.1.11.2. Temperatura

La mayoría de las razas en ovejas inician los ciclos con la llegada del tiempo más fresco del otoño, cuando las temperaturas de la oscuridad desciende, algunas razas de carne como las caras negras, son bastante sensibles a los niveles de calor (Arroyo *et al.*, 2006).

Los reportes de las investigaciones demostraron que las ovejas presentan estro y conciben en tiempos calurosos de lo que se creía anteriormente, no obstante existe una alta tasa de mortalidad embrionaria durante ese tiempo y los corderos que nacen de ovejas preñadas en épocas cálidas son débiles y pequeños que los nacidos en tiempos de frío (Arroyo, Magaña, *et al.*, 2009)

1.1.11.3. Nutrición

La nutrición de un animal preñada es fundamental, en condiciones de escasez nutritiva la madre transfiere grasa, proteínas y minerales de sus propios tejidos al feto a través de la placenta; los requerimientos nutricionales para el feto, son paralelos al desarrollo fetal siendo muy bajos al principio de la gestación y aumenta en el último trimestre para recompensar al mayor crecimiento fetal; del mismo modo la nutrición en el último tercio es más importante para recibir una nutrición equilibrada; la deficiencia en vitamina A, manganeso, yodo y de energía en la dieta reducen la fertilidad; así como la glucosa es valioso para el metabolismo energético de la futura madre, ya que es el principal sustrato energético a nivel cerebral, es primordial para la asimilación de los triglicéridos, contracción muscular, la asimilación de lactosa en la glándula mamaria que servirá para el aporte de energía al feto; la oveja gestante presenta un elevado requerimiento de energía, en una oveja que gesta un cordero incrementa en un 150% sus requerimientos sobre su sustento; esto determina que exista una estrecha relación entre el nivel de

nutrición de la oveja durante este período y el peso del cordero al nacimiento (Pérez, G *et al.*, 2010).

Los tratamientos hormonales en ovejas facilitan inducir y sincronizar el estro y ovulación en épocas no reproductivas (Aisen, 2004). El inducir estro dentro de un programa reproductivo, nos permite que un grupo de ovejas manifieste estro en periodo breve de tiempo, para realizar monta natural o inseminación artificial en el momento más idóneo, que permite agrupar nacimientos, programar destetes y vender animales por partidas (Alencastre, 1997). Así mismo permitirán un mejor manejo de crías, madres y mejorar la productividad de ovinos (Azzarini, 2001). Sincronizar el ciclo en la oveja, tiene lugar controlando la liberación de hormonas hipofisiarias, gonadales que están implicados en la luteólisis y el desarrollo folicular (Rubianes, 2000).

1.1.12. Control artificial del ciclo estrual en ovinos

Existe una amplia diversidad de métodos utilizados para la sincronización de estro, buscando hacer eficiente esta actividad; la aplicación de las prostaglandinas (PGF2 α), progestágenos como el acetato de medroxiprogesterona (MAP), acetato de flurogestona (FGA) inmerso en esponjas y dispositivos de liberación controlada interna de droga (CIDR) que presenta la propiedad de liberar progesterona (Ortega, 2006).

1.1.13. Sincronización con progestágenos (esponjas intravaginales)

Hasta el año 1964, la vía de administración de la progesterona era vía parenteral, oral mezclada con alimentos, las inyecciones diarias tenían demanda de mano de obra, lo que hicieron impracticable y por otra parte la administración oral hace que la dosis consumida sean muy variables, por lo que se suspendió su uso (Moeini *et al.*, 2007); la administración de progestágeno de manera práctica llegó cuando se fabricaron esponjas de poliuretano que podían impregnarse con progesterona sintética que colocaban intravaginalmente para liberar la progesterona a través de la pared vaginal y alcanzar la sangre (Quesada y Pérez, 2004).

La extensión del tratamiento debe igualar o exceder la vida media del cuerpo lúteo, es decir entre 10 a 14 días, manifestándose estro durante las primeras 48 horas posterior al retiro del dispositivo (Simonetti, 2008).

Un método práctico para la sincronización del estro es la aplicación de esponjas impregnadas con (MAP) adicionando la aplicación de hormonas progesteronales como la gonadotropina coriónica equina (eCG) al retiro de las esponjas (Simonetti, 2008).

1.1.14. Mecanismos de acción de los progestágenos

La sincronización del estro en ovejas mediante esponjas intravaginales impregnadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP) se fundamenta en la liberación de progesterona al torrente sanguíneo en una cantidad controlada, lográndose así la inhibición de la maduración folicular por retroalimentación negativa de esta hormona que inhibe la secreción de las gonadotropinas del hipotálamo sobre todo la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) así mismo la hormona luteinizante (LH) dirigido por intermedio de la hipófisis anterior (Rubianes, 2000).

El acetato de medroxiprogesterona (MAP) impregnado en esponjas intravaginales cumple una función de retroalimentación negativa en la secreción de gonadotropinas, llegando estas a niveles basales; así mismo, una vez que este dispositivo se retira, los niveles de progesterona (P4) disminuyen provocando un incremento en la secreción de gonadotropinas hipofisarias (Vivanco y Palma, 2000). Al aumentar la secreción de las gonadotropinas del hipotálamo y la disminución de la acción de (P4) sobre el útero, favorece la concentración de estrógenos (E2) se incrementan produciendo de este modo la presencia del estro dentro de las 24 a 48 h. produciendo la regresión del cuerpo lúteo (Rubianes, 2000).

1.1.15. Gonadotropina Coriónica Equina (eCG o PMSG)

Es una hormona placentaria, secretada por el estrato endometrial del endometrio uterino de yegua y es de característica glucoproteínas constituida por las subunidades α y β ; la subunidad α es similar a la FSH y LH, mientras, que la subunidad β es la responsable de la distinta actividad biológica de cada una de estas hormonas, solo se puede ejercer tal actividad cuando esta enlazada a la subunidad α y además tiene una acción similar a la FSH, por este argumento, es utilizada en los tratamientos de sincronización (Hafez *et al.*, 2002).

1.1.16. Mecanismo de acción de la Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)

La acción es producida mediante el AMPc, simulando una actividad tanto de FSH y LH cuando es inyectada en una especie distinta a la equina; predominando la actividad de FSH, no obstante la relación FSH: LH resulta muy variable en función de factores como la raza, momento de la gestación de las yeguas de donde se obtienen, siendo el mecanismo de la eCG estimular el desarrollo folicular de la población folicular aumentando la secreción y multiplicación de las células de la granulosa así mismo induciendo la liberación autóctono de LH (Bettencourt *et al.*, 2008).

Al tener elevado contenido de ácido siálico, la eCG no traspasa el filtro renal, siendo de este modo el periodo de acción bastante alargado, teniendo una vida media más o menos de 21 horas, siendo esta característica la que confiere una utilidad práctica de administración única siendo el tratamiento de estimulación de celo y ovulación más sencilla (Bettencourt *et al.*, 2008), Se puede visualizar que al suministrar dosis mayores, producirá un mayor tiempo de crecimiento folicular, esto hace que el periodo de ovulación sea más largo, ocasionando que la ovulación en borregas sea de manera desincronizada (Grazul *et al.*, 2007).

1.1.17. Presentación del celo

En un estudio de comparación de cuatro protocolos de sincronización de estro en ovejas, se explicó la totalidad de los animales tratados con esponjas intravaginales impregnadas con (MAP) presentaron celo, con un mayor homogenización en la presentación y obteniéndose mayores tasas en cuanto se refiere a fertilidad, fecundidad y prolificidad (Moeini *et al.*, 2007). Lo que explica, que el uso de esponjas intravaginales para la sincronización de celos es una buena opción para incrementar los parámetros productivos y reproductivos de los animales de un hato (Pevsner *et al.*, 2006).

No obstante, otros reportes demuestran que la respuesta del celo y la fertilidad varían extremadamente, cuando se emplean esponjas intravaginales impregnadas con (MAP), siendo los factores que influirían como: especie, raza, tratamiento complementario, manejo; no se observó diferencia significativa al utilizar esponjas intravaginales impregnadas con (MAP) a distintas concentraciones de este progestágeno sintético (15, 30, 45, o 65 mg), ya que provoca la presentación de estro y ovulación en promedio de 96.8% de ovejas tratadas (Wildeus, 2000). Corroborando lo reportado por Iglesias *et al*

(1997), donde realizó una comparación de distintas concentraciones de (MAP), siendo las concentraciones (15, 30, 45 y 60 mg), impregnados en esponjas intravaginales que permiten la sincronización de estro en ovejas Corriedale en época no reproductiva, en donde no se encontró diferencias entre las dosis de (MAP) y el porcentaje de ovulación, siendo en 96.8%, esto sugiere que una dosis del 25% (15 mg) puede ser útil para la inducción de estro en esta raza.

Al emplear esponjas impregnadas con 60 mg de (MAP) en combinación con 375 UI de eCG, obtuvieron una tasa de presentación de celo del 93.48% en borregas de la raza Merino sincronizada; no obstante se ha demostrado que solamente la exposición a (P4) por 12 días es idóneo para inducir estro en borregas (Rubianes, 2000); se observó la tasa de presentación del estro en tres razas de ovinos donde se observa una presentación de celo de 60% en Corriedale, 57% en Merino y 56% en Hampshire Down, detectado con machos enteros con pechera, post retiro de esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de (MAP), esta disminución de respuesta al celo en este experimento, esto se debería a la elevada condición corporal (3,5 a 5,0) que presentaron las borregas sincronizadas, ya que estaban siendo sobrealimentadas (Wildevus, 2000).

Así mismo reportan tasas de presentación de estro del 80.1% en ovejas Merino (Moses et al., 1997), 77% en ovejas de la raza Dorset (Rajamahendran *et al.*, 1993) y 95% en ovejas Black Belly (Mellisho y col., 2006), al emplearse esponjas impregnadas con 60 mg de (MAP), demostrando de este modo que existen distintos factores que pueden afectar la respuesta a la sincronización de estro en borregas; tales como raza, edad, alimentación, intervalo parto-inseminación, manejo, estación, efecto macho, tipo de hormona, técnica de sincronización (Wildevus, 2000).

1.1.18. Inseminación artificial

La IA es la técnica reproductiva de mayor importancia en el mejoramiento genético de los animales; a pesar de ser una técnica que tiene un notable desarrollo en la ganadería bovina, su aplicación en la ganadería ovina aún existe algunos inconvenientes científicas, económicas y socioculturales que están frenando su difusión; la ventaja primordial de la IA es la posibilidad de incrementar notoriamente la cantidad de hembras que pueden ser cubiertas con un solo reproductor y además permite el mejoramiento de la calidad de los productos lana y carne (Sepúlveda, 2012).

En la oveja, la aplicación de esta técnica es reciente, debido a que tanto la dificultad se presenta el cuello uterino de la oveja para ser traspuesto por la vaina de inseminación (vía vaginal), así como la disminución de la viabilidad espermática producida por el proceso de congelamiento y descongelamiento, impiden obtener tasas de preñez semejantes a otras especies; los porcentajes de preñez obtenidos por medio de la inseminación cervical con semen congelado varían entre el 20 y el 25% (Gibbons y Cueto, 2001). En ovinos al utilizar IA con semen fresco es posible que un reproductor pueda cubrir más de 2.000 hembras por mes de trabajo y si se utiliza semen congelado esta cifra puede duplicarse; la IA se puede efectuar mediante tres métodos: inseminación vaginal, intracervical e intrauterina; la inseminación por vía vaginal e intracervical se realiza con el uso del semen fresco en la inseminación intrauterina se utiliza semen congelado (Sepúlveda, 2012).

1.1.18.1. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es una técnica que implica la sincronización del celo y el tratamiento de la ovulación mediante terapias hormonales de las hembras elegidas para ser inseminadas en determinado momento sin necesidad de detección de celos (Martin *et al.*, 2004).

1.1.18.2. Inseminación artificial con semen congelado en ovinos

La inseminación artificial (IA) con semen congelado cumple un rol muy fundamental en los programas de mejoramiento genético, debido a que acelera la difusión del material genético superior hacia sectores de inferiores características productivas, sino también por facilitar el transporte de semen, evitando el costoso traslado de los reproductores y disminuyendo los riesgos sanitarios; sin embargo, para poder cumplir con el mejoramiento genético, es fundamental que la técnica reproductiva asegure adecuadas tasas de preñez (Mellisho *et al.*, 2006b). Se tienen reportes de superiores de tasas de fertilidad cuando se usa semen congelado en pajillas versus pellets (Gordon, 1997). Esta diferencia se podría atribuir a que la mayor velocidad en el proceso de congelamiento que favorece el mantenimiento y la viabilidad espermática (Cueto *et al.*, 1992) Así mismo, se reporta una baja tasa de preñez (40%) al inseminar con dosis de 16 millones de espermatozoides mientras que con dosis de 64 millones se obtiene tasas de preñes de (73%) (Anel *et al.*, 2005). Resultados similares fueron obtenidos por Cueto *et al.*, (1992),

quien reporta tasas de preñez superiores al incrementar el número de espermatozoides de 10 a 20 y 50 millones.

La buena fertilidad obtenida podría deberse no solamente por el número de espermatozoides utilizados, si no al efecto raza, ya que la oveja de la raza Black Belly, East Friesian y Romanov tiene un superior tasa ovulatoria que otras razas ovinas (Mellisho *et al.*, 2006b). La fertilidad en las ovejas inseminadas artificialmente depende de muchos factores, tales como la técnica de inseminación, raza, edad, intervalo parto-inseminación, establecimiento, estación, año, efecto macho, y estado nutricional (Anel *et al.*, 2005).

1.1.18.3. Inseminación Intrauterina por método laparoscopia.

Las ovejas deben ser supeditados a un ayuno de 24 horas antes a la inseminación, los animales se colocan en posición decúbito dorsal, sobre una camilla reclinable con un ángulo de aproximadamente 45° con referente al suelo (Stockebrand, 2003). Se perfora la pared abdominal 6 a 10 cm craneal a la glándula mamaria y de 2 a 4 cm hacia la izquierda de la línea media ventral (Pierson *et al.*, 2005). Posterior a ello se agujerea la pared abdominal mediante el segundo trocar, de 2 a 4 cm a la parte derecha de la línea media y paralelo al primer trocar, donde se coloca el fórceps con el que se manipulan los ovarios (Rubianes, 2000).

La fertilidad obtenida mediante la inseminación artificial con semen congelado es menor en comparación con la utilización de semen fresco, esto se debido a los procesos de congelación y descongelación de los espermatozoides mueren hasta en un 20 – 50% (Rodríguez, *et al.*, 2007). Se observó una tasa de fertilidad de 50% al utilizar pajillas de 0.25 ml, por otro lado se observó una fertilidad de 37.3% al utilizar pajillas de 0.5 ml y para semen congelado en pellet la fertilidad fue de 56.5%, en ovinos de la raza corriedale y criollo respectivamente (Atahui, 2010). Reportes en trabajos similares, empleando pajillas de 0.25 ml por via laparoscópica se obtuvo un promedio de 43.13% de fertilidad en borregas Corriedale, a sí mismo se reporta una tasa de preñez de 38.5% y 71.4% al utilizar pajillas de 0.5 ml y pellet mediante inseminación laparoscópica (Rodríguez, *et al.*, 2007).

Con la inseminación laparoscópica, en época no reproductiva no se observaron diferencias en la tasa de preñez utilizando semen congelado en ovejas adultas a las 12

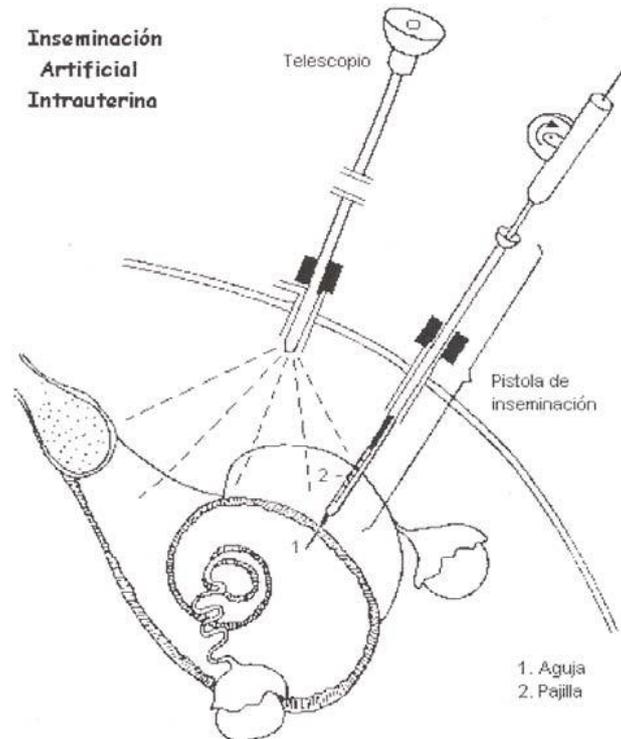
horas de detectado el estro encontrándose 62.9% de preñez, frente a la inseminación laparoscópica a tiempo fijo (60h) posteriores a la remoción de dispositivos intravaginales (esponja), obteniéndose una fertilidad de 59.2% (Kohno *et al.*, 2005 citado por Ortega, 2006). Así mismo modo la tasa de fertilidad del 66.67% mediante inseminación artificial laparoscópica en época no reproductiva en borregas Corriedale, al realizar la ecografía a los 26 días (Pérez *et al.*, 2010).

La necesidad de alcanzar mayores niveles de fertilidad utilizando tanto semen fresco como congelado, ha llevado al desarrollo de la técnica de inseminación intrauterina (IIU); esta técnica se realiza el depósito del semen directamente en los cuernos uterinos se pueden llevar a cabo mediante una laparotomía medioventral con la ayuda de un laparoscopio (Ávila *et al.*, 2011).

Esta técnica nos permite hacer uso intensivo de reproductores con alto valor genético debido a que las dosis de semen requeridas son inferiores a las utilizadas con otras técnicas (Ávila, 2001).

El depósito del semen se realiza en el lumen de los cuernos uterinos, se lleva a cabo mediante una laparotomía medio ventral; la inseminación intrauterina ha mostrado ser más eficiente frente a las técnicas de inseminación, permite hacer el uso intensivo de ejemplares de alto valor genético (Aguilar, 2010).

La fertilidad superior obtenido con la inseminación intrauterina en comparación con las otras técnicas descritas son independientes de cualquier tipo de factor como: tipo de semen, la raza, la época del año, entre otros factores (Escalera, 2002).



1. Esquema de la inseminación artificial intrauterina.

El boroscopio está composición de una cámara portátil de inspección multifuncional (WF-200, Wifi Endoscope®, Teslong China) (Teslong, 2013) de tamaño ultra pequeño con fibra óptica de 8.0 mm de diámetro, posee un sensor digital que proyecta imágenes de alta calidad y un módulo inalámbrico de gran alcance que proporciona una conexión wifi estable, misma que permite reproducir imágenes a 720P en formato JPG y reproducción de video a dispositivos móviles en tiempo real en calidad HD y en el formato AVI.

1.1.19. Colección de Semen

Se utiliza una hembra que estimula el libido; el profesional se ubica al lado derecho de la hembra, se coloca la vagina artificial en el flanco y se sujeta con la mano derecha, de esta forma el extremo abierto queda mirando hacia el macho; la válvula de la vagina debe dirigirse hacia la parte inferior con una inclinación de 45°, evitando el contacto con el macho; al momento del salto, se dirige con la mano izquierda el pene hacia el interior de la vagina artificial, hacerlo que el prepucio para evitar la retracción del mismo; cual el pene ingresa en contacto con la superficie caliente de la vagina artificial, el semental da

el golpe de riñón y eyaculada dentro del tubo colector, el uso de la vagina artificial es uno de los mejores métodos para la colección de semen en ovinos por su rapidez y limpieza, debido a que no es estresante para el animal y proporciona un semen de alta calidad; este instrumento es una imitación de la vagina de la oveja ya que proporciona los estímulos térmicos (temperatura) y mecánicos (presión) adecuados para la erección del pene y la eyaculación (Evans y Maxwell, 1990).

1.1.20. Fertilidad obtenida en borregas sincronizadas con progestágenos y hormona gonadotropina coriónica equina.

Al evaluar tres dosis de eCG (300, 450 y 600 UI) al término de un protocolo de sincronización, en donde utilizaron esponjas con 40 mg de (FGA) durante 14 días, en época no reproductiva en borregas de la raza Frincross observándose que los tres niveles de eCG, la tasa de fertilidad fue similar, oscilando entre 81.2% y 84.3% (Zaien *et al.*, 1996).

Se a estudiado la tasa de preñez de ovejas Black Belly estabuladas en la costa peruana y que fueron inseminadas intrauterinamente vía laparoscópica con semen congelado; los animales fueron divididos según edad e historia reproductiva en borreguillas y ovejas; la sincronización del celo se realizó con esponjas impregnadas de 60 mg de acetato de medroxiprogesterona durante 13 días y la posterior aplicación de 300 UI de gonadotropina coriónica equina; la inseminación se realizó a tiempo fijo (62-65 h post retiro de la esponja intravaginal) usando un pellet de semen congelado (0.4 ml con 40×10^6 espermatozoides) en el lumen de cada cuerno uterino; la tasa de preñez fue para borreguillas (71.4%) y las borregas (64.7%) (Mellisho *et al.*, 2006b).

Un experimento en borregas de la raza Merino en época no reproductiva, cotejando dos dosis de eCG (200 y 300 UI), observándose un mayor tasa de preñez para 200 UI (51%) y para 300 UI (37%); la disminución de la eficiencia reproductiva, se debería al proceso de maduración final del ovulo, que determinaría una menor tasa de fertilización, sin embargo esta diferencia no se observó en la tasa de natalidad encontrándose (103% para 200 UI y 111% para 300 UI de eCG) (Gibbons y Cueto, 2001).

1.1.21. Gestación

Las ovejas son vivíparos, significa que su desarrollo embrionario y fetal se desarrolla dentro del útero; este periodo de desarrollo intrauterino se denomina gestación y ocurre principalmente la nutrición del feto en crecimiento (Hafez *et al.*, 2002).

La gestación inicia con la fecundación del ovulo y él envió de una señal al cuerpo lúteo para mantener la estructura y se siga produciéndose progesterona; el útero responde manteniendo su vascularización, estructuras glandulares, que sintetiza una secreción denominada leche uterina que nutre al embrión hasta que se fije en las paredes del útero (Sorensen, 1982).

1.1.22. Diagnóstico de gestación

El diagnostico de gestación se realiza por varios métodos como: determinando niveles de progesterona, biopsia vaginal, radiografía, laparotomía, examen del útero mediante endoscopia, balotaje, ecografía, ultrasonografía (Nuncio y Escobedo, 2000).

La ultrasonografía es una técnica de diagnóstico por imagen sobre la base de la emisión de ultrasonidos y la recepción de ecos, estos ecos son producidos por la reflexión de los ultrasonidos a nivel de los distintos tejidos; en el formato de imagen llamado modo B, estos ecos son representados con puntos de brillo, que serán más brillantes cuanto mayor sea la reflexión, y serán en una posición proporcional al tiempo que han tardado en ser recibidos (Tamayo, 2000).

1.1.23. Diagnóstico de Gestación por Ecografía

La ecografía es una técnica donde se emplea ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes, donde podemos visualizar a través de la pantalla del ecógrafo; el procedimiento de ecografía en reproducción ovina se ha incrementado cada día por el veterinario clínico y el especialista en biotecnología de la reproducción, este equipo constituye un medio diagnóstico de certeza en la dinámica de ondas foliculares, desarrollo del cuerpo lúteo, la determinación del estado de gestación precoz, sexado de las crías y la evaluación de los procesos patológicos del sistema reproductor (Simoes *et al.*, 2005).

Las ondas del ultrasonido, que son emitidos mediante los cristales piezoeléctricos, estas ondas que penetran los tejidos, son retornadas como ecos, estos son captados por el cristal

y son cambiados en la pantalla en puntos de brillo (denominado modo B); los puntos son tanto más brillantes cuando es mayor la reflexión del tejido, y es así, cada tejido posee su estructura más o menos ecogénica, denominándose híper, hipo o anecogénica, según la cantidad de ecos que se reflejan; se muestran una escala de gris (hipogénico) a negro (anecogénico) como los líquidos límpidos, hasta el blanco (hiperecogénico) como la compacta de los huesos (Pieterse, 1999).

El uso de la ultrasonografía es un método fácil, seguro y certero para realizar el diagnóstico de preñez de manera precoz a partir de los 16-17 días post-inseminación así mismo detecta gestaciones múltiples sobre los 20-22 días; la ecografía transrectal en los pequeños rumiantes es posible mediante un adaptador rígido por el transductor (Bellenda, 2006).

La ecografía transrectal se realiza a partir de los 26 días de gestación, con una certeza muy alta del 95 al 100%, y una seguridad en ovejas del 97% entre los 35 y 55 días después del empadre; la presencia de cotiledones placentarios a partir de los 40 días de gestación que agiliza el diagnóstico (Gibbons y Cueto, 2001).

1.1.24. Diagnóstico temprano de gestación

Durante los 42 y 52 días de gestación es factible la detección de mellizos, ya que se observa los latidos cardiacos, presencia de líquido amniótico a los 28 días, movimientos propios del a los 38 días (Manazza, 2007).

1.1.25. Sobrevivencia espermática en el oviducto y cuernos uterinos

La reducción de la motilidad e integridad morfológica son los principales cambios que contribuyen a la acumulación de productos tóxicos del metabolismo, principalmente especies de oxígeno reactivo formados por la peroxidación de las membranas del espermatozoide, esto será acompañado por un decrecimiento de la motilidad y supervivencia del espermatozoide en el tracto reproductivo de la hembra y reducción de la fertilidad (Salamon y Maxwell, 2000).

1.2. Antecedentes

1.2.1. Tasa de fertilidad.

Gutierrez y Condori (2017b), obtuvieron tasas de gestación de 60% para borreguillas y 70% para borregas utilizando el endoscopio inalámbrico.

Martínez y tinajero *et al.*, (2019), comparó técnica de inseminación artificial intrauterina sustituyendo el laparoscopio por un boroscopio; en donde el porcentaje de gestación fue de 83.33% y 77.77% para laparoscopio y boroscopio.

Salmón (1990b), Determino la tasa de fertilidad y el índice de prolificidad de cabras criolla inseminadas intrauterinamente con semen refrigerado, en donde obtuvo para monta natural 82.5%, para inseminación artificial 67.5%.

Casali *et al.*, (2017), Reporta tasa de gestación lograda con un nuevo método de inseminación transcervical en comparación con las técnicas convencionales cervicales e intrauterinas laparoscópicas, en donde la tasa de gestación fue de 42,3% para la técnica convencional, mientras que la vía cervical e intrauterina 36,0% y 50,2% y fue mayor para esas ovejas inseminado más allá de los 4 cm en el cuello uterino (60,0% frente al 35,1% para la inseminación más allá o dentro de los 4 cm en el cuello uterino.

Espinoza *et al.*, (2020), evaluaron un protocolo de inducción de celo en borregas lactantes con tratamiento hormonal de progestágenos y eCG inseminados a tiempo fijo por vía transcervical con semen refrigerado. La tasa de preñez para borregas con destete temporal 93.33%, borregas con cria sin destete 60.0% y borregas en seca 66.67.

Mellisho *et al.*, (2006), realizaron una investigación en borregas Black Belly y que fueron inseminadas intrauterinamente vía laparoscópica con semen congelado, donde la tasa de fertilidad en borreguillas fue (71.4%) y las ovejas (64.7%); indican que la inseminación artificial vía laparoscopia es elegible para producir carneros de elite.

Mellisho y Terrel, (2007), evaluaron la tasa de no retorno a los 36 días después de la inseminación intrauterina vía laparoscópica con semen congelado de carneros australianos; en donde la tasa de no retorno al celo antes de los 36 días fue de 54,7%, 58,8% y 44,4% en ovejas Corriedale, Merino y Hampshire Down, respectivamente; concluyeron que la inseminación intrauterina vía laparoscópica utilizando semen

congelado, es una herramienta muy útil para poner en marcha programas de mejoramiento genético a gran escala en ovinos; mientras que Cueto y Gibbons, (2001), realizaron la investigación en borregas adultas de la raza Merino, donde lograron tasa de preñez 72% inseminando a tiempo fijo. Leyva *et al.*, (2011), realizaron un trabajo entre los meses de marzo y junio; donde se trabajó con 43 ovejas y 11 borregas las cuales correspondían a cruza de la raza araucana x Suffolk y araucana x Texel; las hembras fueron inseminadas por vía intracervical con semen fresco entre las 56 y 58 horas post tratamiento; los resultados del estudio lograron 71% de preñez. Dursun y Aksaray, (2019), investigaron la eficacia de diferentes protocolos de sincronización a corto plazo sobre las tasas de celo y preñez en ovejas merinas en época de reproducción; las tasas de estro, concepción y preñez fueron: por Grupo I 100%, 73,3% y 73,3%, para el Grupo II 92,5%, 89,2% y 82,5% y para el Grupo III 81,6%, 100% y 81%. Mamani, (2017), evaluaron el efecto de la hormona MAP y eCG en la tasa de fertilidad y natalidad en borregas criollas, en donde la inseminación artificial fue transvaginal (cervical) con semen fresco de carnero corriedale; la tasa de fertilidad en 20 borregas primerizas con eCG que muestran el 80 % y las 20 borregas sin eCG mostraron el 55 %; mientras en las 20 borregas multíparas que recibieron dosis de eCG tuvieron una fertilidad de 90 % y las 20 borregas sin eCG solamente reflejaron una fertilidad de 60 %. (Aybazov *et al.*, 2019), estudiaron la capacidad de fertilización del semen congelado-descongelado mediante laparoscopia intrauterina inseminación; la fertilidad de ovejas fue del 34,4%; cuando se realiza una inseminación intrauterina con una única detección de ovejas en celo, la fertilización osciló entre 34,7 y 43,7%, y cuando se utiliza la detección de ovejas en celo dos veces al día, la fecundidad fue del 68,8%. Ataman *et al.*, (2006), comparo la eficacia de corto plazo y tratamientos de progesterona a largo plazo para inducir la actividad ovárica de las ovejas durante las temporadas de reproducción y anestro; el porcentaje medio de ovejas en celo, gestantes y paridas fueron 100%, 86,7% y 80% en ambos los grupos tratados a corto y largo plazo durante la temporada de reproducción; el tratamiento con progesterona a corto plazo fue eficaz para sincronizar el estro en las ovejas durante las temporadas de reproducción y anestro.

Nieto *et al.*, (2019), realizaron la técnica de inseminación artificial por laparoscopia (IAL) bajo condiciones de campo; el porcentaje de ovejas gestantes presentó diferencias por la raza, la Katahdin mostró mayor tasa de gestación a pesar de las condiciones de campo y diversidad en las UPO; la prolificidad entre las razas resulto ser semejante; se sugiere la

inclusión de nuevas razas de pelo que cumplan con las expectativas de los ovinocultores y satisfagan la demanda del producto para el comercio de la barbaco.

1.2.2. Tasa de natalidad

Canaza, (2017). Evaluó la frecuencia de celo, fertilidad, natalidad y prolificidad en Borregas Assaf sincronizadas e inseminadas a inicios de época reproductiva para comparar dos dosis de eCG mediante la inseminación cervical con semen fresco con un protocolo de sincronización de celo, para evaluar el porcentaje de celo, fertilidad, natalidad y prolificidad; los resultados de la natalidad de las borregas que recibieron dosis de 250 UI de eCG tuvieron tasas de partos de 56.5 % y 92.86 % en relación a las inseminadas y preñadas, respectivamente; similar respuesta fue cuando las borregas que fueron aplicados dosis de 350 UI de eCG mostraron tasa de partos de 56.0 % y 82.24 %.

1.2.3. Beneficio/costo

Cutipa, (2020), determinó el mérito económico en borregas inducidas con progesterona a nivel de pequeños criadores de ovinos de la Región sur de Puno; reporta el beneficio/costo de la inseminación artificial de 1144 ovejas inseminadas con semen fresco y 1198 ovejas inseminadas con semen refrigerado y también se realizó la evaluación económica en donde se encontró una rentabilidad económica positiva de 0.22, con cría de nacimiento simple, con una relación C/B de 0.22, Choque, (2022), Comparó el beneficio/costo de los dos protocolos de sincronización de celo utilizando esponjas no comerciales; para ello utilizo 40 borregas, donde reporta una relación beneficio/costo en borregas merino 0.7431 y 1.0649, para el protocolo MAP + eCG y MAP + PGF α , respectivamente, Mamani, (Mamani, 2017), determinó el mérito económico positiva en una relación C/B (1:1.55); lo que indica que al gastar S/. 1.00 sol en el empleo de la técnica de inseminación artificial con semen fresco, obtuvo S/. 0.55 soles de ganancia por nacimientos de corderos dobles a nivel de criadores de las comunidades Turupampa y Chana pertenecientes al Distrito de Asillo, Provincia de Azángaro, Región – Puno.

La relación de beneficio y costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos) (Rebollar y Jaramillo, 2012).



- $B/C > 1$ Esto nos indica que los beneficios superan los costos, por lo tanto, el proyecto debe ser considerado.
- $B/C=1$ Representa que no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos.
- $B/C < 1$, Nos indica que los costos son mayores que los beneficios, no se debe considerar (Rebollar y Jaramillo, 2012).

Fórmula 1. Relación costo/beneficio

$$\text{Relación} \frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}}$$

Fuente: (Rebollar y Jaramillo, 2012).

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema

La inseminación artificial utilizando el laparoscopio en ovejas ha tenido una aplicación bastante reducida en el Perú debido a la carencia de técnicos calificados y también a la difusión inapropiada de sus ventajas (Mellisho *et al.*, 2006a), en la oveja la inseminación por vía vaginal o cervical con semen congelado no es eficiente, ya que los porcentajes de fertilidad son muy bajos (Domínguez *et al.*, 2007), la inseminación artificial con laparoscopia no es rentable por el alto costo del equipo, el arte en la experiencia quirúrgica para realizar el procedimiento sin peligro (Sathe, 2018), así mismo requiere de tiempo, técnica profesional y anestesia (Rodríguez, 2004), los costos que implican la sincronización de celo, dosis del semen y la mano de obra calificada, estos no son comparables con lo que implica adquirir un equipo de laparoscopia al inicio del trabajo (Hozbor *et al.*, 2010), el boroscopio es un instrumento de otorrinolaringología que permite observar dentro del cuerno uterino imágenes luminosas y nítidas ya que constan de un sistema de lentes cilíndricos, su uso es posible y menos delicado ya que se puede acoplar a una computadora, televisión, celular (Martínez *et al.*, 2019) Sin embargo, es posible ofrecer servicios de inseminación con el uso del boroscopio en entorno de hospital y campo (Sathe, 2018). Al realizar esta investigación buscamos una opción de sustitución mediante el uso del boroscopio ya que es un equipo barato, versátil y accede a ser utilizado eficientemente para efectuar la IATF intrauterina con semen congelado en ovinos, la inseminación artificial con semen congelado por vía cervical posee porcentajes bajos de preñez y natalidad respectivamente; en tal sentido la inseminación intrauterina es una alternativa importante para generar más del 60% de preñez debido a que el semen que normalmente se usa son importados de alto valor genético, alto costo y con una baja concentración de espermatozoides. Es necesario indicar que este tipo de inseminación se estila realizar en núcleos genéticos o para la formación de reproductores tanto machos como hembras; la inseminación artificial es la herramienta más importante del mejoramiento genético debido al uso de reproductores machos procedentes de otros países con características fenotípicas de importancia económica. La utilización de un equipo alternativo al laparoscopio genera una nueva alternativa para realizar este mejoramiento genético antes mencionado.

2.2. Enunciado del problema

- En tal virtud se plantea las siguientes preguntas.
- ¿Cómo aumenta la tasa de fertilidad en borregas criollas inseminadas por vía intrauterina con el uso del laparoscopio y boroscopio utilizando semen congelado?
- ¿Cómo mejora la tasa de natalidad en borrega criolla inseminadas por vía intrauterina entre el uso del laparoscopio y boroscopio utilizando semen congelado?
- ¿Cómo influirá el beneficio/costo del uso de laparoscopio y boroscopio en borregas inseminadas por vía intrauterina con semen congelado?

2.3. Justificación

La producción de ovinos es una actividad tradicional en el Perú, se considera una especie productor de lana y carne (Jainudeen *et al.*, 2002; Rosa y Bryant, 2003), el sector ovino en este país se considera un potencial, pero deplorablemente se tiene una tasa desfavorable de crecimiento (-3.5 %) y por ello un decrecimiento en su producción (-1.17 %) (MIDAGRI, 2022), en Puno es una actividad ganadera que representa ahorro económico, que ofrece seguridad alimentaria a ganaderos pobres (Naqvi *et al.*, 2012), la inseminación artificial con semen congelado juega una función importante en los programas de mejoramiento genético (Mellisho *et al.*, 2006b), resulta ser la selección más acertada (Martínez *et al.*, 2019), por ello es necesario establecer mejoras en los índices productivos y reproductivos utilizando el semen de carneros de alto valor genético y la inseminación artificial (IA) es una biotecnología reproductiva apropiada (Gibbons y Cueto, 2012).

La IA con semen fresco, refrigerado ha mostrado resultados bajos de fertilidad (Maxwell *et al.*, 1980; Salamon y Maxwell, 2000), se atribuye a la disminución de la viabilidad espermática producida por el proceso de congelamiento y descongelamiento (Salamon y Lightfoot, 1970), a pesar de las reconocidas bondades de la inseminación intrauterina vía laparoscópica en ovejas, la técnica ha tenido una aplicación bastante limitada debido a la falta de técnicos calificados y a la difusión inadecuada de sus ventajas (Mellisho *et al.*, 2006a), la IA por laparoscopia con semen congelado incrementa la tasa de fertilidad hasta en un 78.57% (Godfrey *et al.*, 1998), la utilización del boroscopio disminuye el costo en

la inseminación intrauterina con semen congelado así mismo mejora en 60% de fertilidad en borreguillas y 70% de fertilidad en borregas (Gutierrez y Condori, 2017b).

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

Determinar el uso del laparoscopio y boroscopio en los parámetros reproductivos y evaluar su beneficio/costo en borregas Criollo inseminadas por vía intrauterina con semen congelado en el CE Chuquibambilla.

2.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la tasa de fertilidad en borregas con el uso del laparoscopio y boroscopio.
- Determinar tasa de natalidad en borregas con el uso del laparoscopio y boroscopio.
- Evaluar beneficio/costo con el uso del laparoscopio y boroscopio.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El uso del boroscopio y laparoscopio mejora los parámetros reproductivos y el uso del boroscopio en sustitución de laparoscopio es económico en borregas criollas inseminadas por vía intrauterina con semen congelado en el CE Chuquibambilla.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Centro Experimental Chuquibambilla, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicado en el distrito de Umachiri, Provincia de Melgar, Región de Puno a 156 km de la ciudad de Puno, geográficamente se encuentra sobre las coordenadas 13°47'37", latitud sur y 70°47'50", longitud oeste a 3974 m.s.n.m, se caracteriza por presentar un clima frío y templado, presenta una temperatura máxima de 20.4°C en el mes de diciembre y una temperatura mínima de -18.4°C en el mes de junio, con un promedio anual de 8°C, la humedad relativa promedio anual es de 53%(máxima 81%, mínima 18%); presentando una precipitación pluvial anual promedio de 659mm (SENAMHI, 2020).

3.2. Instalaciones

Se utilizaron las instalaciones con el que cuenta el Centro Experimental Chuquibambilla:

- Mangas de aparto Buena Vista, en donde se realizó la separación y manejo de borregas para el trabajo de investigación.
- Sala de inseminación del banco de semen, lugar donde se realizó la inseminación por laparoscopia y boroscopia.
- Dormideros ubicados en el banco de semen, es el lugar donde se observó la presentación de celo de las ovejas frente a la presencia carneros vasectomizados.
- Banco de semen del C.E. Chuquibambilla, lugar de donde se ha procesado el semen para la inseminación artificial.

3.3. Material experimental

3.3.1. Animales

Para el presente estudio se utilizó un carnero adulto de la raza criollo, donde se obtuvo semen para ser congelado, así mismo se utilizaron 66 borregas, 40 de ellas fueron inseminadas mediante el laparoscopio y 26 borregas fueron inseminadas con boroscopio. La edad promedio de las borregas fue de 4 años con un peso en promedio de 41.3 kg tomadas al azar del rebaño de borregas Criolla, con una condición corporal promedio de 2.7 (escala 1- 5) (Sasa, 2002), las borregas que fueron diagnosticados clínicamente sanos al inicio del experimento.

Equipos y materiales utilizados para la inseminación artificial

- Laparoscopio.
- Boroscopio.
- Microscopio.
- Ecógrafo.
- Pistola adaptada.
- Aplicador de esponjas adaptado.
- Termómetro 0 – 100°C.
- Vaginoscopio.
- Vagina artificial.
- Fundas de látex para vagina artificial.
- Ligas de látex.
- Vagina artificial.
- Vasos colectores.
- Porta objetos.
- Cubreobjetos.
- Tubos falcón.
- Termo.

Criterios de inclusión:

- Raza (criollo).
- Edad (de 2 a 6 años de edad).
- Sexo (hembras).

Criterios de exclusión:

- Edad (menor de 2 años).
- Sexo (machos).

3.4. Diseño del experimento

Las borregas fueron inseminadas con laparoscopia y boroscopia y fueron divididas según tipo de tratamiento de sincronización corto y largo, la distribución de los animales se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución del material experimental según tratamientos.

Equipo de inseminación	Laparoscopia		Boroscopia	
Tratamiento de sincronización	Tratamiento corto (LC)	Tratamiento largo (LL)	Tratamiento corto (BC)	Tratamiento largo (BL)
n	20	20	8	18
Total	40		26	

N: borregas Criollas inseminadas mediante laparoscopia sincronizadas con tratamiento corto.

LC: borregas Criollas inseminadas mediante laparoscopia sincronizadas con tratamiento corto.

LL: borregas Criollas inseminadas mediante laparoscopia sincronizadas con tratamiento largo.

BC: borregas Criollas inseminadas mediante boroscopia sincronizadas con tratamiento corto.

BL: borregas Criollas inseminadas mediante boroscopia sincronizadas con tratamiento largo.

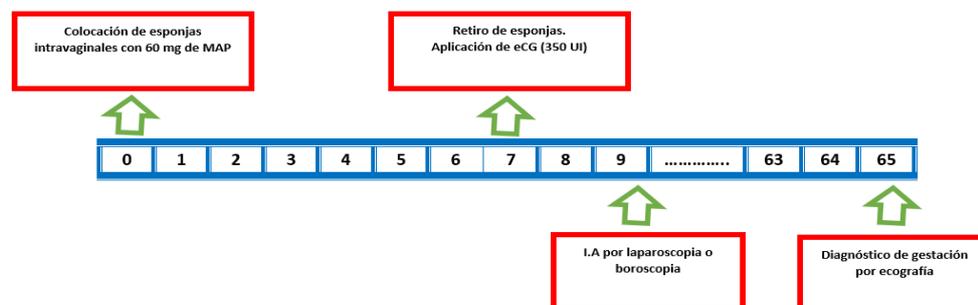
3.5. Método de investigación

3.5.1. Hormonas utilizadas para la sincronización del estro

- Se utilizó esponjas intravaginales que contenían 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), cada esponja fue colocada en el lumen vaginal de la borrega, permaneciendo por 14 días.
- Gonadotropina corionica equina (eCG), en frascos de 25 ml con una concentración de 5000 UI por cada frasco, estos fueron aplicados intramuscularmente.

3.5.2. Protocolo de sincronización para tratamiento corto

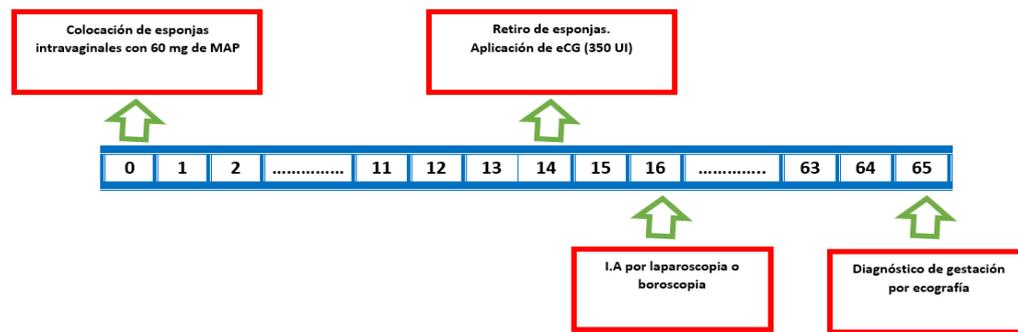
- La sincronización del estro fue realizada con esponjas intravaginales, estos fueron colocadas el día 0 y permanecieron en el tracto vaginal hasta el día 07, posterior a ello fueron retiradas al mismo tiempo se les aplicó la dosis de 350 UI de eCG (Folligon®, Lab. Intervet - Holanda) por vía intramuscular (Zaien *et al.*, 1996). El protocolo se realizó como se muestra en la figura 2.



2. Protocolo de sincronización (MAP 07 días + eCG en UI) (Zaien *et al.*, 1996).

Protocolo de sincronización para tratamiento largo

La sincronización de celo (n=38) se realizó utilizando esponjas intravaginales, que fueron colocadas desde el día 0 y permaneció en el tracto vaginal hasta el día 14, y luego se retiró, posterior a ello se les aplicó 350 UI de eCG por vía intramuscular, el protocolo se realizó como se muestra en la figura 3.



3. Protocolo de sincronización (MAP 14 días + eCG en UI) (Zaien et al., 1996).

3.5.3. Colocación del dispositivo intravaginal

- Para la implantación de los dispositivos intravaginales se ha utilizado un espejo del equipo de inseminación artificial y fue desinfectado en cada uso con el uso de cloruro de Benzalconio al 25%.
- El espejo vaginal fue lubricado con aceite mineral para que no existiera lesión alguna en el ingreso hacia el lumen vaginal.
- Las esponjas intravaginales se comprimieron en un extremo del espejo para luego ser empujados y depositados al fondo del lumen vaginal.
- Las ovejas fueron sujetadas colocando el cuello entre las piernas del operador lo que nos permitió la inmovilización y la limpieza de la región perianal con paños húmedos el cual facilitó la inserción de los dispositivos.
- Posterior a ello se retiró el espejo y se dejó el término del hilo de la esponja fuera de los labios vulvares.

3.5.4. Retiro del dispositivo intravaginal

- Después de los 7 y 14 días, los dispositivos intravaginales fueron quitados; para ello las ovejas fueron sujetadas colocando el cuello entre las piernas del operador.
- El extremo libre del hilo se removió de forma lenta, traccionando hacia la parte de atrás y hacia la parte de abajo.
- En las ovejas que no presentaron el hilo a nivel de los labios vulvares, se visualizó la presencia de la esponja en el interior de la vagina con la ayuda de un vaginoscopio y fue extraído con la ayuda de una pinza simple.

3.5.5. Administración de eCG post retiro del dispositivo

La administración de eCG se realizó por vía intramuscular manteniendo la asepsia y antisepsia, de acuerdo a la siguiente metodología:

- Se utilizó una caja térmica con una temperatura interna entre 0°C y 5°C en donde se transportó el diluyente como el frasco con el principio activo.
- Antes de realizar la administración se combinó, extrayendo el diluyente con una jeringa estéril e introduciéndolo dentro del frasco que contenía la eCG liofilizado, luego se homogenizo.
- Se realizó la aplicación de 1.7 ml de gonadotropina coriónica equina (eCG, Novormon®, Syntex S.A., Argentina) por vía intramuscular a cada oveja.

3.5.6. Determinación de celo

- El estro fue detectado, haciendo uso de carneros vasectomizados, estos fueron provistos de un marcador en el pecho (ocre) y dejaron una marca visible en la región de la grupa, des esta forma se determinó el número de borregas en celo, de las cuales fueron separadas del rebaño y fueron previamente evaluadas e inseminadas aproximadamente a las 56 h post aplicación de eCG.

3.6. Inseminación artificial con laparoscopia

3.6.1. Preparación de las borregas a inseminar

- Las borregas que mostraron celo fueron aisladas y colocadas en ayuno para ser inseminadas.
- Se realizó la esquila en el tercio posterior de la región del vientre por delante de la glándula mamaria a unos 5 cm a cada lado de la línea alba.
- Las extremidades de las ovejas fueron sujetadas en las camillas reclinables.
- La desinfección se realizó con torundas de algodón, estas estuvieron empapadas en alcohol yodado, para realizar la antisepsia y tener un menor riesgo de contaminación al momento de realizar la trocarización.

3.6.2. Evaluación de las pajillas.

- Para este estudio se utilizaron semen congelado en pajillas de 0.25 ml, con una concentración aproximada de 40×10^6 de espermatozoides.

- Se empleó un microscopio óptico, esta estuvo adaptada una platina térmica con una temperada de 37 °C.
- La visualización se realizó a un objetivo de 40X, evaluándose la proporción de los espermatozoides móviles respecto del total de espermatozoides, esta valoración subjetiva de este parámetro resulto ser el 50% en promedio para el semen utilizado para este trabajo.
- El semen empleado fue procesado en el Banco de Semen del CE Chuquibambilla

3.7. Descripción del acondicionamiento del boroscopio.

- Se adaptó un equipo de endoscopía o boroscopio que estuvo compuesto por una cámara portátil de inspección multifuncional con fibra óptica de 8.5 mm de diámetro.
- El equipo poseía un sensor digital que proyecta las imágenes y videos en calidad de HD.
- Los trocares empleados fueron preparados a partir de trocares versaport de 9 mm de diámetro, los mismos que tienen adheridos en el extremo posterior de sus cánulas unos retenes de jebe que impedían la salida y el ingreso del aire de la cavidad abdominal y que a su vez estos sirven de soporte para sostener la cámara del boroscopio.
- El aspic de inseminación fue condicionado uniendo una aguja hipodérmica desechable 27G x ½”, adherida al extremo anterior de una funda de inseminación artificial, para su posterior armado en una pistola de inseminación artificial de uso en bovinos con la pajilla de semen cargada.



4. Boroscopio acondicionado para la inseminación artificial intrauterina.

3.8. Inseminación artificial intrauterina con boroscopio en las borregas criolla

- En el lugar de las dos incisiones se aplicó un anestésico local por infiltración (Lidocaína al 2%).
- Se hizo dos incisiones con bisturí a 3 cm de la línea alba en una dirección lateral sobre la piel y tejido subcutáneo.
- Mediante la incisión del lado izquierdo ingreso el trocar (9 mm de diámetro) con su cánula, donde se introdujo la cámara portátil de inspección multifuncional a la cavidad abdominal que nos permitió observar los cuernos uterinos y ovarios.
- La incisión del lado derecho nos permitió el ingreso del segundo trocar (5 mm de diámetro) con su cánula, por donde se introdujo el aplicador de semen.
- Para la inseminación artificial se empleó un áspic adaptado, que fue acondicionado con una aguja hipodérmica (25 G de diámetro y de 5 mm de longitud) adherida al extremo anterior de una funda de inseminación artificial.
- Una vez descongelado la pajilla se armó en el aplicador de cassou, en donde se colocó la funda que contenía el áspic y todo esto fue colocada en una platina térmica a 37°C hasta el momento en que se realizó la inseminación artificial.

- Una vez localizados los cuernos, se ubicó la curvatura del cuerno uterino y se realizó la punción en la parte media, la inseminación artificial se realizó en cada uno de los cuernos usando la mitad del volumen de la pajilla en cada cuerno uterino.
- Se retiró los trocares seguidamente se realizó una sutura con un punto simple en u, para la cual se utilizó seda negra, una vez concluida la sutura se le aplicó un cicatrizante.

3.9. Diagnóstico de gestación a través de la ecografía transrectal

- El diagnóstico de preñez en las ovejas inseminadas se realizó a los 65 días post inseminación con laparoscopia y boroscopia.
- El transductor del ecógrafo fue adaptado con un guante obstétrico, al cual se le aplicó gel ecográfico, al mismo tiempo este fue lubricado con aceite mineral.
- Las ovejas fueron inmovilizadas de la cabeza y la grupa, se realizó la limpieza y evacuación de las heces, para una mejor observación se le aplicó solución concentrada de *Liniun usitatissimum* al recto ya que esto nos facilitó el desplazamiento del transductor.
- Una vez introducido el transductor del ecógrafo se comenzó a ubicar los cuernos uterinos guiándose por la vejiga con el objetivo de observar la presencia o no de la vesícula embrionaria o cuerpo embrionario que es un patrón ecográfico anecogénico.

3.10. Determinación del porcentaje de fertilidad

- La fertilidad se determinó usando la siguiente fórmula:

Fórmula 1. Determinación de la tasa de fertilidad.

$$\text{Fertilidad (\%)} = \frac{\text{Número de ovejas preñadas a los 74 días}}{\text{Número de ovejas puestas a inseminación}} \times 100$$

Dónde: F (%): tasa de fertilidad en porcentaje.

3.10.1. Determinación del porcentaje de natalidad.

La tasa de natalidad es la proporción del número de corderos nacidos vivos sobre el número de ovejas fertilizadas multiplicado por 100 este dato nos permite definir el rendimiento reproductivo de un rebaño (Aliaga, 2006).

Fórmula 1. Determinación de la tasa de natalidad.

$$\text{Natalidad (\%)} = \frac{\text{Número de ovejas paridas}}{\text{Número de borregas fertilizadas}} \times 100$$

Dónde: N (%): tasa de natalidad en porcentaje.

3.11. Determinación de beneficio/costo.

La relación beneficio costo es conocido como coeficiente beneficio/costo; es aquel cociente que resulta de dividir la sumatoria de los beneficios actualizados entre la sumatoria de los costos actualizados, que son generados en la vida útil del proyecto, el cálculo de este coeficiente se realiza en base al flujo de beneficio y costo del Proyecto en el horizonte del planteamiento (Cotacallapa, 1999).

$$\text{Relacion B/C} = \frac{\text{Ingreso Total}}{\text{Gasto Total}}$$

3.12. Análisis Estadístico.

Los datos de las variables estudiadas como tasa de fertilidad y natalidad fueron analizados mediante la prueba estadística de Chi cuadrado con tabla de contingencia de doble entrada, utilizando el Software S.P.S.S. Versión 9.1.

Prueba de Ji-cuadrado en un cuadro de doble entrada.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Dónde

χ_c^2 = Valor de Chi cuadrado.

$\sum_i^r \sum_j^k$ = Sumatoria de las diferencias.

O_{ij} = Frecuencia observada de las borregas preñadas y paridas.

E_{ij} = Frecuencia esperada de las borregas preñadas y paridas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tasa de fertilidad obtenida en borregas criolla sincronizadas e inseminadas con semen congelado utilizando el equipo de laparoscopia y boroscopia.

La tabla 2 muestra la comparación de tasa de fertilidad obtenida tras la inseminación artificial (IA) con el equipo de laparoscopia y un boroscopia en borregas y borreguillas sometidas a un protocolo de sincronización de celo.

Tabla 2. Comparación de la tasa de fertilidad en borregas criollas tras la inseminación con equipos de laparoscopia y boroscopia.

	n	Tasa de fertilidad (%)	IC (95%)	
			Límite inferior	Límite superior
Laparoscopia	40	55.00%	50.12%	59.88%
Boroscopia	26	38.46%	31.13%	45.79%
p=0.353				

La tasa de fertilidad obtenida tras la inseminación artificial (IA) intrauterina en borregas y borreguillas sometidas a sincronización de celo fue para laparoscopia del 55% y boroscopia 38.46% observando que ambos equipos no tienen efectos sobre la tasa de fertilidad; sin embargo, la diferencia porcentual permite indicar que tiene superioridad la IA con la laparoscopia o que usando esta técnica se obtuvo mayor cantidad de hembras preñadas; esta diferencia es debido al deficiente adiestramiento e instrucción del profesional en el manejo del equipo boroscopia para la IA intrauterina puesto que otros autores mencionan que es un equipo eficiente, económico y versátil (Gutierrez y Condori, 2017b), algunos autores inciden en el tiempo que pueda tomar la técnica de IA intrauterina afecta el porcentaje de preñez donde no necesariamente es debida al operador sino más bien a deficiencias en el manejo del proceso, manejo del equipo (en este caso Boroscopia) entre otros que no deberían exceder los 3 minutos (Hill *et al.*, 1998), porcentajes superiores reportan en borreguillas 71.4% y borregas 64.7% (Espinoza *et al.*, 2020; Mellisho *et al.*, 2006b), mientras otros autores reportan tasas de preñez inferiores siendo

de 39.3% con intervalos de 36 a 43.3% (Aybazov *et al.*, 2019), otros autores reportan tasa de preñez de 77.77% (Martínez *et al.*, 2019), comparado con el 55% obtenido en el presente estudio todos estos trabajos fueron realizados mediante IA intrauterina con laparoscopia, las diferencias encontradas se deben al efecto racial existiendo una mayor expresión de la Proteína Morfogenética Ósea (BMP: bone morphogenetic protein) que está encargada de la regulación del desarrollo folicular, maduración y eventualmente la ovulación en ovinos prolíficos (Blackbelly) en comparación con ovinos de carne o de doble propósito (Abdoli *et al.*, 2016), del mismo modo otros autores indican que existe una alta diferencia de la fertilidad como son el rebaño, carnero, tipo de implante de progesterona, producto de eCG, dosis de eCG, método de procesamiento del semen congelado entre otras (Hill *et al.*, 1998), existe escasa información científica sobre la IA intrauterina con boroscopia obteniendo una tasa de gestación de 38.46% resultado inferior a los reportado de 83.33% para borregas Blackbelly (Martínez *et al.*, 2019), así mismo reporta en borregas y borreguillas con porcentajes del 60 y 70% respectivamente (Gutierrez y Condori, 2017b), esta diferencia es debida probablemente al expertise del operador y al equipo que utilizan puesto que no especifica el tipo de boroscopia que utilizó.

4.2. Tasa de natalidad en borregas criollas en relación al equipo utilizado

La tabla 3 muestra la tasa de natalidad en hembras que fueron inseminadas vía intrauterina con el uso convencional del laparoscopia y el boroscopia, todas fueron sometidas a sincronización de celo con progestágenos.

Tabla 3. Comparación de la tasa de natalidad en borregas criolla tras la inseminación con equipos de laparoscopia y boroscopia.

	n	Tasa de natalidad (%)	IC (95%)	
			Límite inferior	Límite superior
Laparoscopia	22	72.73%	46.41%	99.05%
Boroscopia	10	60.00%	26.05%	93.95%
p=0.6107				

La tasa de natalidad comparada según el tipo de equipo utilizado para la IA intrauterina fue de 72.73% para el laparoscopio y 60% para el boroscopio, ambos porcentajes con intervalos de confianza amplios que sin embargo permiten inferir con un 95% de confianza se pueden alcanzar esas tasas de natalidad cuando se realiza la IA intrauterina ya sea mediante el laparoscopio y boroscopio respectivamente; al comparar las tasas no muestran diferencia estadística, sin embargo, la comparación aritmética permite indicar que se obtiene mayor número de crías con el uso del laparoscopio, esta diferencia debido probablemente al mayor tiempo que tomó inseminar con el equipo del Boroscopio en comparación con el laparoscopio, éste factor está ampliamente estudiado indicando que una IA intrauterina no debería exceder los 5 minutos (Hill *et al.*, 1998). La comparación de los resultados de IA por laparoscopio fue de 72.73% superior a porcentajes de parición reportados por otros autores teniendo un 56.8% y en otro porcentajes de 36 y 40% (Casali *et al.*, 2017; Restrepo, 2020); estos porcentajes aceptables de parición en el presente estudio se debe al tipo de inseminación puesto que el semen congelado se deposita a nivel de ambos cuernos uterino asegurando la fertilización debido a la cercanía de deposición más cercana a los oviductos y específicamente en el ampulla (Aisen, 2004; Evans, G; Maxwell, 1990)(Evans, G; Maxwell, 1990; Salomón, 1990b); no existe literatura científica para la comparación del boroscopio sobre la tasa de natalidad que alcanza un 60%; sin embargo se puede indicar que es similar a lo reportado por el autor (Casali *et al.*, 2017) que alcanzan 56.8% de parición en ese sentido los resultados con el boroscopio para esta característica muestra porcentajes similares por tanto podría ser una alternativa económica para el uso de IA intrauterina para medianos y pequeños productores de ovinos.

4.3. Tasa de fertilidad en borregas Criolla en relación al equipo utilizado y tipo de tratamiento hormonal

La tabla 4 muestra la misma comparación de los equipos utilizados para la IA intrauterina en relación a un tratamiento corto y largo (según el tiempo de exposición exógena con esponjas impregnadas con Medroxiprogesterona) sobre la tasa de fertilidad obtenida.

Tabla 4. Tasa de fertilidad en borregas Criolla relación al equipo de IA intrauterina y tratamiento de sincronización.

	Tratamiento de sincronización	n	Tasa de fertilidad (%)	
Laparoscopia	Corto	20	40.00%	
	Largo	20	70.00%	p=0.1775
Boroscopia	Corto	8	50%	
	Largo	18	33%	p=0.5686

La tabla 4 permite determinar que la utilización del tratamiento corto y largo tanto con el uso de laparoscopia y boroscopia en donde ambos equipos no tienen efectos sobre la tasa de fertilidad según tratamiento de sincronización, existiendo mayor tasa de fertilidad con tratamiento largo con laparoscopia y al contrario mayor tasa de fertilidad con tratamiento corto con el boroscopia; por tanto, podría utilizarse indistintamente cualquier tipo de tratamiento para la IA intrauterina, existen reportes indicando que existe respuesta similar de la tasa de fertilidad tras utilizar el tratamiento corto y largo (Gore *et al.*, 2020) en cabras inseminadas por vía cervical con semen refrigerado; a pesar que ambos tratamientos se comportan de forma similar se recomienda el tratamiento corto por el tiempo que reduce tras la sincronización de celo (Gore *et al.*, 2020); tras la comparación de tratamiento corto y largo posterior a la IA con boroscopia la tasa de fertilidad fue 50 y 33% respectivamente siendo superior el corto, resultados similares reportan autores alcanzando un 82.5% de fertilidad tras la monta natural en borregas, otros autores también reportan mayor porcentajes para tratamiento corto siendo de 85.7% y 76.9% para tratamiento largo (Ataman *et al.*, 2006; Dursun S., 2019); esta superioridad se puede deber a que el tratamiento corto aumenta la concentración de progesterona hacia el final de la sincronización generando un eficiente recambio folicular y la presencia de ovocitos formados recientemente (en la nueva onda generada) en la ovulación que presupone la formación de embriones viables tras la fertilización (Viñoles *et al.*, 2001).

La tabla 5 muestra la misma comparación de los equipos utilizados para la IA intrauterina en relación a un tratamiento corto y largo (según el tiempo de exposición exógena con esponjas impregnadas con Medroxiprogesterona) sobre la tasa de natalidad.

Tabla 5. Tasa de natalidad en borregas Criolla en relación al equipo de IA intrauterina y tratamiento de sincronización.

Equipo	Tratamiento de sincronización	n	Tasa de natalidad (%)	
Laparoscopia	Corto	8	75.00%	
	Largo	1	71.43%	p=0.8982
		4		
Boroscopia	Corto	4	50%	
	Largo	6	67%	p=0.7094

Ambos tratamientos de sincronización muestran porcentajes parecidos comparados según el equipo de IA intrauterina alcanzando porcentajes de natalidad superiores al 50%, estas tasas de son altamente correlacionales con las tasas de fertilidad antes explicados; parecido a lo discutido en la anterior tabla no existe diferencia en la tasa de natalidad en tratamientos corto y largo al realizar la IA intrauterina con laparoscopia y boroscopia resultados similares reportan otros autores quienes alcanzan tasas del 71.43% para tratamiento largo y corto respectivamente (Gore *et al.*, 2020); la similitud encontrada en el presente estudio se debe principalmente a que con ambos equipos de IA intrauterina el semen es depositado en cuernos uterinos, lugar adecuado y más cercano al ampulla (oviducto), siendo este boroscopia una alternativa económica para el uso en pequeños y medianos productores de ovinos (Evans, G; Maxwell, 1990; Salomón, 1990b), Sin embargo el protocolo largo todavía genera mejores resultados debido a que en el protocolo corto debió de complementar la aplicación de Prostaglandina F_{2α} para eliminar el cuerpo lúteo (CL) funcional que podría afectar la efectividad del protocolo debido a la época reproductiva (Manrique *et al.*, 2021).

La tabla 6 muestra una comparación en conjunto de las variables que han podido influir sobre la tasa de fertilidad en borregas y borreguillas, esta regresión logística permite analizar los factores principales identificados entre ellos tenemos: la condición corporal (score), edad (años), equipo (laparoscopia y boroscopia), peso (kg), tratamiento de

sincronización (corto o largo) teniendo como variable dicotómica respuesta la fertilidad o no fertilidad.

Tabla 6. Análisis de regresión logística sobre variables relacionadas con fertilidad o no fertilidad en borregas Criolla inseminadas.

	B	Error estándar	X²	p
Intercepto	1.7251	4.00075	0.431	0.666
Condición Corporal (score)	1.77176	1.28398	1.38	0.168
Edad (años)	-0.8335	0.97158	-0.858	0.391
Equipo (Laparoscopia/boroscopia)	-0.27069	0.8574	-0.316	0.752
Peso (Kg)	-0.13482	0.09575	-1.408	0.159
Tratamiento de sincronización (Largo/corto)	-0.85472	0.93692	-0.912	0.362

La interpretación de la tabla 05 es el análisis de los valores “p” donde observamos que ninguno de ellos es significativo (todos son mayores a 0.05) por tanto podríamos indicar que estas variables seleccionadas no intervienen directamente sobre el éxito de fertilidad o no fertilidad en borregas y borreguillas inseminadas vía intrauterina con boroscopia y laparoscopia, la regresión logística no permite predecir al igual que una regresión lineal simple debido a que básicamente muestra las probabilidades y los *odd ratio* siempre y cuando el factor es significativo, sin embargo las dos características que tiene menor probabilidad son condición corporal ($p=0.168$) y peso (0.159) ambas relacionadas con el adecuado manejo nutricional de hembras antes de ser sometidas a técnicas reproductivas; debido al hallazgo de las neuronas Kiss I y Kiss II las cuales está demostrado que se encargan de la producción de Kisspeptina esta última encarga de la mayor o menor producción de GnRH hormona liberadora de gonadotropinas que controlan la actividad de FSH y LH hormona que generan el crecimiento, maduración de los folículos y ovulación (Salomón, 1990b), En otro estudio reportan que algunos factores importantes que afectan la mayor preñez con la inseminación intrauterina es la motivación del personal, mejora de manejo de animales, manejo de pastos, nivel de nutrición y mantenimientos de registros (Hill *et al.*, 1998); todos ellos probablemente controlados

poniendo mayor atención al nivel nutricional que se puede observar en la Tabla 6 en forma de condición corporal (CC) y peso vivo.

4.4. Relación de beneficio/costo para laparoscopia y boroscopia.

Relación beneficio/costo obtenido en borregas criolla sincronizadas e inseminadas con semen congelado utilizando el equipo de laparoscopia y boroscopia.

Tabla 7. Análisis relación beneficio/costo.

Tratamiento	Costo	Beneficio	Relación C/B
Laparoscopia	8148.19	977.78	0.12
Boroscopia	693.11	444.44	1.0

En la segunda columna de la tabla de 7, se observa costo total del uso de cada técnica reproductiva (técnica, costo de hormonas, costo de pajillas, etc), mientras que en la tercera columna está el beneficio obtenido (todos ellos representado en nuevos soles) que deriva de la supuesta venta de borreguillas de 5 meses cada una de ellas con un precio aproximado de S/.400.00 nuevos soles; seguidamente según el análisis de la relación beneficio/costo observamos una relación eficiente para el uso del boroscopia, mientras para laparoscopia muestra una relación de (C/B=1:0.12), y para boroscopia (C/B=1:1.0), en donde se obtuvo un mérito económico negativo con el uso de laparoscopia y con una relación de (C/B=1:0.12), se tiene un valor <1 por lo que se interpreta que el criador de ovinos realiza un gasto de S/. 1.00 en la actividad de inseminación artificial por laparoscopia y pierde S/. 0.12 soles, esto con partos simples, mientras para que para el boroscopia se obtuvo una relación positiva de 1, esto nos indica que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente después de haber sido evaluado a una tasa determinada, y quiere decir que el proyecto es viable (Rebollar y Jaramillo, 2012), esta diferencia se debería debido a que el boroscopia es un equipo económico, eficiente y versátil (Gutierrez y Condori, 2017b), ya que reduce los costos para su aplicación (Martínez *et al.*, 2019), mientras que Mamani (Mamani, 2017) reporta mérito económico positivo en una relación C/B (1:1:55), lo que indica que al gastar S/. 1.00 sol en el empleo de la técnica de inseminación artificial con semen fresco, obtuvo S/. 0.55 soles de ganancia por nacimientos de corderos dobles y el manejo eficiente de la actividad, así mismo Choque (2022) reporta en borregas merino inseminadas con semen fresco C/B (1:0.74) para el protocolo MAP + eCG y (1:1.0649) para el protocolo de MAP + PGF2 α esta diferencia



se debería debido a que el protocolo MAP más eCG tuvo una mayor inversión de dinero, mientras el protocolo MAP más prostaglandina tuvo un menor costo, Cutipa (2020), reporta un mérito económico positivo con una rentabilidad actual por ovino de 18%, y con una relación C/B (1:1.22), en borregas criolla inseminadas con semen fresco y refrigerado esta diferencia se debería al tipo de semen y a los partos dobles.

Al resultado obtenido del presente trabajo de investigación, respalda Rebollar y Jaramillo (2012), quienes indican que la inversión en un proyecto productivo es aceptable si el valor de la relación beneficio/costo es mayor o igual que 1; cuando obtenemos un valor igual a 1 esto nos indica que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente después de haber sido evaluado a una tasa determinada, y quiere decir que el proyecto es viable, si es menor a 1 indica que no genera ingresos la actividad pecuaria; ya que los gastos realizados en utilizar la técnica reproductiva no pudieron ser recuperado en el periodo establecido. En cambio, si el costo beneficio es mayor a 1.0 significa que además de recuperar lo invertido y haber cubierto la tasa de rendimiento se obtuvo una ganancia extra, un excedente en dinero después de cierto tiempo.



CONCLUSIONES

- El uso del boroscopio y laparoscopio generan tasas de fertilidad similares, en tal sentido podría utilizar ambos equipos para la inseminación intrauterina.
- El uso del boroscopio y laparoscopio generan tasas natalidad similares, en tal sentido podría utilizar ambos equipos para la inseminación intrauterina.
- Según el análisis de la relación beneficio/costo el boroscopio en sustitución del laparoscopio es viable porque es un equipo económico, eficiente, versátil y reduce los costos para su aplicación.



RECOMENDACIONES

- El uso del boroscopio en sustitución del laparoscopio tiene como ventaja la facilidad de manejo; además, que es de menor costo y accesible para los productores.
- Adiestrarse e instruirse en el manejo del equipo boroscopio y laparoscopio para la Inseminación artificial intrauterina en campo podría servir como herramienta de mejoramiento genético en producción de ovinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdoli, R., Zamani, P., Mirhoseini, S., Ghavi, N., y Nadri, S. (2016). A review on prolificacy genes in sheep. *Reproduction in domestic animals*, 51(5), 631-637. <https://doi.org/10.1111/rda.12733>
- Adoma, P., Monzani, P., Guerra, S., Miranda, M., y Oashi, O. (2012). *Ovogênese e foliculogênese em mamíferos*. UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde P.
- Aguilar, Z. (2010). *Sincronización de celo e inseminación artificial en ovinos*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ciencia Animal.
- Aisen, E. (2004). *Reproducción ovina y caprina . Preparación de las hembras. Detección y control del estro y la ovulación*. (Inter-Medica (ed.)).
- Alamilla, R. (2013). *Respuesta de LH, FSH y GH a una aplicación de kisspeptina en becerras pre púberes de diferentes edades y su asociación con las concentraciones circulantes de Leptina, IGF-1 y estradiol*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alencastre, R. (1997). *Producción de ovinos*. (A. P. E.I.R.L (ed.); Primera ed).
- Alencastre, R. (2010). Resultados de inseminación artificial de ovinos con semen congelado por laparoscopia. *Revista de investigación de bovinos y ovinos (IIBO)*, 8.
- Aliaga, J. (2006). *Producción de ovinos* (J. Gutember. (ed.); Primera Ed). Universidad Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia.
- Anel, L., Kaabi, B., Abroug, M., Alvarez, E., Anel, J., Boixo, L., y Paz, P. (2005). Factors influencing the success of vaginal and Laparoscopic artificial insemination in Churra Ewes. *Theriogenology*, 63, 1235-1247.
- Arendt, J. (1995). Melatonin and the mammalian Pineal Gland. *Physiology. Repro.*, 3, 13-22.
- Arroyo, J., Gallegos, J., Godoy, A., y Méndez, J. (2006). Sistemas neuronales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual en oveja. En *Copyright Interciencia Association*.
- Arroyo, J., Magaña, H., y Camacho, M. . (2009). Regulación neuroendocrina del anestro posparto en la oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 301-312. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93912996001.pdf>
- Arroyo, J., Sevilla, H., Camacho, A., Magaña, S. H., Camacho, E. M. A., Magaña, H., Camacho, M., y Escobar, A. (2009). Regulación neuroendocrina del anestro posparto en la oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(January), 301-

312. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93912996001.pdf>
- Atahui, M. (2010). *Inseminación artificial por vía intrauterina con semen congelado y su efecto sobre la fertilidad y mortalidad embrionaria en borregas Corriedale y Criolla*. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Ataman, M., Akoz, M., y Akman, O. (2006). Induction of synchronized oestrus in akkaraman cross-bred ewes during breeding and anestrus seasons: The use of short-term and long-term progesterone treatments. *Revue de Medecine Veterinaire*, 157(5), 257-260. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.429>
- Ávila, O., Arboleda, S., y Ferrer, A. (2011). *Fertilidad de Ovejas sincronizadas con esponjas vaginales colocadas antes o después del destete e inseminadas intrauterinamente*. 127-130.
- Aybazov, A., Malmakov, N., Selionova, M., y Mamontova, T. (2019). Fertility of ewe following intrauterine laparoscopic insemination with frozen-thawed semen. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 341(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012163>
- 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*. (Vol. 8). Uruguay.
- Barrell, G. K., Thrun, L., Brown, M., Viguié, C., y Karsch, F. (2000). Importance of photoperiodic signal quality to entrainment of the circannual reproductive rhythm of the ewe. *Biology of Reproduction*., 63, 769-774.
- Barrell, G., Moenter, M., Caraty, A., y Karsch, F. (1992). Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biology of Reproduction*, 46(6), 1130-1135. <https://doi.org/10.1095/biolreprod46.6.1130>
- Bellenda, O. (2006). *El ultrasonido o ecografía aplicada a la reproducción animal*. 2006.
- Bettencourt, E., Bettencourt, C., Chagas, J., Silva, P., Ferreira, P., Manito, C., Matos, R., Romao, J., y Rocha, A. (2008). Effect of season and gonadotrophin preparation on superovulatory response and embryo quality in Portuguese Black Merinos. *Small Rumin. Res.*, 74, 134-139.
- Bogusz, A., Hardy, L., Leshman, M., Connors, J., Hileman, S., Sliwowska, H., Billings, H., Mcmanus, C., Valent, M., ... Goodman, R. (2008). Evidence that gamma aminobutyric acid is part of the neural circuit mediating estradiol negative feedback

- in anestrus ewes. *Endocrinology*, 2762-2772.
- Bukovsky, A., Caudle, M., Svetlikova, M., Wimalasema, J., Ayala, M., y Dominguez, R. (2005). Oogenesis in adult mammals, including humans. *review Endocrine*, 26(3), 301-316.
- Canaza, A. (2017). *Evaluación de la fertilidad y natalidad en borregas de la raza Assaf sincronizadas e inseminadas a inicios de época reproductiva*. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Carbajal, D. (2008). *Tiempo y tasa de celo en ovejas de pelo utilizando diferentes dosis de PGF α al final del tratamiento con esponjas intravaginales*. Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Casali, R., Pinczak, A., Cuadro, F., Guillen, M., Mezzalira, A., y Menchaca, A. (2017). Semen deposition by cervical, transcervical and intrauterine route for fixed-time artificial insemination (FTAI) in the ewe. *Theriogenology*, 103, 30-35. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.021>
- Choque, 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*. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Cotacallapa, F. (1999). *Micro planificación de empresas agropecuarias*. (2da edicio).
- Cueto, M., Garcia, J., Gibbons, A., Wolff, M., y Arrigo, J. (1992). Obtención procesamiento de semen ovino. En *Comunicación técnica de producción animal del INTA*. (p. 200).
- Cutipa, L. (2020). *Natalidad, Peso Al Nacimiento Y Merito Económico En Borregas Inducidas Con Progesterona A Nivel De Pequeños Criadores De Ovinos De La Región Sur De Puno*. Universidad Nacional del Altiplano- tesis maestria ciencia animal.
- Daza, A. (1997). *Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino*. (Mundi Prensa Libros (ed.)).
- Dogan, I., Nur, Z., Gunay, U., Soyly, M., y Sonmez, C. (2004). Comparison of fluorogestone and medroxyprogesterone intravaginal sponges for oestrus synchronization in Saanen does during the transition period. *South African Journal of Animal Sciences*, 34(1), 18-22. <https://doi.org/10.4314/sajas.v34i1.3805>

- Domínguez, A., Navarrete, L., Cruz, A., Aguiar, A., Erosa, S., Bolio, R., Gonzáles, E., Paredes, L., y Ramón, J. (2007). Fertilidad en ovejas de pelo inseminadas con semen congelado rediluido con plasma seminal. *Maracaibo*, XVII, 73-76.
- Duránd, F. (2008). Anatomía y fisiología de la reproducción. En G. L. Editores. (Ed.), *Manual de explotación y reproducción en caprinos*. (pp. 215-223).
- Dursun S. (2019). Effect of different short term synchronization protocols on estrus and fertility in non-pregnant ewes during the breeding season. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 70(2), 461-1466.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12681/jhvms.20813>
- Echeverría, R., Calderon, R., Vera, H., Perera, G., Arreguin, J., Nett, T., Gutiérrez, C., y Villa, A. (2014). Hormona luteinizante y actividad ovárica en respuesta a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras pre-púberes. *revista Mexico- Ciencias pecuarias.*, 5(2), 181-200.
- Espinoza, S., Gamarra, P., Ticona, C., Ccari, M., Espinoza, G., Perez, U., y 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 Peru*, 31(3), 1-6.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16820>
- Estrada, M., Clay, C., Pompolo, S., Smith, J., y Clarke, I. (2006). Elevated Kiss-1 expression in the arcuate nucleus prior to the cyclic preovulatory gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone surge in the ewe suggests a stimulatory role for kisspeptin in oestrogen-positive feedback. *Neuroendocrinology.*, 18, 806-809.
<https://doi.org/10.19744/j.cnki.11-1235/f.2006.09.027>
- Evans, G; Maxwell, W. (1990). *Inseminación artificial de ovejas y cabras* (E. A. S.A: (ed.)). Editorial Acribia S.A.
- Evans, G., y Maxwell, W. (1990). *Inseminación artificial de ovejas y cabras*. (Editorial- , pp. 128-132).
- Gallego, J. (2015). *Manejo productivo del rebaño* (1 congreso internacional del borrego. 2 simposio nacional de la Cabra (ed.); p. 2015).
- Gibbons, A; Cueto, M. (2009). Inseminación artificial con semen congelado en ovinos. *Inseminación artificial con semen congelado en ovinos.*, 23(45), 5-24.
<http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inseminacion.pdf> .
- Gibbons, A., y Cueto, M. (2001). Efecto de la dosis de PMSG en la inseminación artificial

- intrauterina sistemática o con detección de celos. *Journal of Biological Chemistry*, 18(5), 440-442.
- Gibbons, A., y Cueto, V. (2012). Investigación, desarrollo e implementación de la inseminación artificial y la transferencia de embriones en las especies ovina y caprina. *Spermova*, 2(August), 1-5.
- Godfrey, R., Gray, M., y Collins, J. (1998). The Effect of Ram Exposure on Uterine Involution and Luteal Function during the Postpartum Period of Hair Sheep Ewes in the Tropics. *Journal of Animal Science*, 76(12), 3090-3094. <https://doi.org/10.2527/1998.76123090x>
- Gonzalez, M. (1980). *Largo del estro y del ciclo estral en borregas Corriedale del Altiplano*. Tesis F.M.V.Z. UNA – PUNO.
- Goodman, R. (1994). Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. *Physiol Reprod.*, 2, 659-724.
- Gordon, I. (1997). Fixed-Time Sheep artificial insemination. In: Controlled Reproduction in Sheep and Goats. P 116-145. *Cabi Publishing.*, 116-145.
- Gore, D., Mburu, J., Okeno, T., y Muasya, T. (2020). Short-term oestrous synchronisation protocol following single fixed-time artificial insemination and natural mating as alternative to long-term protocol in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 192(May), 106207. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106207>
- Grazul, A., Kirsch, J., Bilski, J., Kraft, K., Windorski, J., Luther, J., Vonnahme, K., Reynolds and, L., y Redmer, D. (2007). Superovulation in sheep: number and weight of the corpora lutea and serum progesterone. *Sheep & Goat Res*, 22, 26-31.
- Gutiérrez, C., Rangel, A., y Lassala, C. (2010). *Pubertad, ciclo estral y estacionalidad. Reproducción de los animales domésticos*. (Editores:). 3ra Edición.
- Gutierrez, E., y Condori, W. (2017a). Uso de endoscopio inalambrico industrial en la inseminación artificial intrauterina de ovejas. *Spermova*, 7(1), 37-41. <https://doi.org/10.18548/asp/0005.07>
- Hafez, E., Yhafezb, E., y Hafez, E. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales* (Ed. McGraw-Hill Intramericana (ed.); 7ª ed, p. 2002).
- Hameed, N., Jayasena, W., y Dhilo, S. (2011). Kisspeptin and fertility. *Kisspeptin and fertility.*, 208, 97-105.
- Hill, J., Thompson, J., y Perkins, N. (1998). Factors affecting pregnancy rates following laparoscopic insemination of 28,447 merino ewes under commercial conditions.

- Theriogenology*, 49(4), 697-709. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(98\)00019-3](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(98)00019-3)
- Hozbor, F., Manes, J., Rios, G., y Sanchez, E. (2010). Inseminación Artificial de Ovinos. *Revista veterinaria argentina*, 33, 9-11.
- Jainudeen, M., Wahid, H., y Hafez, E. (2002). Ovejas y cabras. En R. e inseminación artificial en Animales. (Ed.), 177-187 (7° ed. Mac).
- Karsch, F., Bittman, L., Foster, L., Goodman, L., Legan, J., y Robinson, E. (1993). Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research.*, 40, 185-231.
- Lehman, M., Coolen, L., Goodman, R., Vigiúí, C., Billings, H., y Karsch, F. (2002). Seasonal plasticity in the brain: the use of large animal models for neuroanatomical research. *Reproduction (Cambridge, England) Supplement*, 59, 149-165.
- Leyva, Y., Aguilera, R., Meyer, J., Avilez, J., y Neumann, J. (2011). Eficiencia del uso de la inseminación artificial vía intracervical con semen fresco en ovejas de productores mapuche de la comuna de perquenco, región de la araucanía- Chile. *spermova*, 1(1), 125-126. <https://doi.org/10.1080/01402390.2011.569130>
- Lindsay, R. (1991). Reproduction in the Sheep and Goat. Anim. En *Reprod. Sci.* (Vol. 4).
- Liu, X., Dai, Q., y Rawlings, N. (2007). Ultrasonographic Image Attributes Of Non-Ovulatory Follicles and Follicles With Different Luteal Outcomes In Gonadotropin-Releasing Hormone (GnRH)-Treated Anestrous Ewes. *Theriogenology.*, 67(235), 957-969.
- Malpoux, B., Thiéry, J., y Chemineau, P. (1999). Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reproduction Nutrition Development*, 39, 355-366.
- Malpoux, B., Tricoire, F., Mailliet, A., Daveau, A., Migaud, M., Skinner, D., Pelletier, J., y Chemineau, P. (2002). Melatonin and seasonal reproduction: Understanding the neuroendocrine mechanisms using the Sheep Model. *Reproduction Supplement.*, 59, 169-179.
- Mamani, J. (2017). *Efecto de la hormona MAP y eCG, en los índices reproductivos y económicos en borregas criollas del distrito de Asillo - Azángaro*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Manazza, E. (2007). Diagnóstico de preñes en Ovino. *Grupo Sanidad Animal E.E.A. INTA. Balcarcelona. Argentina.*, 2007.
- Mango, R. (2015). *Efecto de diferentes niveles de Ecg sobre la fertilidad de borregas corriedale, inseminadas en época no reproductiva*. Universidad Nacional del

Altiplano Puno.

- Manrique, Y., Pérez, U., Málaga, J., Ayma, W., Cardenas, O., y Pérez, M. (2021). Evaluación del protocolo corto y largo de sincronización de celo en borregas inseminadas con semen congelado. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(2), 73-81. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080200073>
- Martin, G., Rodger, J., y Blache, D. (2004). Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *duction, Fertility and Development*, 16, 491-501.
- Martínez, J., Cruz, D., Muñoz, A., Juárez, F., y Rodríguez, M. (2019). *Comparación de laparoscopia y boroscopia en la inseminación intrauterina de ovejas*. 27 (76), 89-92.
- Martínez, J., Sánchez, M., Bucio, L., Rojo, R., Mendoza, G., Cordero, J., y Mejía, O. (2006). Efecto de eCG e inseminación laparoscópica sobre el comportamiento reproductivo en ovejas F1 (Damara x Merino). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, 16(1), 72-77.
- Maxwell, W., Logue, D. N., Commission, L., Willoughby, T., y Yorkshire, N. (1980). Fertility of ewes following AI with semen frozen in relets or straws. *Theriogenology*, 14, 83-89.
- Mellisho, E., Pinazo, R., Chauca, L., Cabrera, P., y Rivas, V. (2006a). Inseminación intrauterina vía laparoscópica de ovejas Black Belly con semen congelado. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 17(2), 131-136.
- Mellisho, E., y Terrel, W. (2007). *Tasa de no retorno después de inseminación intrauterina vía laparoscópica con semen congelado de carneros australianos*. 2-5.
- Mellisho, Pinazo, R., Chauca, L., Cabrera, P., y Rivas, V. (2006b). Inseminación intrauterina vía laparoscópica de ovejas black belly con semen congelado. *Rev Inv Vet Perú*, 17(2), 131-136.
- MIDAGRI. (2022). *Plan Nacional de Desarrollo Ganadero 2017-2027*.
- Moeini, M. M., Moghaddam, A. A., Bahirale, A., y Hajarian, H. (2007). Effects of breed and progestin source on estrus synchronization and rates of fertility and fecundity in Iranian Sanjabi and Lori Ewes. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(21), 3801-3807. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.3801.3807>
- Molina, M. (2010). *Influencia de la nutrición en programas de sincronización de estros, súper ovulación y transferencia de embriones en Oveja*.
- Naqvi, S., Karim, S., y Shaikh, K. (2012). Effect of feed flushing during summer season

- on growth, reproductive performance and blood metabolites in Malpura ewes under semiarid tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1), 143-148. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0185-2>
- Nieto, A., Hernández, R., Hernández, R., Rodríguez, O., Campero, C., Noriega, T., Vargas, M., Hernández, R., Hernández, L., y Rodríguez, O. (2019). Inseminación Artificial Por Laparoscopia En Ovinos Bajo Condiciones De Campo En El Valle Del Mezquital, Hidalgo. *Agro Productividad*, 12(2), 21-26. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i2.1359>
- Nuncio, O., y Escobedo, A. (2000). *Diagnóstico de los sistemas de producción Ovina. Tabasco. III Diversificación productiva de las unidades de producción Ovina*. 307.
- Oakley, A., Clifton, D., y Steiner, R. (2009). Kisspeptin signaling in the brain. *Endocrine Reviews*, 2009.
- Ortega, C. (2006). *Comparación de dos métodos de sincronización del estro en ovinos de pelo*. 2006.
- Pérez, G. M., Quispe, T., Aguirre, E., Quispe, M., y Pérez, U. (2010). *Porcentajes de gestación y parición en ovejas usando inseminación laparoscópica con semen congelado. Revista de investigación de bovinos y ovinos (IIBO) FMVZ - UNA PUNO*. 2010.
- Pérez, M. G., Quispe, T. L., Aguirre, E., Quispe, M. L., y Pérez, U. H. (2010). Porcentajes de gestación y parición en ovejas usando inseminación laparoscópica con semen congelado. *Revista de investigación de bovinos y ovinos (IIBO). FMVZ-UNA PUNO.*, 8, 2010.
- Pevsner, D., Rodríguez, R., y Lyunch, G. (2006). *Sincronización de celo en Ovejas mediante esponjas intravaginales impregnadas de MAP*.
- Pierson, J., Wang, N., Neveu, L., Sneek, F., Côté, C., y Baldassarre, H. (2005). Effects of repetition, interval between treatments and season on the results from laparoscopic ovum Pick-Up in Goats. 16, 795-799. *Reprod Fert And Development.*, 16, 975-979.
- Pieterse, M. (1999). *Taller de ultrasonografía reproductiva en Bovinos, Ovinos y Caprinos*. 2, 1-18.
- Pilco, V. (2017). *Tasa de fertilidad y natalidad en ovinos criollos inseminados a tiempo fijo con semen fresco*. Tesis- UNA- PUNO (Universidad Nacional del Altiplano).
- Prieto, G., y Velázquez, P. (2002). Fisiología de la reproducción: Hormona liberadora de gonadotrofinas. En *Forest Ecology and Management* (Vol. 45, Número 6).

- Universidad Nacional Autonoma de Mexico - Departamento de fisiologia.
- Quesada, C., y Pérez, U. (2004). *Sincronización del estro en ovejas mediante esponjas con progesterona y estradiol y fluorogestona, más dosis de eCG*. XXVIII (XXVIII Congreso Nacional de Buiatria (ed.); p. 286).
- Rajamahendran, R., Raniowski, J., y Ravindran, V. (1993). Efect of PMSG and ram contact on the reproductive performance of Progestagen-Treated Ewes during breeding and anestrous seasons. *Small Rumin.*, 10, 341-347.
- Rebollar, y Jaramillo, J. (2012). *Formulación y Evaluación de Proyectos: Aspectos básicos* (E. A. Española. (ed.); Primera ed).
- Redmond, S., Mcacedo, G., Velez, C., Caraty, A., Willians, L., y Amstalden, M. (2011). *Kisspeptin activates the hypothalamic–adenohypophyseal–gonadal axis in prepubertal ewe lambs*. 541-548.
- Restrepo, W. (2020). *Evaluación de Parámetros Productivos y Reproductivos Obtenidos Mediante la Utilización del Protocolo de Sincronización “CIDR OVIS” e Inseminación por Laparoscopia*. Universidad Nacional Abierta y a distancia.
- Rodriguez, M., Diaz, L., Franco, F., Villarreal, E., Méndez, M., y Huerta, C. (2007). *Suplementación pre-empadre y su efecto en la presentación y tiempo de respuesta del estro de ovejas Pelibuey*. 2007.
- Rodriguez, M., Diaz, L., Guerra, F., Villarreal, E., Mendez, M., Huerta, C., Gallegos, S., Martinez, A., Graeme, M., y Rodriguez, J. (2007). *Suplementación pre-empadre y su efecto en la presentación y tiempo de respuesta del estro de ovejas Pelibuey*. Colegio de post graduados.
- Rodríguez, O. (2004). *Evaluación de dos metodologías de inseminación artificial utilizando semen congelado con un tratamiento para la sincronización de celo en ovinos de la raza criolla colombiana* (Número 8). Universidad Nacional de Colombia, facultad de zootecnia.
- Rosa, H., y Bryant, M. (2003). Seasonality of reproduction in sheep. *Small Ruminant Research.*, 48, 155-171. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00038-5)
- Rubianes, E. (2000). *Odas de desarrollo folicular y respuesta ovárica en la oveja*. Tesis Doctoral. Universidad de la Republica. Uruguay.
- Salamon, S., y Lightfoot, R. (1970). Fertility of ram spermatozoa frozen by the pellet method. 3. The effects of insemination technique, oxytocin and relaxin on lambing. *Journal of Reproduction and Fertility*, 22(3), 409-423.

- Salamon, S., y Maxwell, W. (2000). Storage of ram semen. *Animal Reproduction Science*, 62, 77-111. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00155-x](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00155-x)
- Salomón, S. (1990a). *Inseminación artificial de Ovejas y Cabras*. (Ed. Acribia (ed.); p. 171).
- Salomón, S. (1990b). *Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras*. Editorial Acribia. Zaragoza, España, 42-48.
- Sasa, A. (2002). Concentraciones plasmáticas de progesterona en Ovejas de lana y Ovejas de pelo en periodo de Abril a Septiembre. *Revista Brasileira De Zootecnia.*, 2002.
- Sathe, S. (2018). Laparoscopic artificial insemination technique in small ruminants-A procedure review. *Frontiers in Veterinary Science*, 5(OCT), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00266>
- Seekallu, S., Toosi, R., Duggavathi, D., Barrett, K., Davies, C., Waldner, N., y Rawlings, C. (2010). Ovarian antral follicular dynamics in sheep revisited: Comparison among estrous cycles with three or four follicular waves. *Theriogenol*, 73, 670-680.
- SENAMHI. (2020). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrográfica. Estación Experimental. Puno, Ayaviri, Perú*. 2013.
- Sepúlveda, N. (2012). Inseminación artificial en ovinos. *XVI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. VI Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito.*, 2012.
- Simoës, J., Potes, J., Azevedo, J., Almeida, C., Fontes, P., Baril, G., y Mascarenhas, R. (2005). Morphometry of ovarian structures by transrectal ultrasonography in serrana Goats. *Anim. Reprod.*, 85, 263.
- Simonetti, L. (2008). *Simplificación de los métodos de superovulación en ovejas de la raza Corriedale*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Snyder, J., Clapper, J., Roberts, A., Sansón, D., Hamernik, D., y Moss, G. (1999). Insuline-Like growth factor-I, insulin-like growth factor-binding proteins, and Gonadotropins in the Hypothalamic-Pituitary axis and serum of Nutrient-Restricted Ewes. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 11(5), 13-24. <https://doi.org/10.1108/09596119910272739>
- Sorensen, A. (1982). *Reproducción animal principios y prácticas* (M. G. Hill. (ed.); Primera ed). 1ra Edición.
- Stockebrand, C. (2003). *Desarrollo de una técnica asistida por laparoscopia para recolección de embriones de Ovejas*. Memoria de Titulación, Escuela de Medicina



Veterinaria, Universidad Austral de Chile.

- Tamayo, M. (2000). *La ecografía como medio de diagnóstico y evaluación de los procesos reproductivos, en el bovino.*
- Uribe, Eunice, O., Lenz, S., Vélez, M., y Correa, O. (2010). *Desarrollo folicular en Ovejas durante el ciclo estral natural e inducido con Prostaglandina.* Universidad de Caldas Departamento de Salud Animal Manizales.
- Uribe, V., Oba, L, F., y Souza, E. (2008). Efeitos da progesterona exógena sobre o desenvolvimento folicular em ovelhas. *Analysis, Geometric*, 60(1), 58-60.
- Viñoles, C. (2001). Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*, 55(4), 993-1004.
- Viñoles, C., Forsberg, M., Banchero, G., y Rubianes, E. (2001). Follicular Development and Pregnancy Rate in Cyclic Ewes. *Theriogenology*, 55(4), 993-1004.
- Vivanco, W., y Palma, G. (2000). *Transferencia de embriones en la especie Ovina y Caprina. En Biotecnología de la reproducción. Editado Por: Palma Ga. 2001.*
- Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and Goats. 77:1-14. *Proceedings of the American Society of Animal Science. Anim. Sci.*, 77, 1-14.
- Zaien, L., Tainturier, J., Chein, L., y Soltani, M. (1996). Vaginal sponges and different PMSG, doses to improve beading performance of black thibas Ewes. 145: 350 – 310. *Rev. Med. Vet.*, 145, 310-350.

ANEXOS

Panel fotográfico



5. Centro Experimental Chuqibambilla.



6. Cabaña Buena Vista.



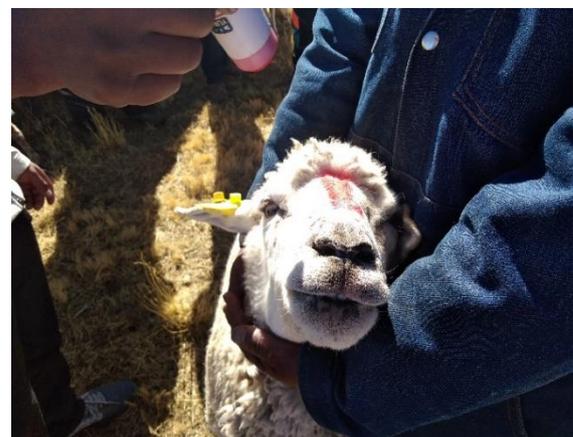
7. Población de borregas Criollo CE Chuqibambilla.



8. Aplicación de antiparasitario externo.



9. Aplicación de antiparasitario interno.



10. Identificación mediante aretes.



11. Aplicación de esponjas intravaginales.



12. Preparación de esponjas Intravaginales.



13. Retiro de esponjas intravaginales.



14. Aplicación de la hormona eCG



15. Traslado de las borregas al CE Chuqibambilla.



16. Preparación de la camilla reclinable.



17. Borregas que presentaron celo fueron separadas y colocadas en ayuno.



18. Pesado de los animales y obtención de la condición corporal.



19. Materiales para la inseminación artificial.



20. Accesorio utilizado en la inseminación con el uso del boroscopio.



21. Trocares, y cánulas de 8.5 mm.



22. Instalación del campo operatorio, y las pinzas de Backhaus.



23. Punción o trocarización de la cavidad abdominal.



24. Incisión a lado izquierdo para el ingreso del trocar y su cánula.



25. Uso del áspic acondicionado a una aguja hipodérmica.



26. Ubicación de la curvatura del cuerno uterino.



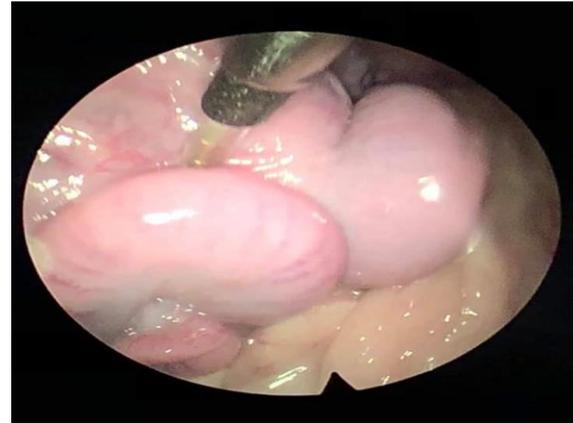
27. Incisión de los trocares y áspic acondicionado al boroscopio.



28. Ingreso del boroscopio y el áspic para la inseminación artificial.



29. Inspección visual de los cuernos uterinos mediante la imagen proyectada por el boroscopio.



30. Inseminación artificial con el uso del boroscopio.



31. Sutura con seda negra con punto simple en U.



32. Diagnóstico de gestación a través de la ecografía transrectal.



33. Presencia de la vesícula embrionaria patrón ecográfico anecogénico.



34. Crías logradas mediante el uso de boroscopio.

Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con laparoscopia con tratamiento de sincronización corto

Nº	RAZA	Nº DE ARET E	EDA D	C.C	PESO	V A C I A	PREÑ ADA	EQUIPO DE SINCRONIZACION	TRATAMIENT O DE SINCRONIZACION
1	Criolla	LC-01	6 años	2.5	38	x		Laparoscopia	Corto
2	Criolla	LC-02	2 años	3	42		x	Laparoscopia	Corto
3	Criolla	LC-03	4 años	2	36	x		Laparoscopia	Corto
4	Criolla	LC-04	6 años	3	44		x	Laparoscopia	Corto
5	Criolla	LC-05	6 años	2.5	51	x		Laparoscopia	Corto
6	Criolla	LC-06	2 años	3	41		x	Laparoscopia	Corto
7	Criolla	LC-07	4 años	2.5	40	x		Laparoscopia	Corto
8	Criolla	LC-08	6 años	3	45	x		Laparoscopia	Corto
9	Criolla	LC-09	4 años	3	50		x	Laparoscopia	Corto
10	Criolla	LC-010	6 años	2.5	46	x		Laparoscopia	Corto
11	Criolla	LC-011	6 años	3	46		x	Laparoscopia	Corto
12	Criolla	LC-012	4 años	2.5	50	x		Laparoscopia	Corto
13	Criolla	LC-013	4 años	3	45		x	Laparoscopia	Corto
14	Criolla	LC-014	4 años	2.5	40	x		Laparoscopia	Corto
15	Criolla	LC-015	4 años	2.5	40	x		Laparoscopia	Corto
16	Criolla	LC-016	4 años	2.5	50	x		Laparoscopia	Corto
17	Criolla	LC-017	6 años	2.5	44	x		Laparoscopia	Corto
18	Criolla	LC-018	2 años	3	35		x	Laparoscopia	Corto
19	Criolla	LC-019	4 años	3	41		x	Laparoscopia	Corto
20	Criolla	LC-020	4 años	2.5	37	x		Laparoscopia	Corto
TOTAL		TOTAL				1	8		
		L				2			

Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con laparoscopia con tratamiento de sincronización largo

Nº	RAZA	Nº DE ARETE	EDAD	C.C	PE SO	V A C I A	PRE ÑAD A	EQUIPO DE SINCRONIZACION	TRATAMIENTO DE SINCRONIZACION
1	Criolla	LL- 01	4 años	3	38.5		x	Laparoscopia	Largo
2	Criolla	LL- 02	2 años	3	49		x	Laparoscopia	Largo
3	Criolla	LL- 03	6 años	3	45		x	Laparoscopia	Largo
4	Criolla	LL- 04	4 años	2.5	40.5	x		Laparoscopia	Largo
5	Criolla	LL- 05	2 años	3	45.5		x	Laparoscopia	Largo
6	Criolla	LL- 06	2 años	3	40.5		x	Laparoscopia	Largo
7	Criolla	LL- 07	4 años	2	35.5	x		Laparoscopia	Largo
8	Criolla	LL- 08	6 años	3.5	50.5		x	Laparoscopia	Largo
9	Criolla	LL- 09	4 años	3	40.5		x	Laparoscopia	Largo
10	Criolla	LL- 10	4 años	2.5	37.5	x		Laparoscopia	Largo
11	Criolla	LL- 11	4 años	3	38	x		Laparoscopia	Largo
12	Criolla	LL- 12	6 años	3	41		x	Laparoscopia	Largo
13	Criolla	LL- 13	6 años	3	51		x	Laparoscopia	Largo
14	Criolla	LL- 14	4 años	2.5	36		x	Laparoscopia	Largo
15	Criolla	LL- 15	6 años	3	41		x	Laparoscopia	Largo
16	Criolla	LL- 16	4 años	3	45		x	Laparoscopia	Largo
17	Criolla	LL- 17	4 años	2	49	x		Laparoscopia	Largo
18	Criolla	LL- 18	2 años	3.5	45		x	Laparoscopia	Largo
19	Criolla	LL- 19	6 años	3	49		x	Laparoscopia	Largo
20	Criolla	LL- 20	4 años	2.5	39	x		Laparoscopia	Largo
TOTAL						6	14		

Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con Boroscopio con tratamiento de sincronización corto

N°	RAZA	N° DE ARETE	EDAD	C.C	PESO	VACIADA	PREÑADA	EQUIPO DE SINCRONIZACION	TRATAMIENTO DE SINCRONIZACION
1	Criolla	BC- 01	4 años	2.5	40	x		Boroscopio	Corto
2	Criolla	BC- 02	2 años	3.5	36		x	Boroscopio	Corto
3	Criolla	BC- 03	6 años	2.5	38	x		Boroscopio	Corto
4	Criolla	BC- 04	4 años	2.5	32	x		Boroscopio	Corto
5	Criolla	BC- 05	2 años	2	28		x	Boroscopio	Corto
6	Criolla	BC- 06	2 años	2	35.5	x		Boroscopio	Corto
7	Criolla	BC- 07	4 años	3.5	40		x	Boroscopio	Corto
8	Criolla	BC- 08	6 años	3	38		x	Boroscopio	Corto
TOTAL						4	4		

Determinación de tasa de fertilidad en borregas Criolla inseminadas con Boroscopio con tratamiento de sincronización Largo

Nº	RAZA	Nº DE ARET E	EDAD	C.C.	PESO	VACI A	PREÑAD A	EQUIPO DE SINCRONIZACION	TRATAMIENTO DE SINCRONIZACION
1	Criolla	BL-01	6 años	3	53	x		Boroscopio	Largo
2	Criolla	BL-02	4 años	3	42.5		x	Boroscopio	Largo
3	Criolla	BL-03	4 años	2.5	40	x		Boroscopio	Largo
4	Criolla	BL-04	6 años	3	45.5	x		Boroscopio	Largo
5	Criolla	BL-05	4 años	2.5	54	x		Boroscopio	Largo
6	Criolla	BL-06	4 años	2.5	41	x		Boroscopio	Largo
7	Criolla	BL-07	6 años	3.5	46		x	Boroscopio	Largo
8	Criolla	BL-08	4 años	2.5	37	x		Boroscopio	Largo
9	Criolla	BL-09	4 años	3	42		x	Boroscopio	Largo
10	Criolla	BL-10	6 años	3	53		x	Boroscopio	Largo
11	Criolla	BL-11	4 años	3	42.5	x		Boroscopio	Largo
12	Criolla	BL-12	6 años	2.5	40	x		Boroscopio	Largo
13	Criolla	BL-13	6 años	3	45.5	x		Boroscopio	Largo
14	Criolla	BL-14	4 años	2.5	54	x		Boroscopio	Largo
15	Criolla	BL-15	6 años	2.5	41	x		Boroscopio	Largo
16	Criolla	BL-16	6 años	3.5	46		x	Boroscopio	Largo
17	Criolla	BL-17	4 años	2.5	37	x		Boroscopio	Largo
18	Criolla	BL-18	2 años	3	42		x	Boroscopio	Largo
TOTAL						12	6		

Prueba de chi cuadrado tasa de preñez

Pearson's Chi-squared test

data: Table

X-squared = 0.8628, df = 1, p-value = 0.353

> .Test\$expected # Expected Counts

	preñez	no preñez
Laparoscopia	9.69697	10.30303
Boroscopio	6.30303	6.69697

Prueba de chi cuadrado tasa de natalidad

Pearson's Chi-squared test

data: .Table

X-squared = 0.25917, df = 1, p-value = 0.6107

> .Test\$expected # Expected Counts

	columns	
rows	Paridas	no paridas
Laparoscopia	7.5625	3.4375
Boroscopio	3.4375	1.5625

Prueba de chi cuadrado tasa de preñez en relación al tratamiento/laparoscopia

Pearson's Chi-squared test

data: .Table

X-squared = 1.8182, df = 1, p-value = 0.1775

> .Test\$expected # Expected Counts

	columns	
rows	preñez	no preñez
corto	5.5	4.5
largo	5.5	4.5

Prueba de chi cuadrado tasa de preñez en relación al tratamiento/boroscopio

Pearson's Chi-squared test

data: .Table

X-squared = 0.325, df = 1, p-value = 0.5686

rows	preñez	no preñez
corto	1.538462	2.461538
largo	3.461538	5.538462

Prueba de chi cuadrado tasa de natalidad en relación al tratamiento/laparoscopia

Pearson's Chi-squared test

data: .Table

X-squared = 0.016369, df = 1, p-value = 0.8982

> .Test\$expected # Expected Counts

columns

rows	parida	no paridas
corto	2.909091	1.090909
largo	5.090909	1.909091

Prueba de chi cuadrado tasa de natalidad en relación al tratamiento/boroscopio

Pearson's Chi-squared test

data: .Table

X-squared = 0.13889, df = 1, p-value = 0.7094

> .Test\$expected # Expected Counts

columns

rows	parida	no paridas
corto	1.2	0.8
largo	1.8	1.2

Modelo lineal generalizado de variables dependientes a la preñez

```
glm(formula = DIAGNÓSTICO ~ C.C. + EDAD + EQUIP + PESO +  
TRATAMIENTO,
```

```
family = binomial(logit), data = Dataset)
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.72510	4.00075	0.431	0.666
C.C.	1.77176	1.28398	1.380	0.168
EDAD [T.Borreguilla]	-0.83350	0.97158	-0.858	0.391
EQUIP [T.LAPAROSCOPIO]	-0.27069	0.85740	-0.316	0.752
PESO	-0.13482	0.09575	-1.408	0.159
TRATAMIENTO [T.LARGO]	-0.85472	0.93692	-0.912	0.362

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 42.943 on 30 degrees of freedom

Residual deviance: 36.788 on 25 degrees of freedom

AIC: 48.788

Number of Fisher Scoring iterations: 4

> exp(coef(GLM.8)) # Exponentiated coefficients ("odds ratios")

C.C.	EDAD [T.Borreguilla]	EQUIP [T.LAPAROSCOPIO]	PESO
5.6131082	5.8811933	0.4345256	0.7628523
0.4254015			0.8738768

Costos de producción para laparoscopia

N°	Descripción	UM	cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Laparoscopia	unidad	1	8000	8000
TOTAL					8000

Ingresos para inseminación por laparoscopia

N°	Descripción del costo del equipo	UM	cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Venta de carnerillo	unidad	11	400	4400
2	Venta de borreguilla	unidad	11	400	4400
TOTAL					8800

Egresos para inseminación artificial por laparoscopia

N°	Descripción del producto u servicio	UM	cantidad	Costo unitario	Costo parcial
1	Novormon	frasco	20	18	360
2	esponjas vaginales progespon	unidad	20	10	200
3	Nitrógeno líquido kg	unidad	2	14	28
4	Semen	dosis	20	10	200
5	Aretes de plástico para ovino	unidad	20	1	20
6	Pintura esmalte sintético	unidad	1	3.5	3.5
7	Lidocaína por 100 ml	unidad	20	0.75	15
8	Antiparasitario por 1 Lt.	dosis	20	0.5	10
9	Jeringas de 1 ml con embolo de plástico x 100	unidad	20	0.2	4
10	Jeringas de 5 ml con embolo de plástico x 100	unidad	20	0.5	10
11	Yodo (7%) lt	Frasco	0.01	20	0.2
12	Algodón paq./1 kg	unidades	20	0.1	2
13	Guantes quirúrgicos x 100 unid.	pares	20	0.5	10
14	Bolsas de polietileno	unidad	20	0.1	2
15	compresa desechable por 10	unidad	20	1	20
16	Papel toalla	unidad	20	0.1	2
17	alcohol medicinal por 1000 ml	unidad	20	0.2	4
18	marcador para ganado	unidad	1	5	5
19	Hoja de bisturí	unidad	20	0.1	2
20	violeta genciana por 500 ml	unidad	20	1	20
21	Costo de depreciación de instalaciones	unidad	0.8	20	16
22	Costo de mano de servicio de inseminacion	servicio	20	20	400
TOTAL					1334

Flujo de caja para laparoscopia

Campana de IA	Inversión	Ingresos	Egresos
0	8000		
1		8800	1333.7

Anexo 1. Cálculo de beneficio/costo para laparoscopia

Tasa de Descuento	8
Suma ingresos	S/ 977.78
Suma egresos	S/ 148.19
Costo - inversion	S/ 8,148.19
B/C de la IA por Laparoscopia	S/0.12

Costo de producción para Boroscopia

N°	Descripción	UM	cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Boroscopia	Unidad	1	480	480
2	Trocar Versaport V2 con cánula de 10 Mm	Unidad	2	80	160
TOTAL					640

Ingresos para inseminación por boroscopia

N°	Descripción	UM	cantidad	Costo unitario	Costo total
1	venta de carnerillos	unidad	5	400	2000
	Venta de borreguillas	unidad	5	400	2000
TOTAL					4000

Egresos en la inseminación con boroscopio

N°	Descripción del producto u servicio	UM	cantidad	Costo unitario	Costo parcial
1	Novormon	dosis	10	18	180
2	esponjas vaginales progespon	unidad	10	10	100
3	Nitrógeno líquido kg	unidad	2	14	28
4	Semen	dosis	10	10	100
5	Aretes de plástico para ovino	unidad	10	1	10
6	Pintura esmalte sintético	unidad	1	3.5	3.5
7	Lidocaína por 100 ml	unidad	10	0.75	7.5
8	Antiparasitario por 1 Lt.	dosis	10	0.5	5
9	Jeringas de 1 ml con embolo de plástico x 100	unidad	10	0.2	2
10	Jeringas de 5 ml con embolo de plástico x 100	caja	10	0.5	5
11	Yodo (7%) lt	dosis	10	0.1	1
12	Algodón paq./1 kg	unidad	10	0.1	1
13	Guantes quirúrgicos x 100 unid.	pares	10	0.5	5
14	Bolsas de polietileno	unidad	10	0.1	1
15	compresa desechable por 10	Unidad	10	1	10
16	Papel toalla	Unidad	10	0.1	1
17	alcohol medicinal por 1000 ml	unidad	0.001	20	0.02
18	marcador para ganado	unidad	2	6	12
19	Hoja de bisturí	unidad	20	0.1	2
20	violeta genciana por 500 ml	unidad	20	0.2	4
21	Costo de depreciacion de instalaciones	unidad	0.8	10	8
22	Costo de mano de servicio de inseminación	servicio	20	20	400
TOTAL					886

Flujo de caja para boroscopio

Flujo de caja de IA con BOROSCOPIO			
Campaña de IA	Inversión	Ingresos	Egresos
0	640		
1		4000	886.02



Cálculo de beneficio/costo para boroscopio

Tasa de Descuento	8
Suma ingresos	S/ 444.44
Suma egresos	S/ 98.45
Costo - inversion	S/ 738.45
B/C de la IA por Boroscopio	1