



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EVALUACIÓN DE PROTOCOLOS DE SUPEROVULACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE EMBRIONES A TIEMPO FIJO EN  
BORREGAS CORRIEDALE DEL C.E. ILLPA – UNA PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. EDDY ALVARO MARCA CHOQUECAHUA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2021**



## DEDICATORIA

*A mi querida familia, el tesoro más grande que pude haber recibido. A mis padres, Esteban y Acela, por todo el amor que me brindaron y el sacrificio que tuvieron que hacer para que yo salga adelante y pueda culminar mi carrera profesional.*

*A mis hermanos Dante, Yessy, Sandra, Carla, Pilar, Omar y a mis dos tesoros que tengo que fueron los pilares para seguir adelante, Lucero y Luciana, a mis suegros, Gerónimo y Benigna, a mis cuñadas, Vicki, Amparo, Lisbeth, Cristian, Valeria, por su comprensión y motivación que me demostraron que como familia no hay nada imposible.*

*A Víctor, Yeanfranco, Nando, porque siempre estuvieron apoyándome para que no desista y pueda salir adelante.*

*A mis docentes, por su amistad, los momentos y conocimientos compartidos, A mis amigos, por su amistad, ayuda y paciencia conmigo, y por todo el tiempo que disfrutamos juntos.*

**Eddy Alvaro.**



## AGRADECIMIENTOS

Con mucha gratitud a todos los que, de una manera u otra, me ayudaron a la culminación de esta investigación, y me dieron con su constancia la fuerza necesaria para llegar hasta el final.

A Dios, por ser el motor e impulsor de mi vida, por su amor y protección, por su compañía y guía de cada día de mi existencia.

Al Ing. M. Sc. Luis Amílcar Bueno Macedo, director de la presente tesis a quien doy mi más sincero agradecimiento y por sus valiosos consejos, orientación, asesoramiento incondicional en el presente trabajo de investigación,

Mi gratitud al Ing. Dante Hermes Marca Choquecahua, como hermano por sus consejos, orientación y apoyo en este proyecto de investigación.

A la Universidad Nacional del Altiplano, por haberme dado la oportunidad de formarme en sus aulas. A la Facultad de Ciencias Agrarias; Escuela profesional de Ingeniería Agronómica, a sus autoridades docentes y personal administrativo, por haber compartido su enseñanza, orientación académica y moral durante el largo camino de mi formación profesional.

Deseo agradecer también al Centro Experimental Illpa, por haberme brindado las facilidades para la ejecución de mi trabajo de investigación.

A los jurados dictaminadores a quien doy mi más sincero agradecimiento: Al D. Sc. Javier Mamani Paredes, D. Sc. Ali William Canaza Cayo e Ing° M. Sc. Jesús Sánchez Mendoza, por posibilitar la ejecución de la tesis contribuyendo al desarrollo de la misma.

A mis compañeros de estudios, por el tiempo vivido, los buenos y malos momentos compartidos, y su experiencia que fortaleció grandemente mi formación profesional.

**Eddy Alvaro.**



## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 12**

**ABSTRACT..... 13**

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL ..... 16**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 16**

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. GENERALIDADES DEL OVINO ..... 17**

**2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL OVINO..... 18**

**2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OVINO..... 18**

2.3.1. Cualidades ..... 18

2.3.2. Conformación..... 19

**2.4. RAZA CORRIEDALE ..... 20**

**2.5. REPRODUCCIÓN ANIMAL..... 21**

2.5.1. Ciclo reproductivo..... 21

2.5.2. Estacionalidad de la actividad sexual y ovárica..... 22



<b>2.6. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN EN BORREGAS .....</b>	<b>23</b>
2.6.1. Ciclo estral .....	23
2.6.2. Fase folicular .....	23
2.6.3. Fase lútea.....	24
<b>2.7. FASES DEL CICLO ESTRAL.....</b>	<b>25</b>
2.7.1. Proestro .....	25
2.7.2. Estro .....	26
2.7.3. Metaestro.....	27
2.7.4. Diestro .....	27
<b>2.8. COLECTA DE EMBRIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>2.9. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES .....</b>	<b>28</b>
2.9.1. Objetivos de la transferencia de embriones .....	29
2.9.2. Principios y consideraciones generales sobre la transferencia de embriones ..	30
<b>2.10. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....</b>	<b>31</b>
<b>2.11. GESTACIÓN .....</b>	<b>32</b>
2.11.1. Diagnóstico de gestación.....	33
2.11.2. Diagnóstico de gestación por ecografía .....	33
<b>2.12. ANTECEDENTES.....</b>	<b>34</b>



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3. MATERIALES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>38</b>
3.3.1. Insumos utilizados en la investigación.....	39
3.3.2. Equipos utilizados en la investigación .....	40
<b>3.4. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>40</b>
3.4.1. Selección de borregas donadoras .....	41
3.4.2. Selección de borregas receptoras .....	41
3.4.3. Superovulación de las donadoras .....	42
3.4.4. Inseminación artificial de las borregas donadoras .....	44
3.4.5. Sincronización estral a receptoras de embriones .....	44
3.4.6. Colección de embriones .....	45
3.4.7. Donantes después de la colección .....	45
3.4.8. Aislamiento y búsqueda de los embriones del medio de colección .....	45
3.4.9. Valoración y clasificación de los embriones.....	46
3.4.10. Envasado del embrión en la pajueta.....	48
3.4.11. Transferencia de embriones .....	49
3.4.12. Diagnóstico de preñez de borregas receptoras .....	50
3.4.13. Diseño de la escala de efectividad del programa de T.E.....	50
<b>3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>51</b>
<b>3.6. VARIABLES DE RESPUESTA .....</b>	<b>51</b>



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. CUANTIFICACIÓN DE FOLÍCULOS Y CUERPOS LÚTEOS .....</b>	<b>52</b>
4.1.1. Número folículos y cuerpos lúteos.....	52
<b>4.2. CANTIDAD Y CALIDAD DE EMBRIONES COLECTADOS .....</b>	<b>54</b>
4.2.1. El total de embriones colectados.....	54
4.2.2. El total embriones viables - transferibles .....	56
4.2.3. Calidad de embriones colectados .....	58
<b>4.3. PORCENTAJE DE PREÑEZ EN BORREGAS RECEPTORAS .....</b>	<b>61</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

**Área** : Producción Animal

**Tema** : Biotecnología reproductiva

**Fecha de sustentación:**30 de noviembre de 2021



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Embriones de calidad 1 (a), calidad 2 (b), calidad 3 (c) y calidad 4 (d) clasificación por IETS (1990).....	48
<b>Figura 2.</b> Número de folículos por cada protocolo.....	53
<b>Figura 3.</b> Número total de embriones colectados de cada protocolo.....	56
<b>Figura 4.</b> Número de embriones viables - transferibles.....	58
<b>Figura 5.</b> Número de embriones de las calidades 1, 2, 3 y embriones degenerados.....	61
<b>Figura 6.</b> Selección de borregas donadoras .....	73
<b>Figura 7.</b> Selección de borregas receptoras .....	73
<b>Figura 8.</b> Materiales a usar para la superovulación .....	73
<b>Figura 9.</b> Superovulación de las donadoras .....	74
<b>Figura 10.</b> Superovulación de las receptoras .....	74
<b>Figura 11.</b> Inseminación artificial de las borregas donadoras .....	74
<b>Figura 12.</b> Sincronización estral a receptoras de embriones.....	75
<b>Figura 13.</b> Selección de carneros de mañazo y carnero del centro experimental Illpa..	75
<b>Figura 14.</b> Colección de embriones .....	75
<b>Figura 15.</b> Donantes después de la colección .....	76
<b>Figura 16.</b> Aislamiento y búsqueda de los embriones del medio de colección.....	76
<b>Figura 17.</b> Valoración y clasificación de los embriones.....	77
<b>Figura 18.</b> Transferencia de embriones .....	77
<b>Figura 19.</b> Diagnóstico de preñez de borregas receptoras .....	78





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Lista de materiales utilizados en la investigación.....	38
<b>Tabla 2.</b> Lista de fármacos y medios utilizados en la investigación.....	39
<b>Tabla 3.</b> Lista de equipos a utilizados en la investigación.....	40
<b>Tabla 4.</b> Protocolo 1 superovulación de borregas.....	42
<b>Tabla 5.</b> Protocolo 2 superovulación de borregas.....	43
<b>Tabla 6.</b> Protocolo 3 superovulación de borregas.....	43
<b>Tabla 7.</b> Protocolo de sincronización de estro en borregas – receptoras de embrión. ...	44
<b>Tabla 8.</b> Clasificación general de los embriones colectados.....	47
<b>Tabla 9.</b> Niveles de efectividad en la transferencia de embriones bovinos. ....	50
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza para Diseño Completo al Azar. ....	51
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza para el número de folículos. ....	52
<b>Tabla 12.</b> Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para los protocolos de superovulación en el número de folículos.....	53
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza para el número total de embriones colectados.....	54
<b>Tabla 14.</b> Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) de protocolos de superovulación en el número total de embriones colectados.....	55
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza para el número de embriones viables. ....	57
<b>Tabla 16.</b> Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) de protocolos de superovulación en el número de embriones viables. ....	57
<b>Tabla 17.</b> Resumen del análisis de la varianza para las calidades del embrión según protocolos de superovulación.....	59
<b>Tabla 18.</b> Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) de protocolos de superovulación para cada calidad del embrión.....	60
<b>Tabla 19.</b> Porcentaje de preñez de borregas transferidas. ....	62



<b>Tabla 20.</b> Análisis de varianza para el número de embriones de calidad 1. ....	70
<b>Tabla 21.</b> Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para los protocolos de superovulación en el número de embriones de calidad 1.....	70
<b>Tabla 22.</b> Análisis de varianza para el número de embriones de calidad 2. ....	70
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza para el número de embriones de calidad 3. ....	71
<b>Tabla 24.</b> Análisis de varianza para el número de embriones degenerados.....	71
<b>Tabla 25.</b> Análisis de varianza para el número de ovocitos fecundados. ....	71
<b>Tabla 26.</b> Datos del número de folículos, cuerpos lúteos, ovocitos fecundados. ....	72
<b>Tabla 27.</b> Datos de la cantidad y calidad de embriones y embriones viables.....	72



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

IETA	: International Embryo Transfer Association
TE	: Transferencia de embriones
SC	: Sincronización del celo
IA	: Inseminación artificial
SO	: Superovulación
Fc	: F calculada
Ft	: F calculada
CV	: Coeficiente de variabilidad
CL	: Cuerpo lúteo
Ecg	: Gonadotropina coriónica equina
E <sub>2</sub>	: Estrógenos
FSH	: Hormona folículo estimulante
FGA	: Acetato de fluorogestona
GnRH	: Hormona liberadora de gonadotropina
GnIH	: Factor inhibidor de la secreción de gonadotropina
P <sub>4</sub>	: Progesterona
UI	: Unidad Internacional
MAP	: Acetato de Medroxiprogesterona.
PGF <sub>2</sub> $\alpha$	: Prostaglandina F <sub>2</sub> alfa.
POA	: Área preóptica
GABA	: Ácido gamaaminobutírico
POEs	: Péptidos opioides endógenos



## RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental Illpa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, los objetivos fueron: a) Determinar la respuesta superovulatoria cuantificando folículos y cuerpos lúteos a la aplicación de tres protocolos en borregas donadoras; b) Determinar la cantidad y calidad de embriones por cada protocolo aplicado y c) Determinar el porcentaje de preñez de receptoras de embriones transferidas a tiempo fijo en borregas Corriedale. Para el estudio se emplearon tres protocolos de superpoblación, protocolo 1 consistió en la aplicación de esponja intravaginal, 15000 UI de eCG y GnRH 8 ug y una colecta de embriones a los 18 días, protocolo 2 consistió en la aplicación de esponja intravaginal, 8 ml de FSH aplicados en forma descendente desde el noveno al doceavo día del protocolo que consistió en 19 días a la colecta y un tercer protocolo que consistió en esponja intravaginal, 10 ml FSH aplicados en forma descendente desde el noveno hasta el doceavo día del protocolo que duro 20 días a la colecta de embriones, la fertilización se realizó mediante inseminación con semen fresco, las cuales se aplicó en 3 borregas donadoras seleccionadas para cada protocolo, haciendo un total en 9 borregas donadoras, la transferencia embriones a tiempo fijo se realizó a 36 borregas receptoras previamente seleccionadas y sincronizadas. El trabajo de investigación se condujo bajo un diseño Completamente al Azar (DCA), con tres protocolos. Los resultados obtenidos fueron: el mayor número de cuerpos lúteos, se obtuvo con el protocolo 2 y 3, con 11 y 7.33 cuerpos lúteos y el protocolo 1 sin respuesta. En el total de embriones colectados, el protocolo 2, tuvo un número total de 10 embriones, de los cuales 7 son viables y transferibles, el protocolo 3 con 5 embriones, el protocolo 2 tuvo más embriones de la calidad 1 con 6 embriones, seguido por el protocolo 3 que se encontraron 4.3 embriones de la calidad 1. En cuanto al porcentaje de preñez fue de 66.67 % para el protocolo 3, y 58.33 % obtuvo el protocolo 2.

**Palabras claves:** Cuerpo Lúteo, embriones, Protocolo, Receptoras, Transferencia de embriones.



## ABSTRACT

The study was carried out at the Illpa Experimental Center of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of the Altiplano, Puno, the objectives were: a) Determine the superovulatory response by quantifying follicles and corpora lutea to the application of three protocols in donor ewes; b) Determine the quantity and quality of embryos for each protocol applied and. c) Determine the percentage of pregnancy of receivers of embryos transferred at fixed time in Corriedale. For the study, three overpopulation protocols were used, protocol 1 consisted of the application of an intravaginal sponge, 15000 IU of eCG and 8 ug GnRh and an embryo collection at 18 days, protocol 2 consisted of intravaginal sponge application, 8 ml of FSH applied in a descending manner from the ninth to the twelfth day of the protocol that consisted of 19 days to collection and a third protocol that consisted of intravaginal sponge, 10 ml FSH applied in descending order from the ninth to the twelfth day of the protocol that lasted 20 days to the collection of embryos, fertilization was carried out by insemination with fresh semen, which was applied to 3 donor ewes selected for each protocol, making a total of 9 donor ewes, the embryo transfer at fixed time was carried out to 36 previously selected and synchronized receivers. The research work was conducted under a Completely Random Design (DCA), with three protocols. The results obtained were: The highest number of corpora lutea was achieved with protocol 2 and 3, with 11 and 7.33 corpora lutea and protocol 1 with no response. In the total number of embryos collected, protocol 2 had a total number of 10 embryos, of which 7 are viable and transferable, protocol 3 with 5 embryos, protocol 2 had more embryos of quality 1 with 6 embryos, followed by protocol 3 that 4.3 embryos of quality 1 were found. Regarding the pregnancy percentage, it was 66.67 % for protocol 3, and 58.33 % obtained protocol 2.

**Keywords:** Corpus Luteum, embryos, Protocol, Receivers, Embryo transfer.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La producción de ovinos tiene mucha trascendencia en el aspecto económico y social en el Perú con certeza, se constituye como una especie de caja de ahorro del poblador rural andino en su economía familiar. Parte de la costumbre es ahorrar en especie animal, y el ovino tiene la preferencia por su inmediata venta. La crianza del ovino en el territorio se realiza en un 70 % para la venta informal y consumo en carne y sus productos como lana, pieles y abono primordialmente (Díaz, 2013).

En el sector pecuario del país deben tomarse decisiones impostergables de utilizar aquellas biotecnologías disponibles en animales de importancia económica, como son los ovinos productores de carne, leche y lana. Queda claro que la biotecnología, ofrece a los productores de ganado ovino, oportunidades de aplicar esta tecnología de embriones, en el mejoramiento genético del ganado ovino, así acortando el tiempo a tan solo 6 meses y demandara menor inversión, comparando con la inseminación artificial que demora 8 años, que esto demanda alto costo y el tiempo empleado. Y de manera que podrán incrementar el valor genético y la producción cárnica, lechera y lana que repercutirá en mayores ingresos en las familias dedicadas a la producción de ganado ovino.

La finalidad de la aplicación de esta técnica en los animales domésticos tiene fundamentos de orden genético, comercial, sanitario y de conservación de especies ya que nos permitirá aumentar el progreso genético en la producción, a través del incremento de la intensidad de selección de las madres destinadas a la producción de crías con alto valor genético, al disponer de un mayor número de crías por hembra. Por consiguiente, se puede incrementar la ganancia genética al poder realizar una mayor presión de selección. A su vez se puede evaluar información complementaria o de alguna característica de producción en particular nos permitirá conservar razas o especies a través



del material genético (embriones congelados) permite el reaseguro en bancos de genes que de otra manera desaparecerían con la especie. (International Embryo Transfer Society, 1990).

La presente investigación permitirá la incorporación de nuevas investigaciones en proceso de la obtención de embriones por sistemas OPU (Opun Pik Up) y FIV (fertilización in vitro), por el mismo hecho de que los productores demandaran mayor cantidad de este material genético, además, el presente trabajo de investigación, contribuye a conocer el comportamiento de sincronización bajo condiciones ambientales del C.E illpa, y los resultados obtenidos son nuevos conocimientos referenciales para posteriores investigaciones, para los productores, investigadores, y público interesado en mejorar su ganado. Será de manera positivo al desarrollar la tecnología permitirá acelerar el mejoramiento genético en corto plazo, este mejoramiento genético permite la obtención de nuevas especies puras las cuales incrementa el costo de pie y además incrementa la producción de carne, leche lana, haciendo que el valor del animal incremente en corto tiempo.

Una alternativa de solución del problema mencionado es realizar el presente trabajo de investigación, responde a la necesidad de los ganaderos de la región Puno, que con la finalidad de mejorar la calidad genética de su ganado ovino y consecuentemente la producción de lana y carne e incremento de la economía; se esperará que próximamente pueda aplicarse sin restricciones y lograr que la productividad ganadera aumente significativamente y sea sostenible.

En base a las consideraciones la presente investigación se ha planteado los siguientes objetivos:



## **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los protocolos de superovulación y transferencia de embriones a tiempo fijo en borregas Corriedale del Centro Experimental Illpa - UNA PUNO.

## **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la respuesta superovulatoria cuantificando folículos y cuerpos lúteos a la aplicación de tres protocolos en borregas donadoras Corriedale del Centro Experimental Illpa - UNA PUNO.
- Determinar la cantidad y calidad de embriones por cada protocolo aplicado a las borregas donadoras de embriones.
- Determinar el porcentaje de preñez de receptoras de embriones transferidas a tiempo fijo en borregas Corriedale del Centro Experimental Illpa - UNA PUNO.





## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. GENERALIDADES DEL OVINO

Los ovinos en el Perú, tienen su origen en la conquista, los españoles introdujeron los primeros ejemplares de lana y pelo, los primeros provenientes de Europa y los segundos del África occidental. La crianza ovina tiene importancia económica, social y ecológica, en la población rural, con mayor énfasis en la zona alto andina entre los 3000 a 4200 m.s.n.m., pues representa para el poblador rural andino un aporte de sustento económico, puesto que brinda una gama de productos como carne, lana, piel entre otros; siendo su producción relativamente barata, el manejo fácil y su adaptabilidad elevada (Dimas, 2000).

La población de ganado ovino en la Sierra de Perú es de 8 972,200 animales, que representa el 94.2 % del total. Considerando las razas, son los Criollos los que tienen mayor participación 80.5 %, seguidos por los Corriedale 11.3 %. La sierra cuenta con una mayor proporción de ovinos de la raza criollos 80.6 % (INEI,2012).

El ganado ovinos tienen una serie de ventajas importantes sobre los bovinos como la mayor capacidad reproductiva, con un intervalo entre partos de casi la mitad del bovino, mayor número de crías por parto; la mayor capacidad de conversión alimenticia, la posibilidad de tener triple propósito: Carne, leche y lana, mayor resistencia al estrés calórico, mayor resistencia a las alturas, menor precio por unidad animal disminuyendo los riesgos y aumentando la posibilidad de autoconsumo, mejor calidad en la carne, mejor calidad en la leche para derivados como el queso, mejor calidad en la piel, menores problemas para la salud humana por la composición nutricional de la carne. Siendo los ovinos mejorados, una de las especies de animales domésticos más productivos y rentables (Díaz, 2007).



## 2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL OVINO

Bueno (2012). De acuerdo a la clasificación taxonómica de los animales domésticos, a los ovinos se les puede ubicar de la siguiente forma:

<b>Reino</b>	:	<i>Animalia</i>
<b>Phylum</b>	:	<i>Cordata</i>
<b>Sub phylum</b>	:	<i>Vertebrata</i>
<b>Clase</b>	:	<u><i>Mammalia</i></u>
<b>Orden</b>	:	<i>Artiodáctilyla</i>
<b>Sub orden</b>	:	<i>Rumiantia</i>
<b>Familia</b>	:	<i>Bovidae</i>
<b>Sub familia</b>	:	<i>Caprinae</i>
<b>Género</b>	:	<i>Ovis</i>
<b>Especie</b>	:	<i>Ovis Aries</i> “ovino doméstico”

## 2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OVINO

### 2.3.1. Cualidades

Alencastre (1997), indica que, los ovinos como otros animales domésticos tienen sus características que los hacen diferente a otros, estas son:

- Temperamento:** Los ovinos se caracterizan por ser animales pasivos, tímidos e indefensos frente a otros.
- Fecundidad:** se ha demostrado que a pesar de sus partos uniparos, es una especie de fácil procreación, de tal manera que la mayor parte de hembras tienen descendientes anualmente.
- Longevidad:** el tiempo de vida es relativamente corto puesto que los ovinos envejecen a partir de los 6 años, y esto está en relación al desgaste dentario.



- d) Precocidad: esta característica se refiere al desarrollo rápido que alcanzan para ser adultos y procrearse, logrado a través de la selección y cruzamientos.
- e) Rusticidad: es una característica que los ovinos han alcanzado más que otras especies, ello es la capacidad de adaptarse a diferentes lugares aún adversos en clima, suelo, alimento, etc. Sobreviviendo y produciendo con las limitaciones que el ambiente ofrece.
- f) Sobriedad: es la capacidad que tienen las borregas para consumir alimentos pobres como plantas xerófilas y coriáceas que no pueden ser consumidas por otras especies.
- g) Adaptación: es una característica que se ha apreciado, puesto que se adaptan a nuevos lugares con facilidad, lo que ha permitido su gran difusión.
- h) Habito de pastoreo: es un animal de fácil pastoreo, puede vivir junto a otros animales sin problemas, hecho que facilita su crianza.
- i) Instinto gregario: es un instinto desarrollado de vivir en comunidad formando rebaños y manteniéndose juntos, hecho que favorece las labores de manejo.

### **2.3.2. Conformación**

Alencastre (1997), la conformación del cuerpo está dada por las diferentes partes que esta tiene, que son: cabeza, cuello, cuerpo y extremidades o miembros, y todo ello en base a un esqueleto tomando referencia de los huesos que sostienen las diferentes regiones.

- a) Cabeza: es de forma variada de acuerdo a las razas, pero se describe en forma general como una pirámide de seis caras cuyo vértice es la cara inferior, estas caras a su vez están formadas por diferentes regiones: superior, inferior, anterior, posterior y dos laterales.



- b) Cuello: esta parte, es variable en tamaño, siendo algo más largo en los animales productores de lana y leche que en los de carne y aquellas razas de doble propósito, por lo que esta parte tiene cuatro caras: superior, inferior y dos laterales.
- c) Cuerpo: es la parte que constituye de mayor importancia, este varía en forma y es difícil de apreciarlo claramente cuando los animales son productores de lana y están con lana crecida, por motivos de buscar animales de mayor producción se quiere que sus formas sean paralelas en sus diferentes líneas, por lo que se describe como un paralelepípedo que tiene seis caras: anterior, posterior, superior, inferior y dos laterales.
- d) Extremidades: presentan dos extremidades anteriores o torácicas y dos extremidades posteriores o pélvicas, también se denominan miembros.

#### **2.4. RAZA CORRIEDALE**

El Corriedale es una raza blanca de doble propósito, denominado también “fifty-fifty” porque el 50 % del valor de la producción depende de la lana y el otro 50 % de la carne. Entre los caracteres secundarios se distingue una cabeza ancha y fuerte, con fosas nasales gruesas, abiertas y con mucosa negra u oscura; la cara es algo tapada con el canal del ojo limpio, la lana no debe tapar los ojos porque causa ceguera; los machos no tienen cuernos, presentan pezuñas negras; la piel del cuerpo es rosada con pliegues muy superficiales. La raza tiene el cuerpo proporcionado, aunque alargado, costillas profundas y bien arqueadas, sin caída detrás de las paletas, el dorso, la cruz y el lomo nivelados, anchos con buen desarrollo muscular; pecho ancho y profundo; cuello fuerte, ancho y corto; las extremidades de buen hueso y cortas, cubiertas de lana hasta las pezuñas.

La raza Corriedale se adecúa a diversos climas por eso se ha extendido por todo el mundo; sin embargo, requiere de terrenos secos y firmes con buenas pasturas; son



poliéstricas estacionales, procreando buenos corderos y precoces, con un manejo adecuado el porcentaje de natalidad puede llegar a 110 ó 115 % (Aliaga, 2010).

## **2.5. REPRODUCCIÓN ANIMAL**

La biología de la reproducción animal es cada vez más importante como disciplina científico - práctica en la producción ovina, apoya el incremento pecuario para el suministro de proteínas de origen animal a la humanidad, ayuda también a estabilizar la economía del criador creando circunstancias favorables para su producción y el mejoramiento genético (Bearden y Fuquay, 1982).

La aplicación de las tecnologías en el control de la reproducción, sincronización del celo (SC), inseminación artificial (IA) e incluso técnicas adecuadas de superovulación (SO) y la transferencia de embriones (TE) ayudarían a resolver algunos problemas productivos, acelerarían la selección y potenciarían el desarrollo biotecnológico (Angulo y Mejía, 2003).

### **2.5.1. Ciclo reproductivo**

La mayor parte de las razas ovinas son poliéstricas estacionales como Hampshire, Southwn, Romney, Rambouillet, éstas se desarrollan en climas fríos donde la disponibilidad de alimentos y condiciones hicieron que las crías no sobrevivan a menos que nacieran en el momento más óptimo, lo que propició la aparición de la estación reproductiva otoñal y parte en la primavera. Las especies no estacionales tuvieron su origen en el Mediterráneo, donde las condiciones del clima no son tan severas y los recién nacidos pueden sobrevivir casi todo el año, pertenecen a este grupo: Merino, Karakul, persas de cabeza negra y hasta cierto grado el Dorset-horn (McDonald, 1981). El ciclo reproductivo anual de las ovejas es regulado por la amplitud del fotoperiodo (Arroyo, 2006).



Muchas ovejas ovularán dentro de los primeros seis días posteriores a dicha exposición y exhibirán un calor fértil aproximadamente 17 días después. Esta ovulación temprana está asociada con un surgimiento de hormona luteinizante (HL) en las ovejas expuestas. Otra alternativa es la sincronización del ciclo estral por medio de progestágenos implantados vaginal o subcutáneamente por 10 a 14 días, y seguidos de una inyección de 750 (U.I.) unidades internacionales de PMSG. Las ovejas no solamente serán inducidas a mostrar estro, sino también aquellas que no conciban en el primer estro, continuarán ciclando y podrán ser servidas posteriormente. La fertilidad de las ovejas con estro inducido es más alta durante la parte final del anestro que durante el comienzo o a mediados de la etapa reproductiva (Angulo y Mejía, 2003).

### **2.5.2. Estacionalidad de la actividad sexual y ovárica**

La especie ovina expresa dos fases anuales bien definidas (Barrell *et al.*, 2000). Una etapa caracterizada en la hembra por ausencia de ciclos estrales regulares, receptividad sexual y ovulación, conocida como anestro estacional; en el macho disminuye la espermatogénesis, la síntesis de testosterona y la libido; estos eventos ocurren durante los días largos. Por otro lado, durante los días cortos, la hembra muestra ciclos estrales regulares, conducta de estro y ovulación; en el macho, se incrementa la espermatogénesis, la síntesis de testosterona y el deseo sexual (Malpaux *et al.*, 1999).

Estas variaciones fisiológicas anuales proporcionaron los fundamentos para afirmar que esta especie muestra estacionalidad reproductiva. Se ha demostrado que el origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional. Razas de origen septentrional ( $>35^{\circ}$  Lat. N) expresan una marcada estacionalidad reproductiva



y los ovinos de origen mediterráneo o ecuatorial, expresan una reducida estacionalidad reproductiva e incluso ovulan sin interrupción a lo largo del año (Rubianes, 2000).

## **2.6. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN EN BORREGAS**

### **2.6.1. Ciclo estral**

El ciclo estral se inicia a partir del primer día del estro y los ciclos sexuales varían según la raza y el estado de nutrición; algunas razas solo tienen uno, dos o tres ciclos por año, la duración del ciclo estral en ovinos en promedio es de 17 días, variando desde 13 días hasta 21 días (McDonald, 1981).

La tasa de ovulación varía con la época del año, la edad y el estado nutricional, observándose un incremento a mediados de la estación reproductiva y entre los 4 y 6 años de edad. La sucesión de eventos que conducen a períodos regulares de receptividad sexual forma parte del ciclo estral. En la oveja el ciclo estral tiene una duración de 14-19 días, con un promedio de 17, se toma como referencia el día de receptividad sexual por ser el evento más notorio. En un ciclo estral producto de sincronización se pueden considerar básicamente dos fases: La fase folicular y la fase lútea (McDonald, 1981).

### **2.6.2. Fase folicular**

El crecimiento folicular se encuentra bajo el control de las gonadotropinas liberadas en la hipófisis, FSH y LH (Salomon, 1990). La FSH estimula el crecimiento temprano de los folículos y la LH es necesaria para completar las últimas fases de crecimiento (Gutierrez *et al.*, 2010). Además, estas permiten que el folículo secrete hormonas sexuales femeninas como estrógenos que liberan al torrente sanguíneo permitiendo la manifestación de celo. Dentro de la fase folicular se incluye a las fases del proestro y estro (Hafez y Hafez, 2002).



Durante esta fase, se lleva a cabo el crecimiento folicular, el cuál es controlado en parte por gonadotropinas hipofisiarias; la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). La FSH estimula el crecimiento temprano de los folículos y la LH completa las últimas fases de crecimiento (Angulo y Mejía, 2003).

Los folículos primordiales, primarios y secundarios aparecerán alrededor de 75 y 80 días en los ovarios fetales ovinos, respectivamente. Sugieren que el crecimiento de los folículos se basa en el orden en que son formados en consecuencia, los folículos primordiales se convierten en folículos primarios de acuerdo con el orden de formación, y esta transformación puede ocurrir al cabo de unos días, años o décadas, dependiendo de la especie (Seekallu *et al.*, 2010).

La progresión 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 rodea al ovocito. Los folículos se clasifican, en folículos pre-antrales; los folículos primordiales, primarios y 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, 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).

### **2.6.3. Fase lútea.**

Esta fase se da después de la ovulación, el espacio dejado por el ovocito es ocupado por células de la granulosa y de la teca que se diferencian en células lúteas grandes y chicas respectivamente. Ambos tipos celulares forman parte del tejido lúteo y son responsables de la producción de progesterona (Angulo y Mejía, 2003).

El cuerpo lúteo es considerado una continuación del desarrollo folicular y es clasificado como una glándula endocrina temporal. Hacia el día 3 o 4 posteriores al





celo se pueden tener concentraciones basales de 0.2 ng/ml de progesterona, alrededor del día 6 o 7 se alcanzan 2-4 ng/ml. (Angulo y Mejía, 2003).

En ovejas corriedale tiene una duración promedio de 27 horas, además establece que la duración del estro es mayor en ovejas adultas (Gonzales, 1980).

La fase lútea comprende el metaestro y el diestro. El estro dura de 24 a 36 horas, produciéndose la ovulación cerca del final del estro. Después de la ovulación del folículo de graaf se constituye un cuerpo hemorrágico por la influencia de la oleada de la LH, las células de la granulosa proliferan y se transforman en células luteínicas que llenan el antro del folículo. El cuerpo lúteo secreta la hormona progesterona alcanzando un máximo de concentración a los seis días y manteniéndose toda la gestación si se ha concebido y si no se ha concebido a los 11 -12 días el cuerpo lúteo disminuye de tamaño y comienza a descender los niveles de progesterona para que al final de esta fase aparezca una nueva onda de crecimiento folicular (Hafez y Hafez, 2002).

## **2.7. FASES DEL CICLO ESTRAL**

En condiciones naturales el ciclo estral en los animales domésticos puede dividirse en 4 etapas: Proestro, estro, metaestro y diestro (Mc Donald, 1981).

### **2.7.1. Proestro**

Comienza con el ciclo estral en el cual, el hipotálamo a través de las neuronas endocrinas, producen como consecuencia del estímulo del SNC (fotoperíodo) la hormona GnRH, que es transportada a través del sistema portal, al bulbo anterior de la hipófisis, una vez allí estimula la secreción de la hormona FSH, la que a su vez produce el desarrollo de los folículos ováricos (Hafez y Hafez, 2002).

Los folículos no se distinguen sino hasta 48 -36 horas antes de que acontezca; llegan a medir hasta 1,2 cm de diámetro tal crecimiento responde a cambios



morfológicos, funcionales y de vascularización del folículo debido a que las gonadotropinas estimulan la esteroidogénesis en las células de la granulosa y de la teca. Durante esta etapa ya son perceptibles en los genitales externos, alteraciones como: edematización e hiperemia de los labios vulvares, las hembras sienten inquietud y muestran comportamiento alterado, pero rechazan todavía el comportamiento del macho; por otro lado, el tamaño del útero aumenta, el endometrio está congestionado, edematoso y sus glándulas presentan abundante actividad secretora (Hafez, 2000).

Tiene una duración de 3 días, comienza con el cese funcional del cuerpo lúteo y termina con la iniciación del estro. Se caracteriza por el inicio de la atracción del macho a la hembra, pero no permite que la monte. Este periodo es de preparación para el apareamiento. Los niveles de estrógenos se elevan en ese momento y es la principal causa de los cambios (Craplet, 1961).

### **2.7.2. Estro**

En esta fase del estro es donde la hembra acepta la cópula con el macho. Tiene una duración de 18 horas a 72 horas su duración varía de una especie a otra. Este período es de naturaleza cíclica y recibe el nombre también de “celo” o “calor”, ya que el animal se encuentra muy excitado. El nivel de estrógenos es muy alto y en la mayoría de especies la ovulación ocurre en este período. Este período es más largo en las ovejas adultas (26.2 horas) que en las jóvenes (19.8 horas) (Craplet, 1961).

La fase del estro dura aproximadamente 24 horas, sin embargo, su duración está influenciada por la edad, estación del año y la presencia del macho, los folículos primarios del ovario cumplieron un desarrollo estimulado directamente por el eje hipotámico-hipofisiario; la GnRH se estimula mediante retroalimentación de diferentes hormonas reproductivas como los estrógenos, las activinas y las inhibinas principalmente (Hafez, 2000).



La FSH induce la activación de receptores para LH en los folículos, además mantiene la secreción de estrógenos en el ovario necesarios para estimular la secreción de LH desde los gonadotropos de la adenohipófisis; la alta concentración plasmática de hormona luteinizante provoca la ovulación, usualmente 14 a 26 horas después (Edmonson *et al.*, 2012).

### **2.7.3. Metaestro**

En metaestro da comienzo después de la ovulación y que dura dos días en la oveja, durante este tiempo se organiza e inicia la función del cuerpo amarillo. En la fase post- ovulatoria caracterizada por el desarrollo del cuerpo lúteo, y el comienzo de la secreción de la progesterona. Los ovarios y el útero se disponen como si la gestación hubiese empezado (MC Donald, 1981).

Esta fase dura de 3 a 5 días, generalmente la ovulación ocurre espontáneamente hacia el final del estro o principios del metaestro, es decir 24-27 horas después del inicio de celo (Lozano, 2014).

Después de la ovulación, las células tecales y de la granulosa del ovario mediante acción de la LH y la Prolactina, sufren cambios morfológicos y bioquímicos transformándose en células luteínicas (Simonetti, 2008), formando así el cuerpo lúteo hasta el final del metaestro. (Edmonson *et al.*, 2012).

### **2.7.4. Diestro**

Diestro tiene una duración aproximada de 14 días (Lozano, 2014). El cuerpo lúteo (CL) alcanza completa funcionalidad siete días después del celo, cuando las células lúteas de la granulosa y de la teca han madurado completamente. Hacia el día 15, en ausencia de concepción en el útero, la actividad funcional del cuerpo lúteo finaliza bruscamente (Ortega, 2006).



Existe uno o varios cuerpos lúteos totalmente desarrollados a partir de los folículos que han ovulado. Si se ha producido fecundación el cuerpo lúteo continúa a lo largo de los 145 días de gestación; de lo contrario el cuerpo lúteo permanece útil solo 11 a 12 días y luego regresa (Hafez, 2000).

## **2.8. COLECTA DE EMBRIONES**

La metodología empleada para la obtención de embriones consiste en inyectar un medio líquido para producir una corriente de arrastre (lavado o flushing) a través de los cuernos uterinos. Se utiliza un medio comercial en base a PBS (Solución Buffer Fosfato), al que se le debe adicionar un 10 % de suero adulto bovino, ovino o caprino inactivado. Para la obtención de suero, se sangra un animal en forma aséptica con material esterilizado. El suero se centrifuga a 2000 g durante 15 minutos. Se toma el sobrenadante y se realiza una segunda centrifugación. Se filtra por membrana de 0.22  $\mu$  m. La inactivación de la proteína complemento se realiza en baño de agua a 56 °C durante 30 minutos. El suero filtrado inactivado se puede conservar durante un año a -20 °C. (Gibbons y Cueto, 2013).

## **2.9. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**

La transferencia de embriones (TE) es un método de reproducción asistida basado en la producción de múltiples embriones, por una hembra donante (madre genética superior) y transferidos antes de la edad de implantación, en varias hembras receptoras (madres portadoras gestantes) (Gibbons y Cueto, 2013).

La TE ha sido empleada durante los últimos 20 años en Australia y Nueva Zelanda, con el objetivo de incorporar material genético de cabras de Angora, reduciendo los riesgos sanitarios. En Francia se empleó en el programa de mejoramiento genético de razas ovinas lecheras (Lacaune: producción de queso Roquefort). A nivel internacional, la comercialización de embriones congelados de ovinos y caprinos ha permitido una



amplia difusión mundial de germoplasma, con un muy bajo riesgo sanitario y posibilitando mejorar rápidamente el nivel genético de las diversas razas. También ha sido posible establecer nuevos sistemas alternativos de producción en carne, leche, lana, pelo en ovinos y caprinos (Gibbons y Cueto, 2013).

### **2.9.1. Objetivos de la transferencia de embriones**

- Introducir y difundir rápidamente nuevas razas o genotipos de alto valor productivo. Las características deseables son rápidamente introducidas en la majada o hato en una sola generación. Un ejemplo se presenta con la característica genética del “gen prolífico Booroola” que en la raza Merino ha dado a sus portadores un valor adicional que podría ser rápidamente multiplicado por la TE.
- Reducir riesgos en la transmisión de enfermedades, debido a que en los primeros estadios de su desarrollo, los embriones presentan una protección natural contra los agentes infecciosos. Esta ventaja comparativa ha favorecido el comercio internacional de embriones congelados.
- Difundir material genético de alto valor comercial con facilidad de adaptación ambiental de las crías a diferentes sistemas de producción y manejo.
- Aumentar el progreso genético en la producción, a través del incremento en la intensidad de selección de las madres destinadas a la producción de machos superiores, al disponer de un mayor número de crías por hembra seleccionada.
- Acortar el intervalo generacional. La posibilidad de obtener descendencia de las madres a temprana edad permite una reducción del intervalo generacional, con mayor beneficio cuando se emplea semen de animales jóvenes.



- Apoyar las técnicas reproductivas en las que interviene la micromanipulación de embriones (determinación del sexo, fecundación “in vitro”, clonación, transgénesis, etc.).
- Conservar razas o especies. La conservación de material genético (embriones congelados) en bancos de germoplasma permite la conservación de genes que de otra manera desaparecerían con la especie (Gibbons y Cueto, 2013).

### **2.9.2. Principios y consideraciones generales sobre la transferencia de embriones**

- La elección de las hembras donantes se realizará teniendo en cuenta su valor genético y en base a los criterios apropiados de mejoramiento de las aptitudes productivas para cada raza.
- Las condiciones generales de un buen estado reproductivo, sanitario y nutricional son imprescindibles, tanto para las hembras donantes como para las receptoras de embriones. Se debe realizar el control clínico de los animales, los análisis serológicos de enfermedades infecto contagiosas y los controles parasitarios correspondientes.
- Es recomendable que las donantes y receptoras hayan tenido al menos una cría, y se debe considerar un mínimo de 2 meses post parto antes de comenzar los tratamientos hormonales.
- Acortar estos tiempos puede significar una baja en la eficiencia productiva de embriones y en su posterior viabilidad.
- La necesidad de utilizar hembras jóvenes como donantes puede llevar a una baja eficiencia reproductiva. En el supuesto caso de tratar una hembra nulípara, el peso mínimo deberá ser del 75 % del peso adulto de la raza y haber presentado estros anteriormente.



- Se recomienda no usar ovejas como madres receptoras. Lo indicado son las hembras adultas, que puedan llevar a cabo la gestación sin comprometer su crecimiento y contribuir al desarrollo de la cría por medio de una buena lactancia.
- Los programas de TE requieren un manejo intensivo de las donantes y receptoras. En el caso de recurrir a instalaciones extrañas, es preferible que los animales tengan un período de adaptación previo, de uno a dos meses, antes de comenzar los tratamientos hormonales. La identificación con caravanas con números visibles a la distancia, permite realizar los manejos necesarios sin cometer equivocaciones y sin provocar stress, que puede perjudicar los resultados.
- A su vez, se deben considerar los aspectos sanitarios, nutricionales y reproductivos de los machos, así como su calidad seminal, ya sea que se utilicen en servicio natural o mediante la inseminación artificial con semen fresco, refrigerado o congelado (Gibbons y Cueto, 2013).

## **2.10. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

Se entiende por inseminación artificial a la técnica de reproducción que consiste en introducir el material fecundante masculino por medios artificiales, en las vías genitales femeninas. Los medios mecánicos sustituyen a los órganos, sin necesidad de poner en presencia y en contacto a los progenitores. En el ovino, el uso de esta técnica es de aplicación reciente, debido a que tanto la dificultad que presenta el cuello uterino de la oveja para ser traspuesto por la vaina de inseminación (vía vaginal), así como la reducción de la viabilidad espermática producida por el proceso de congelamiento y descongelamiento, impedirían 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, 2013).

La inseminación artificial, es considerada la técnica reproductiva de mayor relevancia en el mejoramiento genético de los animales. A pesar de ser una técnica que tiene un destacado desarrollo en la ganadería bovina, su aplicación en la ganadería ovina aún existe algunas dificultades científicas, económicas y socioculturales que están frenando su difusión. La ventaja fundamental de la IA es la posibilidad de incrementar notoriamente la cantidad de hembras que pueden ser cubiertas con un solo reproductor. La inseminación artificial se puede efectuar mediante tres métodos: inseminación vaginal, intracervical e intrauterina. La vía vaginal e intracervical se realiza cuando se utiliza semen fresco y la inseminación intrauterina cuando se utiliza semen congelado (Sepúlveda, 2012).

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

## **2.11. GESTACIÓN**

La gestación comienza con la fecundación del ovulo y él envió de una señal al cuerpo lúteo para que mantenga su estructura y siga produciéndose progesterona. El útero responde manteniendo su vascularización y sus estructuras glandulares, las cuales sintetizan una secreción denominada leche uterina que nutre al embrión hasta que se fije en las paredes del útero (Sorensen, 1982). Es el estado fisiológico especial de los mamíferos hembras comprende desde el desarrollo del nuevo individuo a partir de la fecundación la expulsión del feto (McDonald, 1987).





Es el periodo de gestación, se inicia con la fertilización y termina con el parto (proceso de nacimiento) Es el tiempo destinado al desarrollo del nuevo ser y sus membranas, desde la concepción al nacimiento. Dicho periodo varía según especie e incluso la raza, los ovinos gestan durante unos 147 días en promedio Siendo en la raza corriedalle de 150 días, merino 151 días, Lincoln 148 días y Criollo 147 días, etc. (Alencastre, 1997).

### **2.11.1. Diagnóstico de gestación**

El diagnóstico temprano de la gestación incrementa la eficiencia reproductiva mediante la cubrición precoz de las ovejas no gestantes; la citada técnica es considerada de valor económico para la ovejería. Existen varios métodos para el diagnóstico de gestación en ovinos, el grado de confiabilidad es dependiente de cada método; el más utilizado es la observación de no retorno de celo a los  $17 \pm 1$  días pos IA o monta, mientras que el más confiable es la visualización del embrión a través de ultrasonografía (Ortega, 2006).

### **2.11.2. Diagnóstico de gestación por ecografía**

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

La ecografía transrectal señala que, a partir de los 26 días de gestación, momentos en el cual el diagnóstico tiene una certeza muy alta (95-100 %), y una seguridad en ovinos del 97 % entre los 35 y 55 días después de la cubrición. La



presencia de cotiledones placentarios a partir de los 40 días de gestación agiliza el trabajo, debido a una confirmación rápida de la preñez (Cueto y Gibbons, 2013).

## 2.12. ANTECEDENTES

Donaldson, G. (1985), indicó que un factor determinante en la respuesta al tratamiento superovulatorio además de la dosis administrada de eCG son las características intrínsecas de cada individuo sus estudios muestran que solamente el 68 % de las hembras respondieron al tratamiento y el 32 % restante no tuvo respuesta a la estimulación, por consiguiente, siempre se debe tener presente que un porcentaje de hembras no responderá al tratamiento hormonal de ovulación múltiple.

Evans y Maxwell. (1990), mencionan que el 100 % de las esponjas en las ovejas superestimuladas fueron retenidas, los resultados son similares a los reportados en otros estudios con donadoras. Como reporta Rodríguez *et al.*, (2007), que el porcentaje de retención de esponjas en receptoras fue del 95 %, resultado similar al 96.3 % indicando que el porcentaje de retención de esponjas debe ser  $\geq$  a 98 %.

Jarquín (2009), En su trabajo de investigación encontró que en donadoras la incidencia de estros en general fue similar entre ambas razas, observándose que el 100 % de las ovejas superestimuladas manifestaron estro, el 66.67 % (6/9) de las ovejas lo presentaron a las 20 h después de retirada la esponja y el restante 33 % a las 24 (1/9), 32 (1/9) y 54 (1/9) h, el tiempo de inicio del estro para la raza Suffolk fue de  $24 \pm 2.82$  h, el cual es similar a las  $25.41 \pm 0.76$  h.

Stockebrand (2003), en las ovejas de la raza Rideau Arcott el estro se presentó a  $26.80 \pm 6.80$  h, resultados similares a los de Cervera *et al.* (2011), quienes reportaron  $25.6 \pm 0.6$  h en ovejas de la raza Katahdín. El 95.24 % de las ovejas receptoras presentaron estro, observándose que el 90 % (18/20) lo manifestaron a las 24 h y el otro 10 % a las 30 h. Los resultados son similares a los reportados por Rodríguez *et al.* (2007).



Morales (2017), en su trabajo de investigación de superovulación empleando dos protocolos simplificados con eCG, (1000 UI y 1500 UI), obtuvo como resultado el número de cuerpos lúteos obtenidos en el tratamiento 1 fue de  $5,40 \pm 3,02$  mientras que para el tratamiento 2 fue de  $9,8 \pm 5,20$  encontrándose una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre el promedio de cuerpos lúteos del T1 y el T2. demostrando que los animales del T1 tienen diferente respuesta ovulatoria que los animales del T2.

Los estudios de Armstrong, (1983) demostraron que una dosis alta de eCG puede causar el desarrollo de folículos anovulatorios probablemente debido a la larga vida media de esta hormona. Dichos folículos con una alta producción hormonal podrían producir elevadas concentraciones de estradiol, afectando el medio uterino interfiriendo con el transporte de óvulos al momento de la captura de óvulos por las fimbrias y espermatozoides a través del tracto genital femenino afectando la recuperación de embriones.

Gibbons y Cueto (2013), concluyen que la transferencia de embriones permite incrementar el número de crías de una hembra genéticamente superior, logrando obtener en promedio 4 crías por tratamiento de ovulación múltiple. Los recientes avances en el incremento de la eficiencia reproductiva en la TE han ampliado la posibilidad de su utilización en los programas de mejoramiento genético aumentando la difusión de los genes de las ovejas de alto valor productivo. Futuras investigaciones serán necesarias para reducir los costos e incrementar el número de crías por oveja donante para facilitar su aplicación comercial, como se ha logrado en la especie bovina. No cabe duda que actualmente la transferencia de embriones es el método más seguro en el aspecto sanitario, para realizar la importación de diferentes biotipos de alta producción. El incremento del comercio internacional de material genético mediante la transferencia de embriones demuestra la importancia que tiene esta técnica como reaseguro sanitario



frente a las enfermedades exóticas y como herramienta del mejoramiento genético para la producción animal.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en el Centro Experimental Illpa, de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA Puno, ubicado a 19 Km de la carretera panamericana sur Puno Juliaca, está ubicado a 3827 m.s.n.m., a 15° 42' 30'' de latitud sur, a 70° 40' 50'' de longitud Oeste, en el Distrito de Paucarcolla, Provincia y Región Puno. El C.E. Illpa Limita por el Este con el sector Cancharani pampa y la carretera asfaltada Puno Juliaca, por el Noreste limita con la comunidad Yanico Rumini Mocco, por el Norte limita con INIA Illpa Puno, específicamente con el río Illpa en medio y por el Sur limita con la comunidad campesina de Alianza Chali. Cuenta con un total de 420 ha, de los cuales 323 ha son pastos naturales, 23 ha son pastos cultivados y 68 ha son terrenos cultivados y 6 ha constituyen instalaciones pecuarias, caserío y vías de acceso al C.E. Illpa FCA UNA PUNO, de los cuales 290 ha constituyen pampas y el resto constituyen laderas y cerros.

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la realización del estudio se seleccionó un total de 9 borregas donadoras de embriones de raza Corriedale del plantel y 36 borregas receptoras de embriones, borregas de corral del C.E. Illpa - UNA PUNO. La identificación y selección de animales se dio por el normal desarrollo del ciclo estral y sistema reproductivo en ambos casos (Donadoras y Receptoras), no obstante, las donadoras seleccionadas fueron superiores en cuanto a la genética y productividad que las receptoras.



### 3.3. MATERIALES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

**Tabla 1.** Lista de materiales utilizados en la investigación.

<b>Materiales</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad Necesaria</b>	<b>Uso</b>
Sonda de Foley N°14	Unidad	10	Colección de embriones
Catéter de inseminación	Unidad	1	Inseminar
Fundas Aspic	Unidad	10	Inseminar
Camisa Sanitaria	Unidad	30	Inseminar y transferir
Guantes quirúrgicos (100/caja)	Caja	2	Manipulación
Jeringas de 05 ml	Unidad	200	Inyectar hormonas y fármacos
Jeringas de 10 ml	Unidad	80	Inyectar hormonas y fármacos
Jeringas de 20 ml	Unidad	80	Inyectar hormonas y fármacos
Placa Petri redonda	Unidad	50	Clasificar embriones
Placa Petri cuadrada	Unidad	50	Buscar embriones
Acrodiscos milipore	Unidad	20	Esterilizar medios
Manguera colectora + filtro	Unidad	10	Colectar embriones
Pajillas 1/4 - gama irradiate	Unidad	50	Empajillar embriones
Pajillas 1/4 - gama irradiate DT	Unidad	50	Empajillar embriones
Pajuelas 1/2 pkt 5	Paquete	10	Etiquetar embriones
Tapón de pajuelas de 1/4 a 1/2	Unidad	50	Ellar pajuelas con embriones
Trocar endoscópica	Unidad	2	Inseminación y transferencia
Micropipetas	Unidad	145	Búsqueda de embriones
Agujas 21 - 1*1/2	Unidad	200	Inyectar medios
Agujas 22 - 1*1/2	Unidad	200	Inyectar medios
Agujas 18 - 1*1/2	Unidad	100	Inyectar medios
Pipetas de plástico	Unidad	60	Curación intrauterina



### 3.3.1. Insumos utilizados en la investigación

**Tabla 2.** Lista de fármacos y medios utilizados en la investigación.

<b>Medios y/o fármacos</b>	<b>Unidad De Medida</b>	<b>Cantidad Necesaria</b>	<b>Uso</b>
Esponja	Bolsa	1	Sincronización de estro
Folltropin FSH 20 ml	Frasco	4	Ovulación múltiple
Lutalise LH 30 ml	Frasco	2	Sincronización de estro
Hormona GnRH 10 ml	Frasco	2	Sincronización de estro
Hormona eCG	Caja	4	Sincronización de estro
Alcohol 70°	Litros	5	Desinfección de materiales
Yodo	Litros	2	Desinfección de material vivo
Algodón	Kilos	3	Limpieza de desinfección
Papel toalla	Unidad	30	Secar
Nitrógeno Liquido	Kilos	35	Congelación de embriones
Lidocaina 2 % frasco/20 ml	Frasco	20	Anestesia local
Complete flush	Bolsa	6	Colección de embriones
Medio de congelación de embrión	Sachet	4	Congelar embriones
Medio de mantenimiento	Sachet	4	Mantenimiento de embriones
Pajuelas con semen congelado	Dosis	30	Fertilizar óvulos
Gel lubricante	Litros	2	Aplicador vaginal
Oxitetraciclina 250	Frasco	2	Curación intrauterina
Selenio inyectable	Frasco	4	Dosificar borregas
Xilacina 20 ml/frco	Frasco	2	Sedación borrega
Ketamina 20 ml/frco	Frasco	2	Sedación borrega

### 3.3.2. Equipos utilizados en la investigación

**Tabla 3.** Lista de equipos a utilizados en la investigación.

<b>Equipos</b>	<b>Unidad De Medida</b>	<b>Cantidad Necesaria</b>	<b>Uso</b>
Micropipeta mecánica 5um	Unidad	1	Manipulación de embriones
Aplicador CIDR/esponja	Unidad	1	Insertar dispositivo
Esteroscopio Electrónico	Unidad	1	Focalizar embriones
Congeladora de embriones	Unidad	1	Congelar embriones
Laparoscopio	Unidad	1	Medir temperaturas
Camilla	Unidad	1	Sujeción de oveja
Equipos quirúrgico básico	Unidad	4	Operación laparotomía
Tanque CO2 alimenticio	Unidad	1	Proceso de transferencia/inseminación
Etiquetadora automática de embriones	Unidad	1	Etiquetar embriones
Estabilizador	Unidad	1	Fluir energía
Corta Pajilla	Unidad	1	Cortar pajuelas selladas
Pinza de plástico	Unidad	1	Manipulación de pajuelas
Thermo criogénico	Unidad	1	Almacenamiento de embriones y semen
Catéter de transferencia de embriones	Unidad	1	Transferir embriones
Cámara fotográfica	Unidad	1	Transferir embriones
Termómetro digital	Unidad	1	Transferir embriones

### 3.4. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Antes de la inicio de la investigación, es necesario un lapso de 120 días calendario máximo con la finalidad de desarrollar los procesos referente a la superovulación (aplicación de hormonas), colección de embriones, búsqueda, selección y clasificación de embriones en el estereoscopio, embasamiento en pajuelas de 0.25 ml y congelación





estándar de los embriones, de acuerdo a las recomendaciones y normas técnicas establecidas por la International Embryo Transfer Association (IETA), el mismo que es aplicado con el rigor que exige esta biotecnología y finalmente la transferencia de los embriones a receptoras y la evaluación de gestaciones en las receptoras.

#### **3.4.1. Selección de borregas donadoras**

- Se seleccionaron nueve (09) borregas de raza Corriedale de buen historial reproductivo y producción de Carne y lana.
- Se comprobó que no tengan parentesco con el Carnero semental a usar en la inseminación artificial o monta natural durante el estro superovulatorio.
- Las borregas donadoras cumplen con un puerperio normal, con cortos periodos entre partos y bajo índice de inseminaciones por preñez.
- Se tomaron en cuenta la superioridad genética, sobresalientes en producción de carne y lana sin descuidar el fenotipo.
- Se seleccionó borregas con buena salud y buena condición corporal (3.5 en la escala americana), realizando la inspección visual y un chequeo ginecológico.

#### **3.4.2. Selección de borregas receptoras**

- Se realizó la pre-selección de 36 borregas receptoras para la aplicación del protocolo de sincronización de celos para su posterior transferencia de embrión a tiempo fijo.
- No se tomó en cuenta la raza ni el pedigree.
- Que tuvieran un buen desarrollo de la pelvis.
- Que hayan mostrado buena habilidad materna.
- Que sean dóciles y jóvenes.
- Se califica como receptoras transferibles a aquéllas sin anomalías ni patologías ginecológicas y con un buen cuerpo lúteo de grado 3 el día de la transferencia y una consistencia uterina correspondiente al día del diestro en que se encuentra.



### 3.4.3. Superovulación de las donadoras

Sustentada en una serie continuada de dosis decrecientes de FSH, eCG y entre otras hormonas, se procedió de acuerdo a protocolos que se planteó en la presente investigación, tal como muestra en las tablas N° 4, 5 y 6, para la presente investigación. El inicio de la inducción de la superovulación se realizó a través de la sincronización de estro, tomando el día cero en el momento que se desea iniciar el programa, no obstante, se presentan tres protocolos con diferentes procesos de aplicación hormonal, con la finalidad de conocer cuál de los protocolos en investigación es más eficiente para la producción de mayor cantidad y calidad de embriones en las borregas corriedale.

**Tabla 4.** Protocolo 1 superovulación de borregas.

<b>PROTOCOLO 1. SUPEROVULACION DE BORREGAS</b>		
<b>Día</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>
0	Donadoras	Colocar esponja + Selenio
9	Donadoras	FSH 2.0 ml am y FSH 1.5 ml pm
10	Donadoras	FSH 1.5 ml am y FSH 1.5 ml pm
11	Donadoras	FSH 1.5 ml am y FSH 1 ml pm retiro de esponja am
12	Donadoras	FSH 0.5 ml am y FSH 0.5 ml pm
13	Donadoras	Detectar estros y montas mañana y tarde
19	Donadoras	Dieta sin alimento por la tarde
20	Donadoras	Dieta sin alimento y agua mañana y tarde
21	Donadoras	Colecta y transferencia de embriones



**Tabla 5.** Protocolo 2 superovulación de borregas.

<b>PROTOCOLO 2. SUPEROVULACION DE BORREGAS</b>		
<b>Día</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>
0	Donadoras	Colocar esponja + Selenio
9	Donadoras	2.0 ml FSH am + 1.5 ml FSH pm
10	Donadoras	1.5 ml FSH am + 1.0 ml FSH pm
11	Donadoras	1.0 ml FSH am + Ret. Esponja+200UI eCG+2.0 ml PG - am+0.5 ml FSH pm
12	Donadoras	0.5 ml FSH + Detec. Estro + Monta 8 am; 2 pm y 8 pm.
13	Donadoras	Detec. Estro + Monta 8 am; 2 pm y 8 pm.
18	Donadoras	Dieta sin alimento
19	Donadoras	Colectar embriones + PG 1.5 ml

**Tabla 6.** Protocolo 3 superovulación de borregas.

<b>PROTOCOLO 3. SUPEROVULACION DE BORREGAS</b>		
<b>Día</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>
0	Donadoras	Colocar esponja + Selenio 1 ml
5	Donadoras	Retirar Esponja y colocar una nueva esponja
7	Donadoras	1500 UI de eCG
9	Donadoras	Retiro de esponja + 10mg de PG 12 pm.
10	Donadoras	Detectar estro 24 hrs post ret. Esponja + GnRH 8 $\mu$ g (al momento del celo). Monta 4 pm
11	Donadoras	I.A. laparoscopia 48 hrs post ret. Esponja (Monta 6am; 12pm y 6pm).
16	Donadoras	Dieta sin alimento
17	Donadoras	Colectar embriones



Como muestra las tablas N° 4, 5 y 6, la variación está en el proceso de la aplicación hormonal y tipos de hormona, así mismo los tiempos establecidos para el proceso de la inseminación y la colección de embriones son variables.

#### **3.4.4. Inseminación artificial de las borregas donadoras**

En ovinos, se recomienda realizar la IA laparoscópica con semen fresco a las 32 horas de iniciado el celo. En el caso de utilizarse semen congelado es conveniente realizarla entre las 40 a 44 horas.

Se han obtenido una tasa de fertilidad del 70-80 % al realizar la IA indistintamente a las 42 o 55 horas Wolff *et al.* (1994). En caprinos, se recomienda realizar la IA laparoscópica con semen fresco entre las 20 y 24 horas post inicio del celo (Vallet y Baril, 1990). Si se utiliza semen congelado, se aconseja realizar la IA a las 46 horas.

#### **3.4.5. Sincronización estral a receptoras de embriones**

Una vez que se tenga los embriones obtenidas de las donadoras, se procederá a la sincronización de celo en las receptoras, estos con dos aspectos fundamentales y objetivos de acuerdo a la investigación planteada. Se empleará un protocolo de sincronización para la transferencia de embrión a tiempo fijo, así como muestra en la tabla 7.

**Tabla 7.** Protocolo de sincronización de estro en borregas – receptoras de embrión.

Día	Borrega	Actividad a Realizar
0	Receptora	Poner esponja en la mañana
10	Receptora	Retirar esponja por la tarde y aplicar 250 U.I. de folligon o eCG
12	Receptora	Detectar la presencia de estro por la mañana y tarde
13	Receptora	Detectar la presencia de estro por la mañana y tarde
18	Receptora	Dietar sin alimento y agua mañana y tarde
19	Receptora	Colectar y trasplante de embriones



#### **3.4.6. Colección de embriones**

La técnica no quirúrgica o por laparoscopia, en ovinos, y por Vallet *et al.* (1987) en caprinos, se realizan tres punciones (con trócares) en la cavidad abdominal.

- La primera punción permite introducir el laparoscopio.
- La segunda, una sonda de tres vías (cada vía corresponde a: entrada del PBS, b) salida del PBS y c) insuflación del balón.
- La tercera una pinza no traumática. Esta pinza permite la manipulación del tracto reproductivo, a fin de hacer avanzar la sonda por la luz uterina, y fijar la unión útero tubárica durante el flujo del PBS.

El tiempo medio para realizar una recuperación de embriones es de aproximadamente 15 a 20 minutos (quirúrgica) y 20 a 30 minutos (por laparoscopia) por hembra.

#### **3.4.7. Donantes después de la colección**

Al segundo o tercer día de la colección de embriones es necesario un tratamiento intrauterino con algún antibiótico en este caso se utilizará oxitetraciclina, para evitar cualquier tipo de infección del tracto reproductivo. Probablemente se retrasen los estros subsiguientes de las ovejas donantes, debido a la alteración endocrina forzada que sufre el ovario. Por ese motivo es necesaria la aplicación de la  $PGF_2\alpha$  vía intramuscular, luego de la colección de los embriones para ordenar rápidamente el equilibrio hormonal del ovario, produciéndose la luteólisis de todos los cuerpos lúteos, retornando al estro después de 6 días a más.

#### **3.4.8. Aislamiento y búsqueda de los embriones del medio de colección**

El siguiente paso de la tecnología de embriones es la crío preservación de embriones, antes de ello es el la búsqueda y aislamiento de los embriones que deberán cumplirse con estricta asepsia y seguridad (Marca, 2018).



- Una vez ingresado el vaso colector al laboratorio este debe reposar un lapso de 5 a 10 minutos para que los embriones sedimenten, luego se realizará la búsqueda de embriones en los materiales designados, así como las placas petri diseñados para este trabajo.
- Para la búsqueda de los embriones se examinó con ayuda del estereoscopio a 10x ó 20x, con luz difusa y frente a un fluorescente de luz ultravioleta.
- Los embriones que se encontraron se aspiraron con una micropipeta bajo control visual pasándolos a una placa de Petri pequeña redonda con medio de cultivo donde se van agrupando todos.
- Una vez que se agrupe todos los materiales genéticos, embriones de diversas calidades y estadios, se procedió a la selección y clasificación de los embriones en una nueva placa petri redonda donde contendrá el medio de mantenimiento de embriones (Holding).
- Se clasificaron para el enjuague de los embriones solo el de calidad 1, los que se utilizaron para transferir y/o congelar.
- Se conservó a temperatura de ambiente hasta su transferencia o proceso de congelación.

#### **3.4.9. Valoración y clasificación de los embriones**

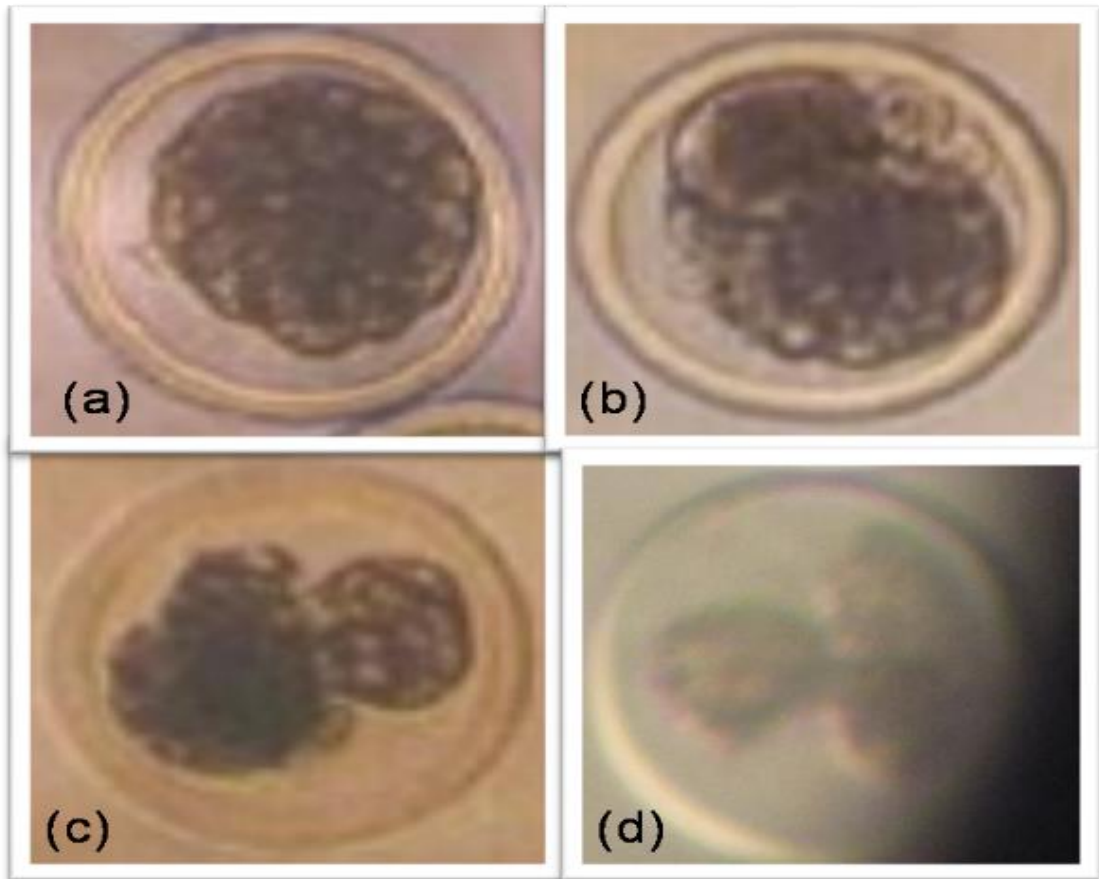
Este examen se realizó en el laboratorio. Los embriones tienen cierta diferencia en su desarrollo y en sus características morfológicas. Bajo la lupa estereoscópica con haz de luz difusa, entre 20x y 60x se examinaron los embriones encontrados teniendo en cuenta la descripción cualitativa y clasificación de los embriones bovinos de acuerdo a la escala que aparece en el manual de the International Embryo Transfer Society (IETS, 1990), como indica en la Tabla 8 y como se muestra en la Fig. 1.

**Tabla 8.** Clasificación general de los embriones colectados.

Clases	Descripciones
Clase 1	Calidad excelente. Embrión esférico, Zona pelúcida intacta, cúmulo celular perfectamente estructurado con células del mismo tamaño color y textura
Clase 2	Calidad buena. Embrión esférico o ligeramente elipsoidal, Zona pelúcida intacta, algún blastómero suelto, pero por lo demás, cúmulo celular perfecto.
Clase 3	Calidad regular. Zona pelúcida intacta o dañada, blastómeros de diferentes tamaños, cúmulo celular con un 30 hasta un 60 % de blastómeros intactos, ligero retraso del desarrollo (estadio de 32 células)
Clase 4	Calidad mala. Zona pelúcida intacta o dañada, blastómeros degenerados y sueltos en número considerable, cúmulo celular suelto y con menos del 30 % de blastómeros intactos, desarrollo retardado con estadios embrionarios de blastómeros grandes (32,16 células).  Embrión degenerado. Zona pelúcida, normalmente intacta, cúmulo celular con aspecto desorganizado y suelto, blastómeros de diferentes tamaños y pignóticos en muchos casos, estadios de desarrollo ya paralizado (2,4,8 hasta 16 células)

---

**Fuente:** manual of the International Embryo Transfer Society (IETS) 1990.



**Figura 1.** Embriones de calidad 1 (a), calidad 2 (b), calidad 3 (c) y calidad 4 (d) clasificación por IETS (1990).

En la investigación solo se transfirieron los embriones de calidad 1 y la calidad 2 ya que son los embriones viables transferibles.

#### **3.4.10. Envasado del embrión en la pajuela**

Para el empajillado de los embriones, estas ya sean para la transferencia directa o la congelación se toma en cuenta los siguientes pasos (Marca, 2018):

- Se utilizaron las pajuelas esterilizadas de 0.25 ml de volumen.
- Se tuvo una micropipeta adaptada a una jeringa de 1 ml y conectada a un extremo de la pajuela.
- Se tuvo especial cuidado se procedió a cargar primero el medio de congelación o de cultivo según sea para congelarlas o para transferirlas inmediatamente en fresco, hasta 1/3 de la pajuela; luego una burbuja de aire para evitar que el embrión se pierda al inclinar la pajuela, seguidamente se aspira bajo control visual al





estereoscopio el embrión con 1cm lineal de medio de congelación, o de cultivo, después otra burbuja de aire, finalmente el medio de congelación o de cultivo hasta completar la pajuela.

- El embrión quedo situado en la parte central de la pajuela entre las dos burbujas de aire.
- Se selló el extremo de la pajuela con un tapón adaptado a una pajuela de 0.5, en donde ira el registro del embrión.
- La identificación de la pajuela consigna el nombre de la donadora, el semental utilizado y la fecha de colección del embrión, calidad del embrión, estadio del embrión y la forma de transferencia.

#### **3.4.11. Transferencia de embriones**

Antes de iniciar con la transferencia de embriones, es importante realizar un examen laparoscópico de los ovarios de las receptoras, con el fin de asegurarse que se dispone de hembras con uno o dos cuerpos lúteos correspondientes al día 6 o 7 del ciclo estral. Asimismo, se debe tener presente, al realizar la selección de las receptoras, que la sobrevivencia embrionaria está influenciada por la tasa de ovulación de manera que obtuvieron valores del 52 %, 63 % y 75 % de sobrevivencia embrionaria con recipientes con 1, 2 y 3 cuerpos lúteos. Es muy importante considerar los tiempos entre la recuperación, búsqueda y clasificación, y la siembra de embriones. Debido al trabajo que implica la realización de un programa de TE, debe estar muy bien programado y coordinado para evitar pérdidas de tiempo y labores innecesarias. La técnica de laparoscopia facilita la realización de una buena clasificación previa de las donantes por su respuesta ovulatoria, y la determinación de la respuesta ovulatoria de las receptoras (Armstrong *et al.*, 1983).



Los pasos a seguir de manera estricta se consideran los siguientes:

- Número de cuerpos lúteos por hembra donante: ovino, 11.
- Número de embriones + óvulos recuperados por vía quirúrgica: 70 a 80 % en ovinos.
- Tasa de fertilización por IA laparoscópica: ovino, 80 %.
- Tasa de selección de embriones para congelamiento: 80 a 90 % en ovinos.
- Tasa de selección de embriones post descongelamiento: 70 a 90 % en ovinos.
- Porcentaje de preñez: Ovinos: 69 % (quirúrgico). 74 % (laparoscópico) (Gibbons y Cueto, 2013).

#### **3.4.12. Diagnóstico de preñez de borregas receptoras**

Con la finalidad de tener seguridad en el diagnóstico de preñez, esta prueba de comprobación se realizó mediante el examen ginecológico por ecografía a los 45 días después de haber transferido el embrión.

#### **3.4.13. Diseño de la escala de efectividad del programa de T.E.**

Teniendo en cuenta la “efectividad” en la transferencia de embriones en ovinos que actualmente alcanzan los países élite, en los que esta biotecnología se realiza de manera cotidiana, como son: Estados Unidos, México, Francia y Canadá entre otros, es del 55 % a 60 %, en base a este porcentaje se construirá la siguiente escala de efectividad:

**Tabla 9.** Niveles de efectividad en la transferencia de embriones bovinos.

Porcentaje	15 %	30 %	45 %	55 – 60 %
Calificación	Malo	Regular	Bueno	muy bueno

**Fuente:** International Embryo Transfer Association (IETA, 1990).

### 3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO EXPERIMENTAL

La investigación se condujo bajo el Diseño estadístico Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos (tres protocolos) y tres repeticiones (donadoras) por tratamiento, cuyo modelo aditivo lineal, es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Es una observación en la j-ésima unidad experimental, sujeto al i-ésimo tratamiento.

$\tau_i$  = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Es el efecto de la media general o constante común.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para Diseño Completo al Azar.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	$t - 1 = 3 - 1 = 2$
Error experimental	$t ( r-1 ) = (3) (3-1)=6$
Total	$tr - 1 = (3) (3) - 1 = 8$

### 3.6. VARIABLES DE RESPUESTA

- Número de cuerpos lúteos: Para el análisis de la varianza estos datos se transformaron a valores de  $\sqrt{x + 1}$  para optimizar y normalizar.
- Número de embriones: La varianza de estos datos se transformaron a valores de  $\sqrt{x + 1}$  para optimizar y normalizar.
- Calidad de embriones: Para el análisis de la varianza estos datos se transformaron a valores de  $\sqrt{x + 1}$  para optimizar y normalizar.
- Porcentaje de preñez

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. CUANTIFICACIÓN DE FOLÍCULOS Y CUERPOS LÚTEOS

##### 4.1.1. Número folículos y cuerpos lúteos

En el análisis de varianza para el número de folículos, inducidos por los protocolos de superovulación que se muestra en la Tabla 11 (Anexos Tabla 26), en donde se observa, que entre los protocolos que se ejecutaron en borregas donadoras, existe diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ), lo cual indica que el número de folículos resultantes en la investigación por cada protocolo, son diferentes estadísticamente, debido a la influencia de los diferentes protocolos de superovulación sobre el número de folículos en borregas donadoras. Por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) fue 10.12 %.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para el número de folículos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft		Sig
					0.05	0.01	
Protocolo de superovulación	2	6.93	3.47	49.57	5.14	10.9	**
Error experimental	6	0.44	0.07				
Total	8	7.37					

CV = 10.12 %

Promedio = 2.57

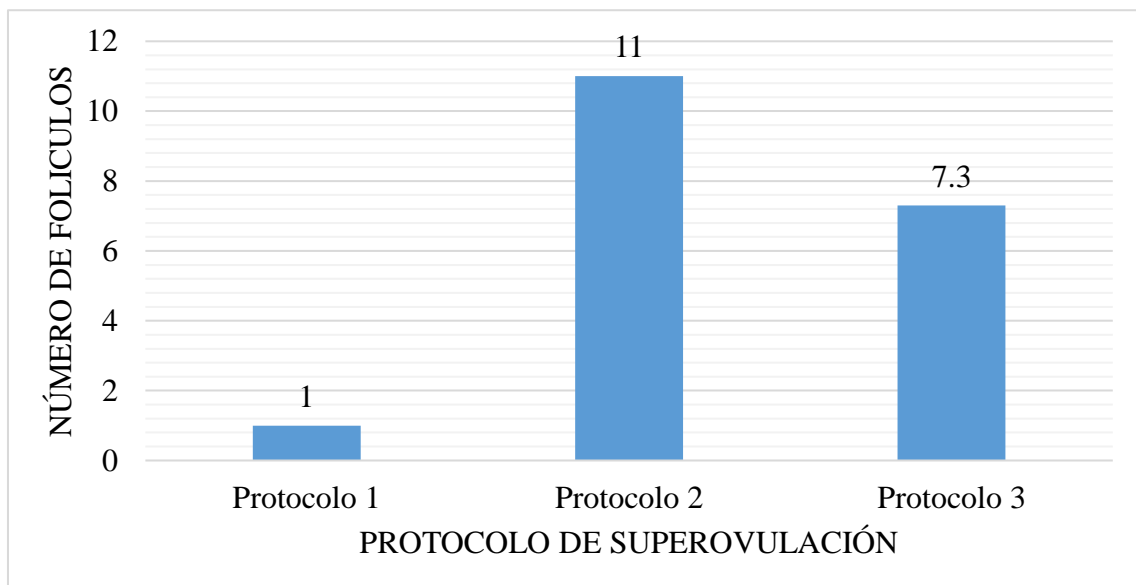
\*\* = Altamente significativo

Realizada la PCM de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 12) para el número de folículos con datos transformados encontramos que el protocolo P2 con 11 folículos y el protocolo P3 con 7.33 folículos son iguales pero diferentes al protocolo P1 con un folículo, esto como resultado de la transformación debido a que los datos originales describen la distribución de Poisson. Prueba realizada al 95 % de confiabilidad.

**Tabla 12.** Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para los protocolos de superovulación en el número de folículos.

Orden de merito	Protocolo de superovulación	Valor transformado número de folículos	Número de folículos
1	Protocolo 2	3.46	11.00 a
2	Protocolo 3	2.88	7.33 a
3	Protocolo 1	1.38	1.00 b

El efecto del protocolo 2 y 3 con el mayor número de folículos se debe por la aplicación de la hormona folículo-estimulante a una dosis 2, 1.5, 1, 0.5 ml al noveno, decimo y onceavo día del inicio del protocolo y solo en el protocolo 2 la aplicación de prostaglandina 1 ml al onceavo día, porque estas hormonas inducen a una superovulación de las borregas (Figura 2).



**Figura 2.** Número de folículos por cada protocolo.

Respecto al número de cuerpos lúteos el efecto del protocolo 2 y 3 con el mayor número de cuerpos se debe por la aplicación de la hormona folículo-estimulante a una dosis 2, 1.5, 1, 0.5 ml al noveno, decimo y onceavo día del inicio del protocolo y solo

en el protocolo 2 la aplicación de prostaglandina 1 ml al onceavo día, porque estas hormonas inducen a una superovulación de las borregas (Figura 2).

Blanco (2003), en su trabajo de investigación obtuvo  $7,33 \pm 0,54$  cuerpos lúteos utilizando una dosis de 1200 UI de eCG. Donde este resultado es inferior a los resultados obtenidos en la presente investigación, donde se consiguió 11 cuerpos lúteos con el protocolo 2 de superovulación en borregas Corriedale donadoras.

## 4.2. CANTIDAD Y CALIDAD DE EMBRIONES COLECTADOS

### 4.2.1. El total de embriones colectados

En el análisis de varianza para el total de embriones colectados por los protocolos de superovulación que se muestra en la Tabla 13 (Anexos Tabla 27), en donde se observa, que entre los protocolos que se ejecutaron en borregas donadoras, existe diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ), lo cual indica que el total de embriones resultantes en la investigación por cada protocolo, son diferentes, debido a la influencia de los diferentes protocolos sobre el total de embriones colectados en borregas donadoras. Por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) fue 10.63 %.

**Tabla 13.** Análisis de varianza para el número total de embriones colectados.

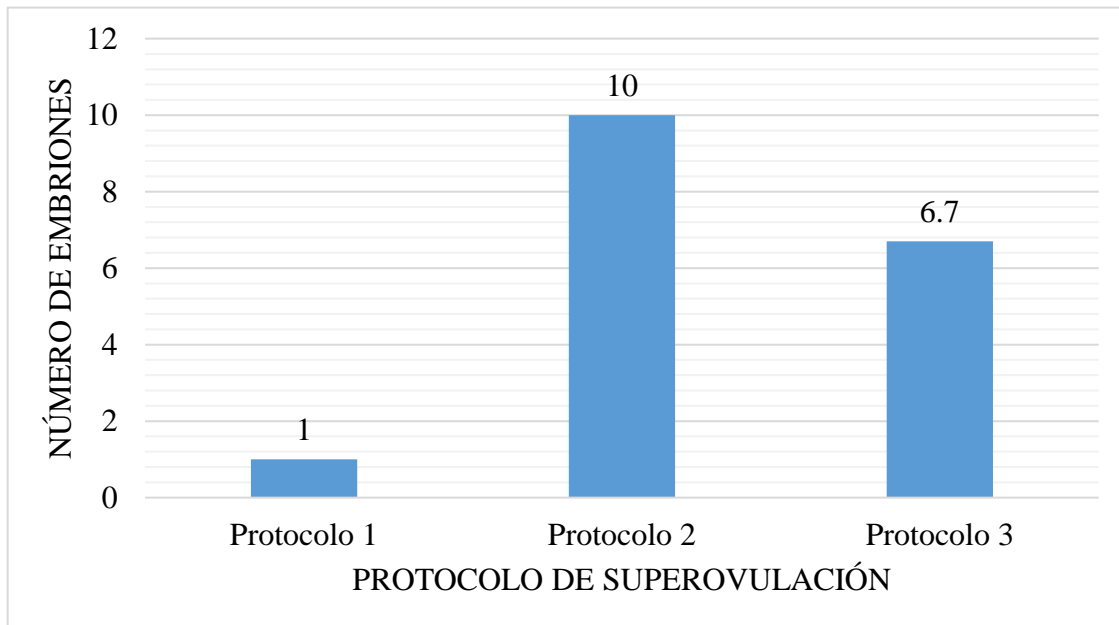
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Protocolo de superovulación	2	5.98	2.99	42.71	5.14	10.92	**
Error experimental	6	0.43	0.07				
Total	8	6.41					
CV = 10.63 %		Promedio = 2.49		** = Altamente significativo			

Realizada la PCM de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) (Tabla 14) para el número de embriones con datos transformados, se observa en la Tabla 14, donde el protocolo 2 presentó la mayor producción con 10 embriones colectados, el protocolo 3 con 6.77 embriones, siendo estos protocolos iguales estadísticamente y diferentes al protocolo 1 con un embrión.

**Tabla 14.** Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) de protocolos de superovulación en el número total de embriones colectados.

Orden de merito	Protocolo de superovulación	Valor transformado número total de embriones	Número total de embriones
1	Protocolo 2	3.32	10.00 a
2	Protocolo 3	2.76	6.77 a
3	Protocolo 1	1.38	1.00 b

El efecto del protocolo 2 y 3 con el mayor número de embriones se debe por la aplicación de la hormona folículo-estimulante a una dosis 2, 1.5, 1, 0.5 ml al noveno, decimo y onceavo día del inicio del protocolo y solo en el protocolo 2 la aplicación de prostaglandina 1 ml al onceavo día, porque estas hormonas indujeron a mayor número de fertilización de óvulos que provienen del número de folículos (Figura 3).



**Figura 3.** Número total de embriones colectados de cada protocolo.

#### **4.2.2. El total embriones viables - transferibles**

En el análisis de varianza para el total de embriones viables - transferibles, producidos por los protocolos de superovulación que se muestra en la Tabla 15 (Anexos tabla 29), en donde se observa, que entre los protocolos existe diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ), lo cual indica que el número total de embriones viables resultantes en la investigación son diferentes en cada protocolo, debido a la influencia de los diferentes hormonas para la superovulación sobre el total de embriones viables en borregas donadoras. Por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) fue 6.77 %.



**Tabla 15.** Análisis de varianza para el número de embriones viables.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>		Sig.
					0.05	0.01	
Protocolo de superovulación	2	5.58	2.79	139.5	5.14	10.92	**
Error experimental	6	0.14	0.02				
Total	8	5.72					

CV = 6.77 %

Promedio = 2.09

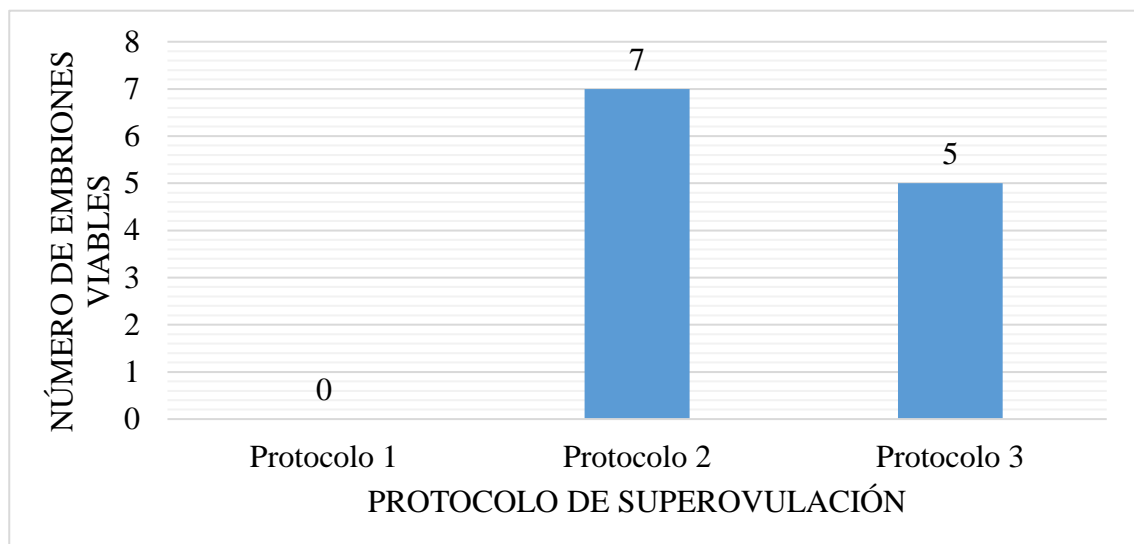
\*\* = Altamente significativo

Realizada la PCM de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ), se observa en la Tabla 16, donde el protocolo 2 presentó 7 embriones viables, seguido por el protocolo 3 con 6.7 embriones viables, los cuales son estadísticamente iguales y diferentes al protocolo 1 que no se encontró embriones viables que sean transferibles.

**Tabla 16.** Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) de protocolos de superovulación en el número de embriones viables.

Orden de merito	Protocolo de superovulación	Valor transformado número de embriones viables	Número total de embriones viables
1	Protocolo 2	2.83	7.00 a
2	Protocolo 3	2.45	5.00 a
3	Protocolo 1	1.00	0.00 b

En la Figura 4, se observa el número de embriones viables - transferibles, por efecto de los protocolos de superovulación, en donde nos indica que las borregas donadoras que se les aplico el protocolo 2, tuvo un número de 7 embriones viables en promedio, y es el cual donde se encontró mayor número de embriones viables para la transferencia, comparado con el número de embriones viables colectados de las borregas donadoras, que fueron aplicadas por el protocolo 3, que se colectaron 5 embriones viables en promedio, y por ultimo está el protocolo 1 que no se colecto ningún embrión viable.



**Figura 4.** Número de embriones viables - transferibles.

#### 4.2.3. Calidad de embriones colectados

La calidad del embrión se cuantifica en cuatro calidades de embriones, que son calidad 1, 2, 3 y embriones degenerados, producidos por los protocolos de superovulación, (Anexos Tablas 20, 22, 23 y 24), en la Tabla 18 se muestra las significancias de los análisis de varianza para cada calidad del embrión según protocolos de superovulación.

Para la calidad 1 y 3 los protocolos de superovulación resultan altamente significativos ( $p < 0.01$ ), para la calidad 2 y embriones degenerados no resultan significativos ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 17.** Resumen del análisis de la varianza para las calidades del embrión según protocolos de superovulación.

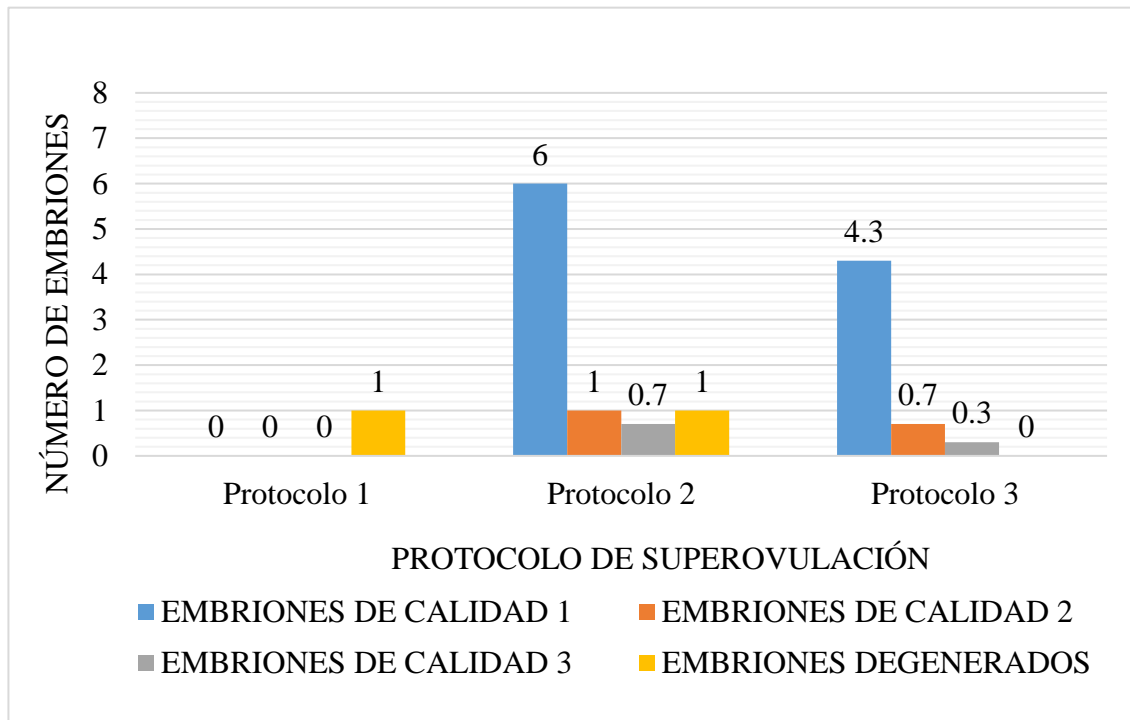
<b>Factor</b>	<b>Embrión Calidad 1</b>	<b>Embrión Calidad 2</b>	<b>Embrión Calidad 3</b>	<b>Embriones degenerados</b>
Protocolo de superovulación	**	ns	**	ns
CV	13.5	20.74	13.5	23.89
Media general	3.44	0.56	3.33	0.66

Los embriones de calidad 1 para los protocolos 2 y 3 con promedios de 6.00 y 4.33 embriones respectivamente son iguales, pero diferentes al protocolo 1 sin producción de embriones, en cuanto en el número de embriones de calidad 3 los protocolos 2 y 3 con promedios de 0.66 y 0.33 embriones respectivamente son iguales, pero diferentes al protocolo 1 sin producción de embriones y respecto a embriones degenerados, sin diferencia estadística significativa, entre los protocolos de superovulación, lo cual nos da a entender, que los protocolos de superovulación no influyeron en el número de embriones y es el efecto de la colecta.

**Tabla 18.** Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) de protocolos de superovulación para cada calidad del embrión

<b>Factor</b>	<b>Embrión</b>	<b>Embrión</b>	<b>Embrión</b>	<b>Embriones</b>
	<b>Calidad 1</b>	<b>Calidad 2</b>	<b>Calidad 3</b>	<b>degenerados</b>
Protocolo 2	6.00 a	1.00 a	0.66 a	1.00 a
Protocolo 3	4.33 a	0.66 a	0.33 a	0.00 a
Protocolo 1	0.00 b	0.00 a	0.00 b	1.00 a

En la Figura 5, se observa la calidad de embriones colectados, donde podemos ver el número embriones de la calidad 1, 2, 3 y embriones degenerados, por efecto de los protocolos de superovulación, en donde nos indica que las borregas donadoras que se les aplico el protocolo 2, tuvo más embriones de la calidad 1 en promedio, y es el cual donde se encontró mayor número de embriones en las demás calidades, comparado con el protocolo 3 que se encontraron un menor número de embriones de la calidad 1 y de las demás calidades y ningún embrión degenerado, y por ultimo está el protocolo 1 que no se colecto ningún embrión en las calidades 1, 2 y 3, y solo se encontró un embrión degenerado.



**Figura 5.** Número de embriones de las calidades 1, 2, 3 y embriones degenerados.

#### 4.3. PORCENTAJE DE PREÑEZ EN BORREGAS RECEPTORAS

Las borregas receptoras para la transferencia de embriones con respuesta fueron, de 12 para el protocolo 2 y de 15 para el protocolo 3, haciendo un total de 27 borregas transferidas; las borregas que tuvieron éxito en la transferencia de embriones, es de 7 borregas preñadas, del protocolo 2, y 11 borregas preñadas del protocolo 3, con un total de 18 borregas preñadas en total; en cuanto al porcentaje de preñez es de 66.67 % del total de borregas preñadas, y 58.33 % obtuvo el protocolo 2, que es inferior al protocolo 3 con 73.33 % de preñez, según al International Embryo Transfer Association (IETA, 2004), la calificación obtenida es de muy buena.

Gibbons y Cueto (2013), reportan que la tasa de preñez por siembra directa es de 50-70 % en ovinos, y la tasa de preñez mediante transferencia de embriones por técnica quirúrgica inmediata, es de 64 % en ovinos de la raza Merino, y estos resultados son similares e inferiores, a los resultados obtenidos en la presente investigación, cual se encontró 66.67 % en ovinos de raza Corriedale, la diferencia de los resultados entre ambas

investigaciones, es por la raza del animal en investigación en el cual se realizó la transferencia de embriones.

**Tabla 19.** Porcentaje de preñez de borregas transferidas.

Protocolos	N° Receptoras	Borregas tranferidos	Borregas gestantes	% De preñez
A	1	Transferido	Preñada	58.33
	2	Transferido	Preñada	
	3	Transferido	Preñada	
	4	Transferido	Vacia	
	5	Transferido	Preñada	
	6	Transferido	Preñada	
	7	Sin respuesta	0	
	8	Sin respuesta	0	
	9	Sin respuesta	0	
	10	Transferido	Vacia	
	11	Transferido	Vacia	
	12	Sin respuesta	0	
	13	Transferido	Vacia	
	14	Transferido	Preñada	
	15	Transferido	Preñada	
	16	Transferido	Vacia	
	17	Sin respuesta	0	
	18	Sin respuesta	0	
Total	18	12	7	
B	1	Transferido	Vacia	73.33
	2	Transferido	Vacia	
	3	Transferido	Preñada	
	4	Transferido	Preñada	
	5	Transferido	Preñada	
	6	Transferido	Preñada	
	7	Transferido	Preñada	
	8	Transferido	Preñada	
	9	Sin respuesta	0	
	10	Transferido	Preñada	
	11	Transferido	Vacia	
	12	Transferido	Vacia	
	13	Transferido	Preñada	
	14	Transferido	Preñada	
	15	Transferido	Preñada	
	16	Transferido	Preñada	
	17	Sin respuesta	0	
	18	Sin respuesta	0	
Total	18	15	11	
Total (A - B)	36	27	18	66.67



## V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que los tres protocolos de superovulación que se investigaron, el protocolo 2 y 3 de superovulación consiguieron el mayor número de folículos y de cuerpos lúteos en borregas donadoras Corriedale, superando al protocolo 1.
2. Con respecto a la cantidad y calidad de embriones, el protocolo 2 de superovulación, el cual, al ser aplicado a las borregas donantes, consiguió 10 embriones en total, de los cuales 7 embriones son viables y transferibles. En cuanto a la mejor calidad de embriones que se colectaron, el mejor resultado se obtuvo de los protocolos 2 y 3 de superovulación que consiguieron 6 y 4.3 embriones de calidad 1, respectivamente.
3. El porcentaje de preñez en receptoras que resulto de la transferencia de embriones a tiempo fijo, fue alto y con una calificación de muy bueno con 66.67 % de preñez en borregas Corriedale.



## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el protocolo 2 de superovulación para la colección de embriones, para obtener una buena cantidad y calidad, para mejorar la reproducción de ovinos de alta calidad genética, por los resultados obtenidos.
2. Se recomienda realizar la transferencia de embriones a tiempo fijo, en borregas Corriedale, y aplicar esta biotecnología como una herramienta del mejoramiento genético para la producción de ovinos de alta calidad genética.
3. Se recomienda continuar con la investigación de los protocolos de superovulación y la transferencia de embriones a tiempo fijo, en otras razas de ovinos.





## VII. REFERENCIAS

- Adoma, P.R. Monzani, P.S. Guerra, S. Miranda, M.S. e Ohashi, O.M. (2012). *Ovogênese e Foliculogênese em Mamíferos*. UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde P.245-50. Available from.
- Angulo, B., O. Mejía (2003) *Inseminación artificial en ovinos*. Curso teórico-práctico. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos.
- Alencastre, R. (1997). *Producción de ovinos*. Talleres gráficos de A y R Panamericana E.I.R.L., Arequipa-Perú.
- Aliaga, J. (2010). *Posibilidades del desarrollo de la crianza ovina en el Perú*. Disponible en: <http://www.arariwa.org.pe/8posibilidades.pdf>:
- Arroyo, J. y J. Gallegos, A. Godoy, J. Méndez, (2006). *Sistemas neuronales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja*.
- Armstrong DT, Pfitzner AP, Warnes GM, Seamark RF. (1983). *Superovulation treatment and embryo transfer in Angora goats*. J. Reprod. Fert. 67: 403-410.
- Bearden, J., y J. Fuquay, (1982) *Reproducción animal aplicada*. 1era ed. México. El Manual Moderno; p.135 - 250.
- Barrell, G.K. Thrun, L.A. Brown, M.E. Vigué C. and Karsch, F.J. (2000). *Importance of photoperiodic signal quality to entrainment of the circannual reproductive rhythm of the ewe*. Biology of Reproduction. 63: 769-774.
- Bueno, A. (2012). *Producción de ovinos*. Texto universitario. Universidad Nacional del Altiplano. Oficina de Investigación. Facultad de Ciencias Agrarias. Editorial universitaria. Puno, Perú. 165 p.
- Blanco, M. R., Simonetti, L., & Rivera, O. E. (2003). *Embryo production and progesterone profiles in ewes superovulated with different hormonal treatments*. Small Ruminant Research, 47(3), 183–191.



- Cervera, D., G. Vargas., L. Navarrete., A. Aguiar., S. Erosa., A. Domínguez y J. Ramón (2011). *Efecto de un tratamiento con GnRH en el diestro en ovejas de pelo receptoras de embriones*. ITEA 107 (1): 59-63.
- Craplet, C. (1961). *El Cordero: Reproducción, alimentación y enfermedades*. 2da edición. Editorial Veterinaria. Salamanca – España.
- Dimas, M. (2000). *Problemática del Uso de Pieles en la Industria de la Curtiembre para Exportación*. Tesis. FAC. De Zootecnia .UNALM, Lima-Perú.
- Díaz, R. I. (2007). *Sector ovino en el Perú con perspectivas al 2015*. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Ministerio de Agricultura del Perú.
- Díaz, R. y Vilcanqui, H. (2013). *Manual de ovinos y las buenas prácticas*. Dirección general de competitividad agraria. Centro de Documentación Agraria-CENDOC. Primera edición. Lima, Perú. 100 p.
- Donalson, L.E. (1985). *Matching of embryos stages and grades with recipient oestrus synchrony in bovine embryo transfer*. Vet. Rec. 117: 489-49
- Evans, G. and Maxwell, W.M.C. (1990). *Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras*. Edit. ACRIBA, S. A. Zaragoza España. 192 P.
- Edmonson, M., Roberts J., Baird, A., Bychawski, S. y Pugh, D. (2012). *Theriogenology of sheep and goat*. 2ª edición. P. 150-230.
- Gonzales, M. (1980). *Largo del estro y del ciclo estral en borregas Corriedale del altiplano*. Tesis F.M.V.Z. UNA – PUNO.
- Gibbons A. y Cueto M. (2013) *Manual de transferencia de embriones en ovinos y caprinos*. INTA EEA Bariloche Área de investigación en producción animal grupo de reproducción. Segunda Edición.



- Gutiérrez, C. L. Rangel y A. Lassala. (2010). *Pubertad, ciclo estral y estacionalidad*. Reproducción de los animales domésticos, Editores Galina C. y Valencia J. 3ra. Edición México LIMUSA PP 92-108.
- Hafez, E. (2000). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. 7ma edición. Editorial InteramericanaMcGraw – Hill. México.
- Háñez y Hafez, B. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. (7ma ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Intramericana,
- International Embryo Transfer Society (1990). *Manual of the International Embryo Transfer Society*. Eds.: Stringfellow DA, Seidel SM. 2nd ed. USA, Champaign. pp. 79.
- INEI, (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario - Perú*.
- Jarquín, I. S. S. (2009). *Efecto de la sincronización con una o con dos esponjas de FGA sobre la respuesta superovulatoria en ovejas*. Tesis de Licenciatura Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca. 48 P.
- Lozano, H. (2014). *Reproducción ovina en Colombia*. Revista Ciencia Animal.
- Marca D. (2018). *Eficiencia de tres protocolos de superovulación en vacas Brown Swiss en el CIP Illpa UNA Puno*, Tesis Pre grado, UNA Puno, Peru.
- International Embryo Transfer Society (2004) *Manual of Embryo Transfer*. 2a ed. IETS. Champaign, Illinois. Estados Unidos de América.
- Malpaux, B. Thiéry J.C. and Chemineau, P. (1999). *Melatonin and the seasonal control of reproduction*. *Reproduction Nutrition Development*. 39: 355-366.
- Mcdonal, L. (1987). *Reproducción y endocrinología veterinaria*. 3da Edición. Ed. Interamericana. México.
- McDonald, L. (1981). *Reproducción en Endocrinología Veterinaria*. 2da edición. Editorial Interamericana. México.



- Morales M. (2017). *Comparación de dos protocolos de superovulación utilizando diferentes dosis de gonadotropina coriónica equina (ecg) en la producción de embriones ovinos* – Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Central del Ecuador, Quito Ecuador.
- Martin GB, Rodger J, Blache, D. (2004). *Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. Reproduction, Fertility and Development* 16.
- Ortega, C. (2006). *Comparación de dos métodos de sincronización de 31 estro en ovinos de pelo*. (Tesis de grado de Maestro de ciencias). Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia. México.
- Rodríguez, JM., Giraldo, C. Castañeda, S., Ruiz, T. Olivera, M. (2007). *Análisis multifactorial de las tasas de preñez en programas de transferencia de embriones en Colombia*. Rev. MVZ Córdoba.
- Rubianes, E. (2000). *Ondas de desarrollo folicular y respuesta ovárica en la oveja*. Tesis Doctoral. Universidad de la Republica. Uruguay.
- Salomón, S. (1990). *Inseminación artificial de Ovejas y Cabras*. Ed. Acriba. España. 1-171.
- Sepúlveda, N. 2012. *Inseminación artificial en ovinos*. XVI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. VI Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito.
- Stockebrand, S. C. (2003). *Desarrollo de una técnica asistida por laparoscopia para la recolección de embriones en ovejas*. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 49 P.
- Seekallu, S.V., B.M. Toosi, R. Duggavathi, D.M.W. Barrett, K.L. Davies, C Waldner and N.C. Rawlings. (2010). *Ovarian antral follicular dynamics in sheep revisited:*



*Comparison among estrous cycles with three or four follicular waves.*

Theriogenol.

Tamayo, M. (2000). *La ecografía como medio de diagnóstico y evaluación de los procesos reproductivos, en el bovino.* San José; la Habana, CUBA.

Vallet JC, Baril G, Rougier F, Chupin D, Procureur R, Corteel JM. (1987). *Feasibility and repeatability of embryo recoveries from dairy goats under laparoscopy.* 3rd Scientific Meeting of European Embryo Transfer Association, Lyon, France, 1: 60 (abstr.).

Vallet JC, Baril G. (1990). *Effect of time of laparoscopic intrauterine insemination in superovulated dairy goats.* 6th Scientific Meeting of European Embryo Transfer Association, Lyon, France.

Wolff M, Gibbons A, Cueto M, Willems P, Arrigo J. (1994). *Results of artificial insemination with frozen semen in Australian Merino ewes multiovulated with FSHp.* IV World Merino Conference. Montevideo, Uruguay.

## ANEXOS

**Tabla 20.** Análisis de varianza para el número de embriones de calidad 1.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Protocolo de superovulación	2	4.46	2.23	31.86	5.14	10.92	**
Error experimental	6	0.43	0.07				
Total	8	4.89					

CV = 13.36 %      Promedio = 1.98      \*\* = Altamente significativo

**Tabla 21.** Prueba de significancia de Tukey ( $Pr \leq 0.05$ ) para los protocolos de superovulación en el número de embriones de calidad 1.

Orden de merito	Protocolo de superovulación	Valor transformado número de embriones de calidad 1	Número de embriones de calidad 1
1	Protocolo 2	2.63	2.63 a
2	Protocolo 3	2.3	2.3 a
3	Protocolo 1	1.00	0.00 b

**Tabla 22.** Análisis de varianza para el número de embriones de calidad 2.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Protocolo de superovulación	2	0.23	0.12	2.00	5.14	10.92	n.s.
Error experimental	6	0.38	0.06				
Total	8	0.61					

CV = 19.67 %      Promedio = 1.22      n.s. = No significativo

**Tabla 23.** Análisis de varianza para el número de embriones de calidad 3.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Protocolo de superovulación	2	0.11	0.06	1.5	5.14	10.92	n.s.
Error experimental	6	0.22	0.04				
Total	8	0.33					
CV = 17.54 %		Promedio = 1.14		n.s. = No significativo			

**Tabla 24.** Análisis de varianza para el número de embriones degenerados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Protocolo de superovulación	2	0.29	0.15	1.67	5.14	10.92	n.s.
Error experimental	6	0.53	0.09				
Total	8	0.82					
CV = 24 %		Promedio = 1.25		n.s. = No significativo			

**Tabla 25.** Análisis de varianza para el número de ovocitos fecundados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Protocolo de superovulación	2	0.45	0.23	1.64	5.14	10.92	n.s.
Error experimental	6	0.86	0.14				
Total	8	1.31					
CV = 28.35 %		Promedio = 1.32		n.s. = No significativo			

**Tabla 26.** Datos del número de folículos, cuerpos lúteos, ovocitos fecundados.

Protocolos		Número de folículos	Número de cuerpos lúteos	Ovocitos fecundados
Protocolo 1	ovino 1	1	1	0
	ovino 2	0	0	0
	ovino 3	2	2	0
Protocolo 2	ovino 1	12	12	2
	ovino 2	11	11	0
	ovino 3	10	10	2
Protocolo 3	ovino 1	6	6	0
	ovino 2	7	7	3
	ovino 3	9	9	1
Total	9	58	58	8

**Tabla 27.** Datos de la cantidad y calidad de embriones y embriones viables.

Protocolos		Embriones				Embriones viables	Total embriones
		Calidad d 1	Calidad 2	Calidad 3	Degenerados		
Protocolo 1	ovino 1	0	0	0	2	0	2
	ovino 2	0	0	0	0	0	0
	ovino 3	0	0	0	1	0	1
Promedio		0	0	0	1	0	1
Protocolo 2	ovino 1	6	1	1	0	8	10
	ovino 2	8	0	0	2	8	10
	ovino 3	4	2	1	1	7	10
Promedio		6	1	0.7	1	7.7	10
Protocolo 3	ovino 1	5	0	0	0	5	5
	ovino 2	3	1	0	0	4	7
	ovino 3	5	1	1	0	7	8
Promedio	3	4.3	0.7	0.3	0.0	5.3	6.7





**Figura 6.** Selección de borregas donadoras.



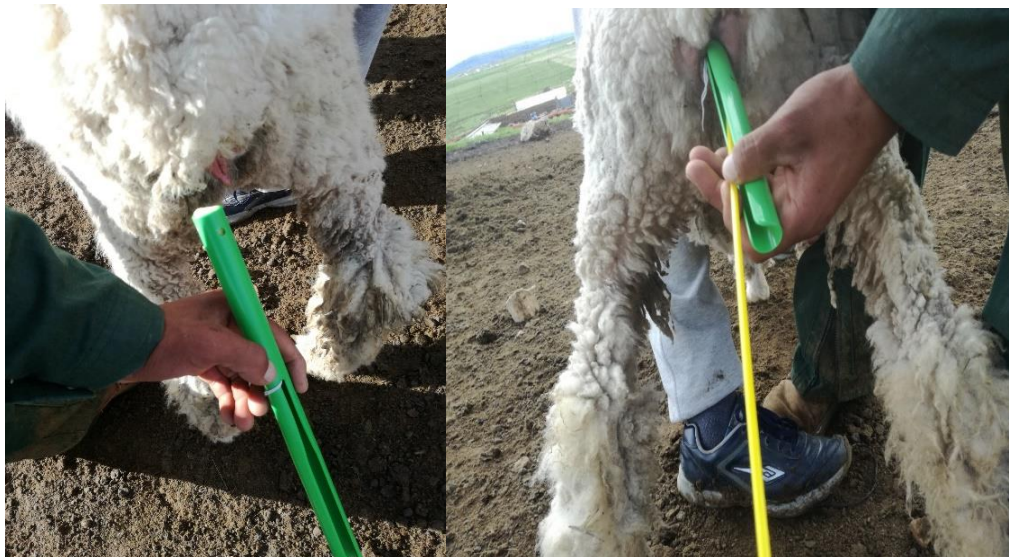
**Figura 7.** Selección de borregas receptoras.



**Figura 8.** Materiales a usar para la superovulación.



**Figura 9.** Superovulación de las donadoras.



**Figura 10.** Superovulación de las receptoras.



**Figura 11.** Inseminación artificial de las borregas donadoras.



**Figura 12.** Sincronización estral a receptoras de embriones.



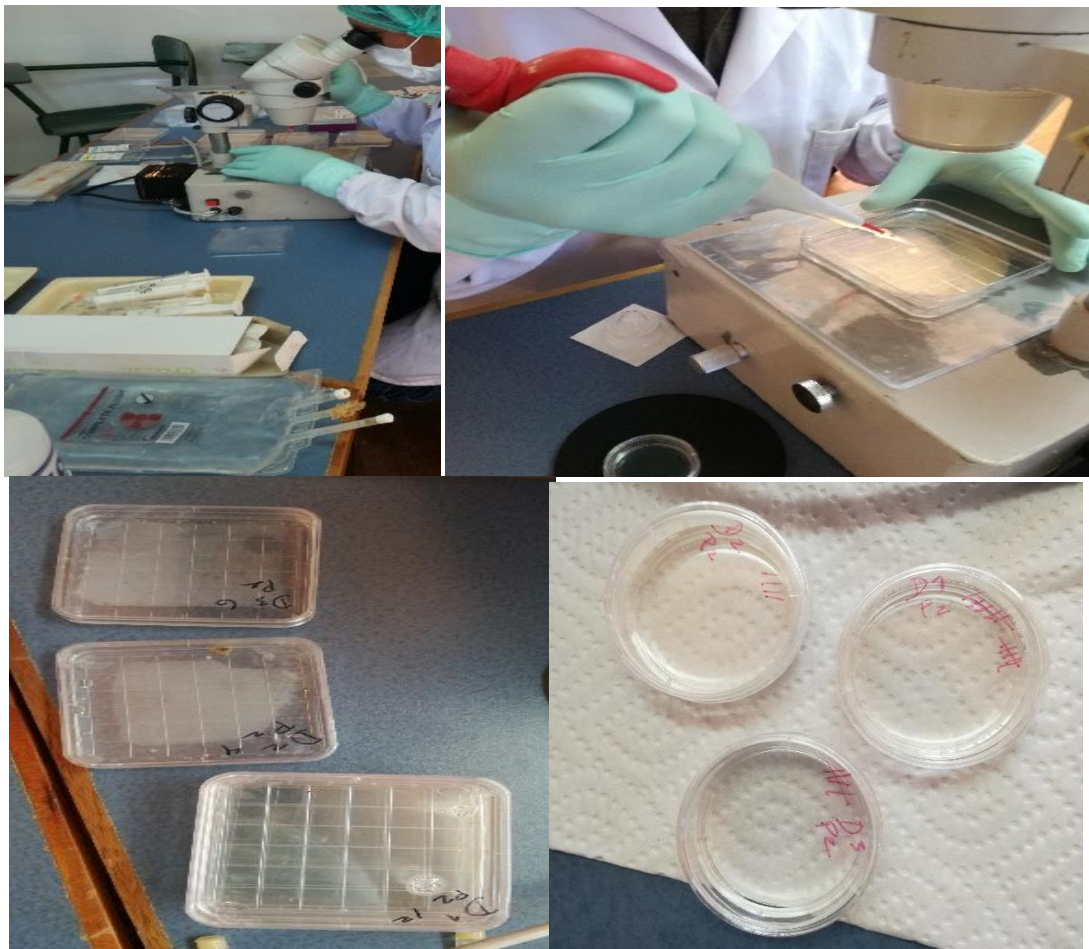
**Figura 13.** Selección de carneros de mañazo y carnero del centro experimental Illpa.



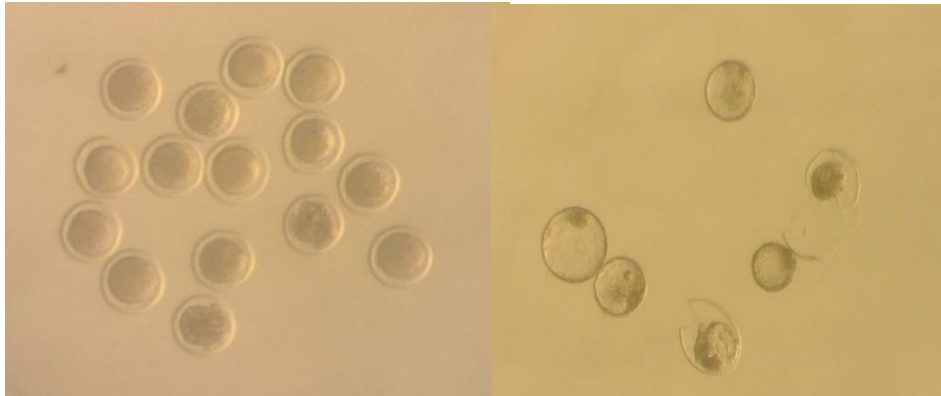
**Figura 14.** Colección de embriones.



**Figura 15.** Donantes después de la colección.



**Figura 16.** Aislamiento y búsqueda de los embriones del medio de colección.



**Figura 17.** Valoración y clasificación de los embriones.



**Figura 18.** Transferencia de embriones.



**Figura 19.** Diagnóstico de preñez de borregas receptoras