

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ Y VIABILIDAD  
DE REABSORCIÓN DE EMBRIONES EN EL CRIADERO EQUINO LA  
MARQUEZA ENTRE 2020 Y 2021**



**Arévalo Edgar Camilo  
Pulido Juan Esteban  
Otalora Rojas Kevin**

**Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Medicina Veterinaria  
Sede Circunvalar  
Bogotá D.C.  
2022**

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ Y VIABILIDAD  
DE REABSORCIÓN DE EMBRIONES EN EL CRIADERO EQUINO LA  
MARQUEZA ENTRE 2020 Y 2021**



**Arévalo Edgar Camilo  
Pulido Juan Esteban  
Otalora Rojas Kevin**

**Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Antonio Nariño  
90512032: Trabajo de Grado I**

**Director: MV, MSc, PhD Sebastián Bonilla Correal  
Co- Director- MV, cMSc Jorge Hernán López**

**Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Medicina Veterinaria  
Sede Circunvalar  
Bogotá D.C.  
2022**

## Resumen

La transferencia embrionaria es una de las técnicas actualizadas utilizadas actualmente en todo el mundo y la cual presenta una tasa de eficacia tanto en la recolecta del embrión por medio del lavado como la tasa de preñez al momento de realizar el proceso de la transferencia. Existen múltiples biotecnologías reproductivas hoy en día, en donde el Médico Veterinario / Médico Veterinario y Zootecnista implementará el método en donde haya obtenido mejores resultados.

Cabe recalcar que las yeguas son poliéstricas estacionales, en donde su ciclo estral (cabe recalcar que se divide en el estro y diestro) va comandado por la luminosidad y producción de estrógenos que le permitirá entrar en celo (Fase estral). Principalmente, esta fase del ciclo estral se da gracias a la liberación de GnRH, un péptido que se libera en el sistema hipotálamo hipófisis para así, estimular la liberación de gonadotropinas como lo son la hormona foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH).

La técnica de transferencia embrionaria puede realizarse de manera quirúrgica o no quirúrgica con el fin de implantar un embrión de una yegua donante (principalmente de buena genética) en una yegua receptora (hembra adoptiva de la donante). Teniendo en cuenta que ambas hembras deben estar en el mismo ciclo de ovulación (+/- 3 días de diferencia) para obtener mejores resultados a futuro. Genéticamente, el útero de la yegua receptora no tiene que influir en material cromosómico debido a que el proceso de fecundación se dio en la yegua donante; simplemente la yegua receptora sirve para seguir el desarrollo de crecimiento embrionario hasta el parto.

En este estudio, se busca evaluar la calidad de los machos reproductores (sementales) junto a la cantidad de lavados positivos o negativos en relación a la tasa de pegado embrionario y lavado embrionario, mediante estudios estadísticos para determinar la situación del criadero la Marqueza a nivel reproductivo.

**Palabras clave:** yeguas, transferencia embrionaria, preñez de yeguas, biotecnología reproductiva, criadero, reproducción equina.

### Abstract

Embryo transfer is one of the updated techniques currently used throughout the world and which presents an efficiency rate both in the collection of the embryo through washing and the pregnancy rate at the time of carrying out the transfer process. There are multiple reproductive biotechnologies today, where the Veterinary Doctor / Veterinarian and Zootechnician will implement the method where he has obtained the best results.

It should be noted that mares are seasonal polyestrous, where their estrous cycle (it should be emphasized that it is divided into estrus and right-handedness) is commanded by the luminosity and production of estrogens that will allow it to enter heat (estrous phase). Mainly, this phase of the estrous cycle occurs thanks to the release of GnRH, a peptide that is released in the hypothalamic-pituitary system in order to stimulate the release of gonadotropins such as follicle-stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH).

The embryo transfer technique can be performed surgically or non-surgical in order to implant an embryo from a donor mare (mainly of good genetics) in a recipient mare (adoptive female of the donor). Bearing in mind that both females must be in the same ovulation cycle (+/- 3 days apart) to obtain better results in the future. Genetically, the recipient mare's uterus does not have to influence chromosomal material because the fertilization process occurred in the donor mare; simply the recipient mare serves to follow the development of embryonic growth until delivery.

In this study, we seek to evaluate the quality of the breeding males (stallions) together with the number of positive or negative washings in relation to the rate of embryonic attachment and embryonic washing, through statistical studies to determine the situation of the La Marqueza hatchery at a national level. reproductive.

**Keywords:** mares, embryo transfer, mare pregnancy, reproductive biotechnology, breeding farm, equine reproduction.

## Tabla de Contenido

1. Introducción.....	6 2.
Planteamiento de problema.....	7 2.1
Pregunta problema.....	9 3.
Justificación.....	9 4.
Objetivos.....	11 4.1.
Objetivo general.....	11 4.2
Objetivos específicos.....	11 5.
Marco teórico.....	12
5.1. Fisiología reproductiva de la yegua.....	12 5.2.
Endocrinología de la yegua.....	12 5.3.
Transferencia de embriones.....	13 5.4.
Procedimiento de transferencia de embriones.....	15 5.5.
Fertilidad del semental.....	16 5.6.
Embrión congelado.....	16 5.7.
Condición climática.....	16 6..
Marco geográfico.....	17 7.
Metodología.....	19
7.1. Tipo de estudio.....	19
7.2. Línea de investigación.....	19 7.3
Variables.....	20 7.3.1
Criterios de inclusión y exclusión.....	20 7.3.1.1
Criterios de inclusión .....	20

7.3.1.2 Criterios de exclusión .....	20	7.4
Universo o población .....	20	7.5
Análisis estadísticos .....	23	8.
Discusión .....	28	9.
Conclusión .....	32	
11. Presupuesto		
.....	33	12.
Cronograma.....	34	10.
Bibliografía.....	35	

### Tabla de figuras:

1. Figura 1. Mapa de Tenjo.....	18
2. Figura 2. Ubicación vereda el Chacal .....	18 3.
Figura 3. Ubicación Criadero la Marqueza.....	19 4.
Figura 4. Cantidad de implantes de embrión realizados en el periodo 2020-2021 .....	21 5.
Figura 5. Cantidad de lavados realizados por mes .....	21 6.
Figura 6. Embriones positivos por cada inseminada de los machos.....	21 7.
Figura 7. Viabilidad de pegado en el año estudiado .....	23 8.
Figura 8. Cantidad de lavados +/- Cofrodita.....	25 9.
Figura 9. Cantidad de lavados +/- Consentida.....	25
10. Figura 10. Cantidad de lavados +/- Creacion.....	25
11. Figura 11. Cantidad de lavados +/- Diferencia.....	25
12. Figura 12. Cantidad de lavados +/- Dulce Insignia.....	25
13. Figura 13. Cantidad de lavados +/- Farahona.....	25
14. Figura 14. Cantidad de lavados +/- Leturgia.....	26
15. Figura 15. Cantidad de lavados +/- Maestranza.....	26
16. Figura 16. Cantidad de lavados +/- Mensajera Jr.....	26
17. Figura 17. Primer método de sincronización.....	29
18. Figura 18. Segundo método de sincronización.....	30
19. Figura 19. Tercer método de sincronización.....	31

## 1. Introducción

La técnica de transferencia de embriones se ha utilizado en Colombia desde la década de los años 70 con unos primeros ensayos en conejas y bovinos en la Universidad de Caldas. Allí mismo por primera vez se realizó la primera implantación de un embrión de una yegua donadora a una mula receptora, de la cual nació finalmente un potrillo (Suárez, 2004). Mediante esta técnica se pretende obtener un mayor número de crías de una misma yegua en el criadero la Marqueza, esto con el fin de expandir conocimientos, aprender más sobre técnicas de transferencia de embriones y así, poder razonar el propósito de mejorar la reproducción equina.

La transferencia de embriones en la yegua es una de las técnicas de reproducción asistida más ampliamente utilizada en la actualidad y su desarrollo mejora día a día. (Marenzi, 2015). La transferencia embrionaria en equinos fue propuesta inicialmente como un método promisorio para obtener potrillos de yeguas viejas subfértiles; sin embargo, en algunos experimentos se ha demostrado que muchos de los oocitos producidos por estas yeguas son defectuosos y tienen un bajo porcentaje de supervivencia cuando se transfieren a las receptoras (Castaño et al., 2008)

El lavado uterino transcervical es el método que se utiliza para la recuperación de embriones equinos para la transferencia embrionaria, considerando el día de ovulación como el día 0, el lavado se lleva a cabo entre los días 7 y 8, ya que los embriones no son recuperados en el día 9 porque el porcentaje de transferencia exitosa es generalmente más bajo que para los embriones recuperados en los días 7 u 8. El embrión no entra al útero desde el oviducto hasta el día 6-7 (Battut et al., 1997 y 2001)

Es una técnica que se usa día a día con el fin de mejorar y expandir sus conocimientos, el principal problema que encontramos es la falta de receptoras por fallas fisiológicas, esta



técnica se basa en la recuperación de embriones del útero de una yegua donante y su transferencia e Implantación en el tracto genital de una yegua receptora. En general la yegua debería ser capaz de producir como máximo un potrillo al año (Marenzi. 2015), debido a esto se pretende mejorar la reproducción equina en el criadero de la Marqueza con la técnica de transferencia de embriones en equinos, y así aumentar la eficiencia reproductiva de cada yegua. (Marenzi, 2015)

## **2. Planteamiento del Problema**

Mediante la transferencia embrionaria se busca recolectar del útero un embrión entre seis y ocho días postovulación (a través de lavado uterino) de una yegua donante que fue servida previamente. El embrión se transfiere (de manera quirúrgica o no quirúrgica) al útero de otra yegua receptora sincronizada previamente con la donadora (Ángel D, Bran JA. 2010). Como lo dice Ángel esta sería la manera óptima para buscar la preñez, pero no obstante puede haber problemas en el momento de realizar la técnica, la cual puede causar un rechazo al momento de la transferencia. Los problemas reproductivos de la yegua se podrían diferenciar en dos grupos. Fallos en el manejo reproductivo y causas patológicas (Carvajal L, 2018).

En las yeguas viejas (el envejecimiento ha producido cambios deletéreos en su organismo y por consiguiente en la reproducción), mientras que en yeguas jóvenes subfértiles (se desconoce la causa de dicha subfertilidad). En ambos casos, la subfertilidad trae aparejado un gran impacto sobre la producción equina, tanto en sistemas extensivos como intensivos y, a su vez, en sistemas de producción de embriones a gran escala; Todo esto tendrá un gran impacto económico a nivel mundial (Marinone A, 2016). Con esto surgen varios interrogantes como por ejemplo cuál sería la edad ideal y el prototipo de animal para realizar dicha práctica pues dado a que tanto en animales viejos como jóvenes puede haber problemas reproductivos.

La regularidad del ciclo estral está determinada por el balance de las hormonas producidas por la glándula pineal, el hipotálamo, la hipófisis, los ovarios y el endometrio (Ginther et al., 2008). El hipotálamo se considera como un punto clave de control reproductivo ya que los gonadotropos secretan la hormona GnRH, deca péptido que se libera en el sistema portal hipotalámico-hipofisario para estimular la síntesis y la liberación de las gonadotropinas: hormona folículo-estimulante (FSH) y luteinizante (LH) (Marinone A, 2016), con esta información que nos brinda Ana Marinone podemos ver que el único problema no es la edad de la yegua receptora ni de la donante sino que también existen ciertos factores endocrinos en los cuales puede haber déficit de ciertas hormonas reproductivas que nos interrumpan o nos descarte animales para este tipo de procedimiento dado a que el déficit de FSH o LH no generará crecimiento folicular y por consiguiente no ovulación y formación de cuerpo lúteo.

Según como lo dice Squires y colaboradores (1999) los factores que afectan la recuperación embrionaria incluyen: el día de recuperación, el número de ovulaciones, la edad de la donante y la calidad del semen con que fue servida la yegua. En conclusión, el principal factor que afecta a la recuperación es el estado reproductivo de la donante. Las hembras viejas con pobre historia reproductiva, producen menos embriones y a causa de patologías uterinas o del oviducto y al aumento de muertes embrionarias tempranas, se logra una menor recuperación en este tipo de animales obteniendo preñeces fallidas.

De acuerdo a los informes climáticos, las condiciones ambientales que se manejaron en la época entre Enero y Marzo del 2010 se encontraron en época seca con heladas, las cuales afectaron notablemente los potreros donde se encontraban los animales en pastoreo, a esto, se

le podrían implementar estudios adicionales con otros parámetros como alimentación, duración, condiciones ambientales diferentes como el tipo y calidad de forraje, además del clima e inclusión del suplemento, ya que al encontrarnos con un pasto que no ofrece nada de Selenio el cual podría subir el nivel de dosificación de este micro elemento para balancear un

poco más la dieta. (Soriano Toloza, M. F., & Bulla Díaz, C. A. (2010).

## **2.1 Pregunta problema**

¿Cuál es el porcentaje de preñez y viabilidad embrionaria en el criadero *la Marqueza*, en los años 2020-2021?

## **3. Justificación**

La transferencia de embriones es la técnica que consiste en extraer un embrión del útero de una yegua, la madre biológica (la donante) y colocarlo en el útero de otra yegua (la receptora). La receptora es la que lleva el embrión / feto y la que da a luz al potro. Bajo condiciones prácticas, el término transferencia de embriones debe entenderse como un conjunto de técnicas que permiten producir, recuperar y transferir embriones. (Balerdi, azpeitia, 2012)

Esta técnica es útil para reproducir animales con aptitudes morfológicas o funcionales admirables, pero también se puede utilizar como herramienta en yeguas con ciertos problemas de fertilidad y para reducir la transmisión de ciertas enfermedades al controlar

11

exhaustivamente a los reproductores o incluso mediante lavado de los embriones. (Balerdi, azpeitia, 2012)

Una de las mayores ventajas desde el punto de vista deportivo y de alta competencia, como en el caso de los caballos criollo colombiano, es el de permitir que de una excelente yegua ganadora en las pistas de exposición y siendo adicionalmente una yegua donadora, se puede

obtener varias crías vivas por año. Esto incrementa la selección de animales en cuanto a su línea de sangre, preservando la descendencia de padres campeones a sus hijos. Por otro lado no se hace necesario la preñez de la yegua donadora, ya que esto afecta en cierta forma el desempeño deportivo del ejemplar debido a su estado de gestación (Quevedo, 2002)

Realizamos este proyecto con el fin de demostrar que este tipo de técnicas reproductivas como lo es la transferencia de embriones salen muy favorecidas para los establecimientos ecuestres como lo es en este momento para el criadero *la Marqueza* ya que les brinda porcentajes de preñez al año con un resultado positivo, esto justifica la razón por la cual se quiere realizar este proyecto que aparte de ser un requisito para nuestra graduación es el futuro de los médicos veterinarios especializados en reproducción con el fin de brindar alternativas de procrear y de esto tener resultados excelentes como los son las crías de yeguas ejemplares para el criadero, teniendo como base el desarrollo de biotecnología reproductivas sin dejar a un lado la salud animal y el mejoramiento genético.

#### **4.1 Objetivo General**

**4.1.1** Evaluar entre los años 2020-2021 el porcentaje de preñez,

implantación y pegado de embriones en el criadero *la Marqueza*.

## **4.2 Objetivos Específicos**

**4.2.1** Recopilar información entre los años 2020-2021 sobre los porcentajes de recuperación de embriones en el criadero.

**4.2.3** Obtener los datos de los mejores machos reproductores en el criadero *la Marqueza* relacionado al porcentaje de preñez.

**4.2.4** Analizar los porcentajes obtenidos en la transferencia embrionaria, tanto de recuperación como de implantación.

### ***5.1 Fisiología reproductiva de la yegua***

Desde el punto de vista reproductivo, la yegua es una especie poliéstrica estacional con actividad ovárica en la época de primavera-verano y un periodo de quiescencia sexual en otoño

e invierno. Estas dos estaciones están separadas por períodos de transición (Sharp, 1986). Esta estacionalidad reproductiva de la yegua está regulada principalmente por los cambios en la duración del periodo de luz de cada día (fotoperiodo), aunque también es influenciada por la temperatura y la disponibilidad del alimento (Guerin y Wang, 1994; Fitzgerald y McManus, 2000; Nagy et al., 2000). La luz ejerce su efecto a través de la producción de melatonina por la glándula pineal en períodos de oscuridad, la cual bloquea la producción de Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) por el hipotálamo (Ginther, 1992). Cuando se produce un aumento de horas de luz diarias se producen periodos cortos de altas concentraciones de producción de melatonina, que permiten un incremento en la frecuencia y amplitud de la liberación de pulsos de gonadotropinas. El uso de luz artificial también puede inducir a que los ciclos comienzan más tempranamente que lo que ocurriría en condiciones naturales (Hughes et al. 1972; Palmer et al. 1982). Lo ideal para obtener resultados concretos sobre la fertilidad es importante saber sobre la fisiología del ciclo estral de la yegua.

## ***5.2 Endocrinología del ciclo estral***

En un ciclo estral de una yegua normal se encuentran hormonas como la liberadora de gonadotropinas (GnRH) esta llega al sistema hipofisario provocando la secreción de las gonadotropinas como la hormona folículo estimulante (FSH), quien genera el proceso de crecimiento y maduración folicular, y la hormona luteinizante (LH) encargada de intervenir en el proceso de ovulación, y formación del cuerpo lúteo (CL). Por otro lado se encuentran los

14

estrógenos (E2); hormonas esteroideas secretadas por los folículos ováricos estimulando conductas de celo y a su vez genera un feedback positivo sobre el hipotálamo e hipófisis liberando GnRH. Otra hormona esteroide es la progesterona (P4) producida en el CL, adicionalmente prepara el útero para la implantación de un embrión y mantenimiento de preñez, La hormona encargada de lisis el CL es la prostaglandina F2 $\alpha$  (PgF2 $\alpha$ ), esta se sintetiza en el endometrio y llega al ovario por vía sistémica para generar procesos apoptóticos generando un

retorno al estro entre 2 a 4 días y ovulación entre 7 a 12 días (Basto & González, 2018). Por otro lado, en comparación con otras hembras domésticas siendo la equina poliéstrica estacional. Las yeguas pueden presentar estros retrasados, diestros, estros prolongados, estros segmentados, y ovulaciones silenciosas. (Ariza L, Mesias A, Stephany A, 2019)

### ***5.3 Transferencia de embriones***

Mediante este procedimiento se busca recolectar del útero un embrión entre seis y ocho días postovulación (a través de lavado uterino) de una yegua donante que fue servida previamente. El embrión se transfiere (de manera quirúrgica o no quirúrgica) al útero de otra yegua receptora sincronizada previamente con la donadora, La reproducción en equinos está pasando por un momento de transición entre la inseminación y transferencia de embriones, las nuevas técnicas de reproducción asistida que en algunos países empiezan a comercializarse con buenos resultados teniendo en cuenta la sanidad de la yegua (Ariza L, Mesias A, Stephany A, 2019). La primera TE equina exitosa fue comunicada por Allen y Rowson en 1972, sin embargo, la técnica no fue utilizada como procedimiento clínico hasta comienzos de la década de los 80 's. En esos tiempos la TE estuvo limitada por la necesidad de mantener a las yeguas receptoras en el mismo lugar donde se realizaba la recolección de embriones, o al envío de las yeguas donantes a centros de transferencia embrionaria. A finales de los años 80 's fue descrito

15

un método práctico de refrigeración de embriones equinos, que permitió el transporte de estos por corto tiempo (24 horas). Esto favoreció la fácil recolección de embriones en campo y el envío de estos (refrigerados) al lugar donde estuvieran las hembras receptoras, haciendo este procedimiento más práctico y menos costoso (Ángel D, Bran JA. 2010)

Según Bastoy y González (2018) la fertilidad es un parámetro importante en la

eficiencia reproductiva de la especie equina ya que contribuye con el desarrollo genético de la población es por ello que la transferencia de embriones (TE) se ha posicionado en una de las técnicas de reproducción asistida más utilizadas en esta especie ofreciendo ventajas como transferencia genética en un tiempo más corto, reproducción de yeguas con alto valor genético, pero incapaces de llevar a término la gestación entre otros

La técnica consiste en inducir la ovulación en una yegua donante de alto valor genético, por medio de la aplicación de hormonas. La yegua es servida por un semental o por inseminación artificial. A los 6 a 8 días después de la ovulación se introduce en el útero un medio líquido en el cual flota el embrión para ser extraído a través de un catéter. El embrión retirado se deposita en una yegua receptora mediante un proceso similar a la inseminación artificial. (Bravo, 2001).

Como ya se ha explicado antes, las yeguas receptoras deben de estar sincronizadas con la yegua donante. Por ello, se utilizan yeguas de 4 a 8 días post ovulación, siendo las que mejores resultados proporcionan. Antes de la transferencia, la yegua debe de ser examinada mediante ecografía transrectal y palpación. Tiene que tener un buen tono uterino y el cuello del útero bien cerrado. Esto es indicativo de un nivel de progesterona aceptable en la circulación

16

sanguínea. En la ecografía tiene que encontrarse desarrollo folicular, una mucosa del útero uniforme, sin edema o fluido. (Equisan, sf)

#### ***5.4 Procedimiento de transferencia de embriones***

La transferencia embrionaria no quirúrgica involucra la deposición del embrión dentro del cuerpo del útero. Para comenzar, el embrión recuperado debe ser colocado en una pipeta



de inseminación o en una pajuela de inseminación artificial de 0,25 o 0,5 ml (Blanchard et al., 2003). En cualquiera de los casos, la elección del tamaño de la pajuela o el tipo de pipeta a utilizar, es según la preferencia del operador, pero también está influenciada por el tamaño del embrión; un embrión pequeño es fácil de levantar con una pajuela de 0,25 ml, pero uno grande, posiblemente no entre en ese tamaño de pajuela (Jasko D. J, 2002). En el caso de cargarlo en una pipeta de inseminación, primero debe tomarse una jeringa, cargarla con 5-6 ml de aire y asegurarla correctamente al final de la pipeta; luego el medio y el embrión deben ser cargados, en 0,2-0,4 ml, siguiendo la siguiente secuencia: medio, aire, medio conteniendo al embrión, aire, medio, aire. Este procedimiento de carga minimiza los movimientos del embrión dentro de la pipeta y ayuda a asegurar que el embrión sea descargado en el útero en el momento indicado (Blanchard et al., 2003) ya que la primera columna de medio sirve para lubricar la salida de la pipeta mientras que la tercera asegura la salida del embrión ( Stout T, 2006).

### ***5.5 Fertilidad del semental***

La calidad del semen así como el tipo de semen (fresco, refrigerado, congelado) del que se trate, determinar si el trabajo se debe hacer en condiciones ambulatorias o si por el

17

contrario debe realizarse en un centro fijo. Esta decisión es muy importante y en función de esto se podrán obtener mejores resultados y en definitiva una tasa de recuperación de embriones mayor. Normalmente los caballos subfértiles deben manejarse en un centro fijo con un laboratorio formal donde se pueda procesar el semen adecuadamente, por otra parte, es importante con este tipo de semen minimizar el intervalo Inseminación-Ovulación lo cual requiere un seguimiento exhaustivo de la donante (Giner Torres J,2012)

### ***5.6 Embrión Congelado***

Esta técnica se refiere a la criopreservación del embrión a  $-196^{\circ}\text{C}$ , el primer nacimiento de un potro fue reportado en 1983, si bien hay algunos resultados promisorios en nuestro país, ésta técnica no ha alcanzado el nivel de desarrollo y difusión que tiene, por ejemplo, en bovinos (Lossino & Aguilar ,2002). La congelación convencional (CC) consiste en la exposición del embrión a concentraciones crecientes de crioprotectores, deshidratando el embrión mientras se va enfriando a  $-0,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta  $-6^{\circ}\text{C}$ , cuando se induce el “seeding”, iniciándose la cristalización; a continuación, se desciende la temperatura hasta  $-35^{\circ}\text{C}$  y finalmente, se introduce en nitrógeno líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$  para su almacenamiento (Slade NP, et al. 1985).

### ***5.7 Condición climática***

Los países tropicales y subtropicales son los más afectados pues las condiciones climáticas como: precipitación, temperatura, humedad relativa así como el pH, estructura y la composición de suelo, los predisponen más a la presentación de leptospirosis. La OMS ha estimado una tasa de incidencia en humanos entre 4-100 casos por 100.000 habitantes en estos países, dando a conocer que un brote en China alcanzó una tasa de 1300 casos por 100.000 habitantes (OMS, 2001).

18

En Colombia fue descrita por primera vez en 1928, Villa mencionó (fiebre de concordia) describiendo la *Leptospira* spp como la posible enfermedad de Weil (Bravo et al, 1968).

Según (García-Gonzalez et al. 2013), la incidencia de la leptospirosis depende de varios factores como condiciones medio ambientales, recreación, condiciones de aseo en que se tengan a los animales entre otros. Según dicho autor, la enfermedad se presenta más que todo en climas tropicales y subtropicales. Esto podría explicar la baja presentación de la *Leptospira* spp. En base a esta cita al relacionarla al clima del criadero La Marqueza vemos que puede

haber una baja incidencia de leptospira debido a su clima frío.

## **6. Marco geográfico**

### **6.1 Área de estudio**

Tenjo es un pueblo a las afueras de Bogotá, ubicado en el departamento de Cundinamarca de la República de Colombia, se encuentra a una altitud de 2.569 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) con una temperatura media de 13,7 grados centígrados (°C), su precipitación anual es de 805 mm (Alcaldía de Tenjo, s.f). Las muestras y resultados se tomarán en el criadero la Marqueza ubicado en la vereda el chacal 8 Km 7 de Tenjo - Cundinamarca.

**Figura 1 Mapa de Tenjo.**



**Figura 2 Ubicación de vereda el Chacal.**



20

**Figura 3 Ubicación del criadero *la Marqueza***



## 7. Metodología

### 7.1 Tipo de estudio

Retrospectivo descriptivo: por medio de un ensayo donde se va a tomar el reporte de los años 2020-2021, y donde se tuvieron en cuenta como variables el porcentaje de recuperación, el porcentaje de pegado y el porcentaje de preñez.

## **7.2 Línea de investigación**

- Producción animal.

Se desarrollará bajo la línea de investigación de Producción animal; generando un gran punto de análisis y observación al momento de recolectar los datos, y observar la cantidad en cuanto a porcentaje de recuperación de embriones.

21

## **7.3 Variables**

- Variable independiente: Sementales usados para la reproducción
- Variables dependientes: % de recuperación de embriones, % de pegado de embriones, % de preñez

### **7.3.1 Criterios de inclusión y exclusión:**

#### 7.3.1.1 Criterios de inclusión

- Yeguas en el programa de transferencia de embriones del criadero •

Yeguas mayores a 3 años.

#### 7.3.1.2 Criterios de exclusión

- Yeguas usadas para otros sistemas reproductivos.

- Yeguas menores de 3 años

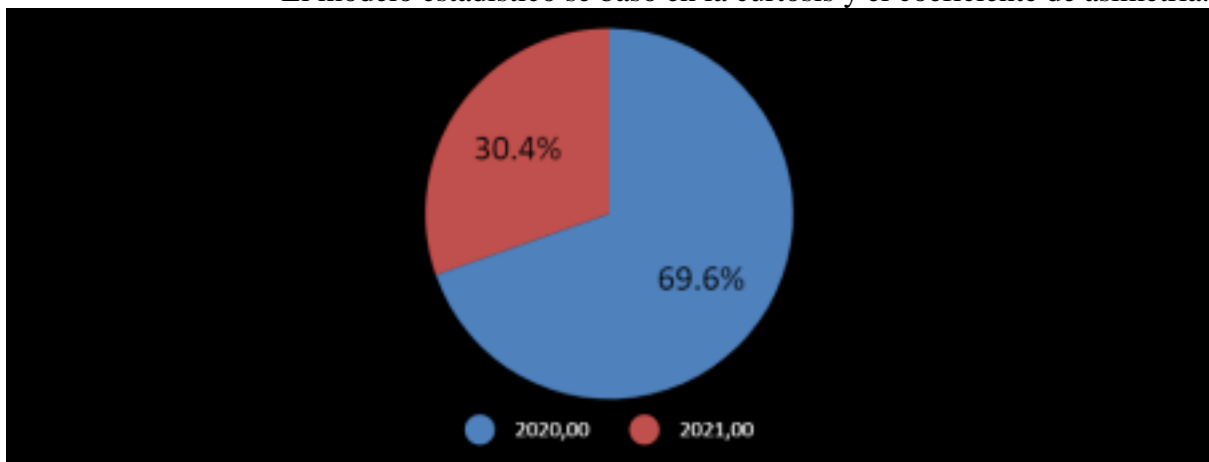
#### 7.4 Universo o Población

El estudio se realizó en el Criadero *la Marqueza* ubicado en Tenjo, Cundinamarca. Se utilizarán los datos obtenidos de los registros, de aquellas yeguas que están en el proceso de transferencia embrionaria en los años 2020 y 2021.

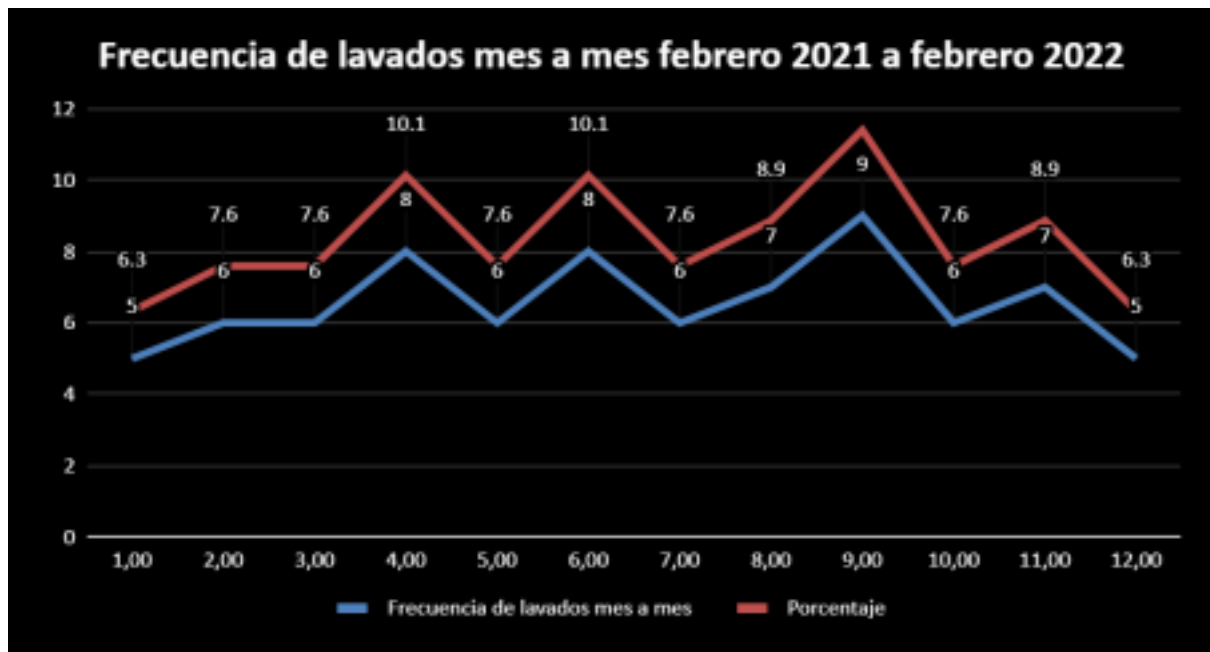
22

#### 7.5 Análisis Estadístico

El modelo estadístico se basó en la curtosis y el coeficiente de asimetría.



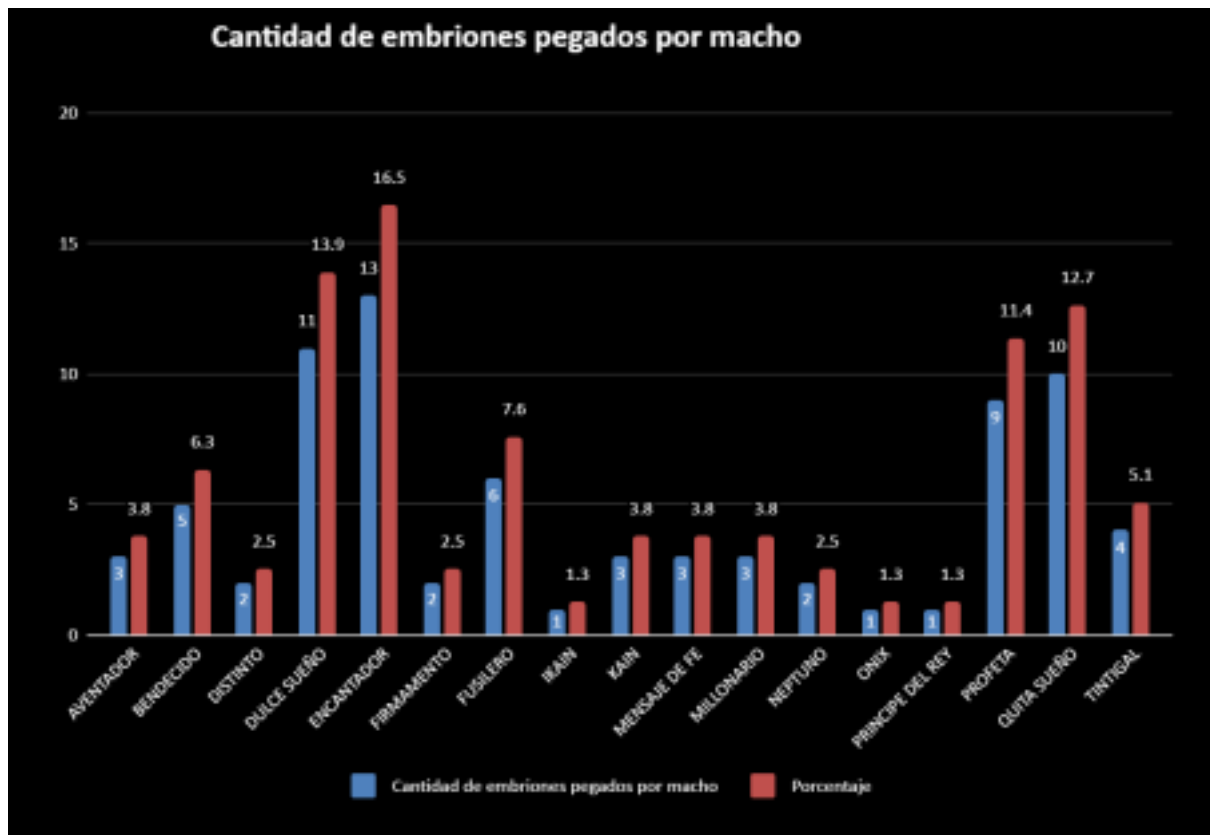
**Figura 4.** Cantidad de implantes de embrión realizados en el periodo del 2020-2021. Se evidenció que en el año 2020 se realizaron 55 lavados de embriones (69,6%), mientras que en el año 2021 se realizaron 24 lavados de embriones (30,4%) para un total de 79 embriones (100%).



**Figura 5.** Cantidad de lavados realizados por mes durante el 2020-2021.

23

Se evidencio en periodo 2020-2021 en cada mes el número de lavados embrionarios dentro de los cuales corresponden los siguientes: en el 1<sup>er</sup> mes se analizó un resultado de 5 lavados (6,3%), en el 2<sup>do</sup> mes se realizaron 6 lavados (7,6%), en el 3<sup>er</sup> mes 6 lavados (7,6%), en el 4<sup>to</sup> mes 8 lavados (10,1%), en el 5<sup>to</sup> mes 6 lavados (7,6%), en el 6<sup>to</sup> mes 8 lavados (10,1%), en el 7<sup>mo</sup> mes 6 lavados (7,6%), en el 8<sup>vo</sup> mes 7 lavados (8,9%), en el 9<sup>no</sup> mes 9 lavados (11,4%), en el 10<sup>mo</sup> mes 6 lavados (7,6%), en el 11<sup>vo</sup> mes 7 lavados (8,9%) y en el 12<sup>vo</sup> mes 5 lavados (6,3%).



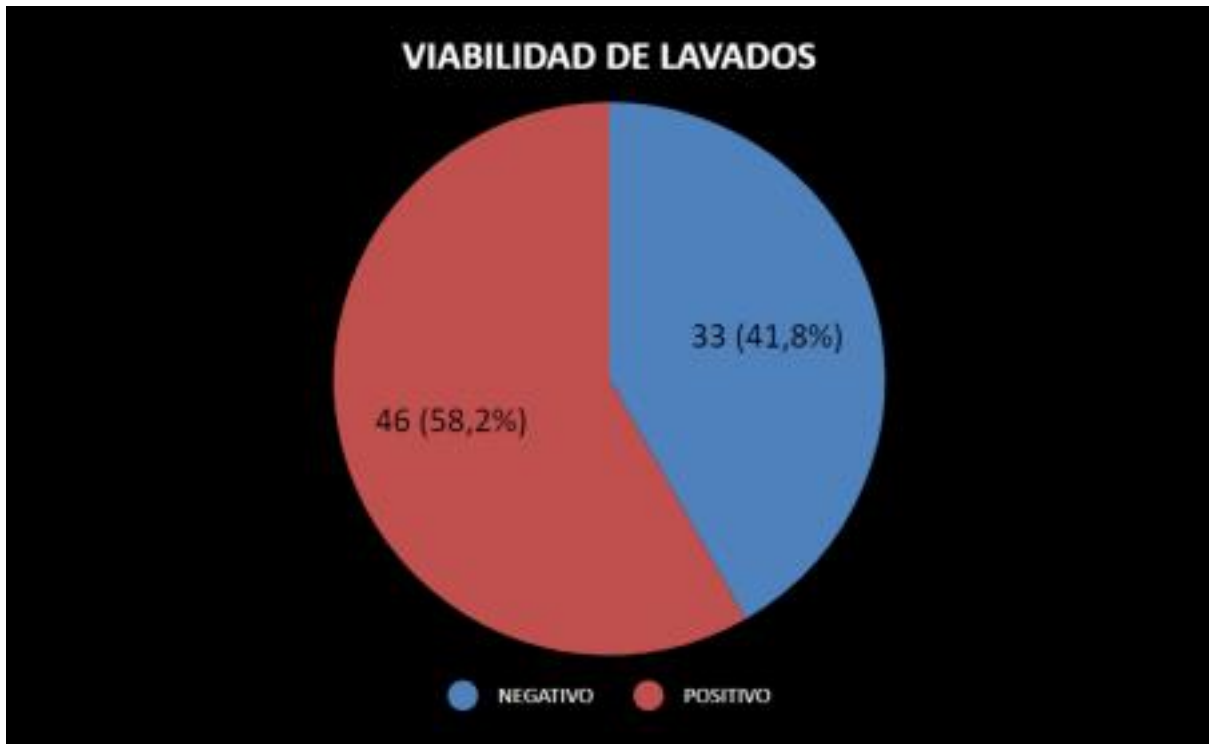
**Figura 6.** Embriones positivos por cada inseminada de los machos.

En esta tabla los resultados obtenidos equivalen a la cantidad de embriones pegados por cada reproductor del criadero *la Marqueza*; Aventador 3 embriones (3,8%), Bendecido 5 embriones (6,3%), Distinto 2 (2,5%), Dulce Sueño 11 embriones (13,9%), Encantador 13 (16,5%), Firmamento 2 embriones (2,5%), Fusilero 6 embriones (7,6,5), Ikain 1 embrión (1,3%), Kain

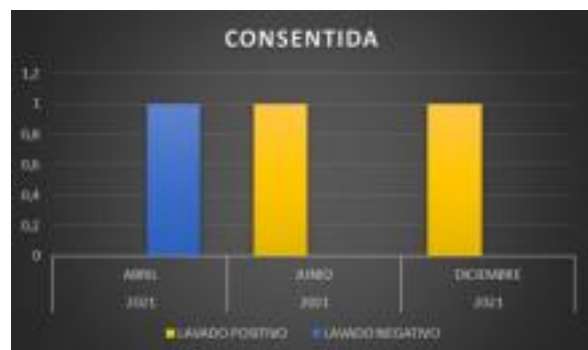
24

3 embriones (3,8%), Mensaje de Fe 3 embriones (3,8%) , Millonario 3 embriones (3,8%), Neptuno 2 embriones (2,5%), Onix 1 embrión (1,3%), Principe del Rey 1 embrión (1,3%), Profeta 9 embriones (11,4%), Quita Sueño 10 embriones (12,7%) y Tintigal 4 embriones (5,1%).





**Figura 7.** Viabilidad de pegado de embriones en el periodo estudiado (2020-2021). En cuanto a los resultados anteriores se reflejó una viabilidad de lavado de embriones positivos de 46 (58,2%) y 33 negativos (41,8%).



**Figura 8.** Cantidad de lavados +/- Cofrodita. **Figura 9.** Cantidad de lavados +/- Consentida.



**Figura 10.** Cantidad de lavados +/- Creación.

**Figura 11.** Cantidad de lavados +/- Diferencia.



**Figura 12.** Cantidad de lavados +/- Dulce Ins.

**Figura 13.** Cantidad de lavados +/- Farahona.

**Figura 14.** Cantidad de lavados +/- Leturgia.

**Figura 15.** Cantidad de lavados +/- Maestranza.

**Figura 16.** Cantidad de lavados +/- Mensajera Jr.

En conclusión, el análisis de estas últimas figuras nos indican una gran variedad de hembras reproductoras presentes en el criadero *la Marqueza* y su variabilidad y diferenciación en su estado reproductivo, por ejemplo, encontramos yeguas que son más complejas para poder producir el embrión que otras, aunque no toca dejar a un lado el proceso de colecta y técnica de inseminación con el semen del macho, por otro lado, algunas yeguas como lo son Leturgia y Cofrodita, mantienen un buen registro de lavados positivos en relación a los lavados totales que se reportaron. En total se realizaron 88 lavados durante el periodo del 2020-2021 en las yeguas reportadas anteriormente, en donde hubo un total de 49 lavados positivos (+) que equivale a un 55,6%, mientras que el 39 restante fueron negativos (-) y equivale a un 44,4%; con estos datos, se puede observar que en el criadero *la Marqueza*, tienen buenas yeguas reproductoras que hacen posible y exitoso el proceso de transferencia embrionaria.

## **8. Discusión**

Mediante los resultados obtenidos por el modelo de curtosis y modelo coeficiente de asimetría, se demostró una viabilidad considerable en el proceso de lavados positivos de embriones 2020-2021, sin embargo, se deben tener en cuenta la calidad de los sementales y su buena función reproductiva en el criadero *la Marqueza*, ya que existen ejemplares con mejor demanda espermática y consiguiente a eso poder tener más porcentajes de pegado de embriones sin tener una reabsorción a futuro.

De igual manera, si se desea implementar una transferencia de rapidez, se recomienda

realizar un protocolo de sincronización hormonal exógena, en donde se conocen 3 tipos de protocolos diferentes:

**Figura 17.** Primer método de sincronización. Fuente: U.C.A – Marenzi, Maria Ines, 2015.

En el caso del uso de progestágenos, éstos pueden darse a las yeguas para alargar la fase lútea de su ciclo de forma artificial (Blanchard et al., 1998, 2003). Comúnmente se administra altrenogest (vía oral) a todas las yeguas por 14-15 días; considerando, en el caso de las donantes, el día 15 como el último día de aplicación, se procede el día 16 a hacer la

28

aplicación de prostaglandina para inducir la luteólisis de cualquier cuerpo lúteo retenido (Blanchard et al., 2003 y Palma, 2008). En el caso de las receptoras, el tratamiento es igual, teniendo en cuenta que, cómo se dijo antes, el tratamiento se lleva a cabo 1 día después. Luego de finalizado este tratamiento se espera que tanto donantes como receptoras entren en celo a los 4-6 días de la inyección de prostaglandina. Según G. A. Palma (2008) tan pronto como se identifique el fin del celo, ya sea en la donante o en la receptora, la otra puede ser inducida a ovular utilizando gonadotrofina coriónica humana (hCG). Un inconveniente que presenta este tratamiento es que los folículos ováricos de las yeguas no están uniformemente regulados y por lo tanto, el intervalo desde la terminación del tratamiento hasta la ovulación, es variable entre yeguas tratadas de la misma manera. (Blanchard et al., 1998, 2003)

**Figura 18.** Segundo metodo de sincronizacion. Fuente: U.C.A – Marenzi, Maria Ines, 2015.

Blanchard et al. (1998, 2003) proponen que las prostaglandinas son comúnmente administradas 2 veces, con una separación entre aplicaciones de 14 días, realizando la aplicación en la receptora, 1 día después que en la donante. Se espera que las yeguas presenten

29

celo a los 4-6 días de la inyección de prostaglandina y, al igual que con el altrenogest, la ovulación es inducida con hCG en la donante o en la receptora sobre la base del fin del estro de cualquiera de las yeguas (G. A. Palma, 2008). Las prostaglandinas sólo inducen la luteólisis cuando se encuentra presente un cuerpo lúteo maduro y funcional, por lo tanto existe la posibilidad de realizar una única aplicación a donantes y receptoras, siempre y cuando se sepa con seguridad que todas ellas se encuentran en medio de su período de diestro. Para asegurar tasas similares de desarrollo folicular, es ideal que las yeguas que reciben la inyección tengan folículos de tamaños similares (Blanchard et al., 1998 y 2003).

**Figura 19.** Tercer metodo de sincronizacion. Fuente: U.C.A – Marenzi, Maria Ines, 2015.

La sincronización mediante el uso de progesterona y estradiol-17 $\beta$  es la más efectiva hasta el momento ya que este tratamiento inhibe el desarrollo folicular más uniformemente que el uso de progesterona sola. La progesterona (150 mg) y el estradiol-17 $\beta$  (10 mg) en aceite son administradas intramuscularmente a diario durante 10 días y, al igual que en los casos anteriores, se aplica prostaglandina en el último día de tratamiento. Si además, se aplica hCG cuando se detecta un folículo de 35 mm, aproximadamente el 70-75% de las yeguas van

30

a ovular a los 10- 12 días luego de finalizado el tratamiento. La incorporación del estradiol 17 $\beta$  en el tratamiento presentó menor variación en la sincronización de las ovulaciones y promovió el mejor comportamiento del estro post tratamiento. (Blanchard et al., 1998 y 2003).

Según Squires et al. (1999) los factores que afectan la recuperación embrionaria incluyen: el día de recuperación, el número de ovulaciones, la edad de la donante y la calidad del semen con que fue servida la yegua. Sin embargo el principal factor que afecta a la recuperación es el estado reproductivo de la donante. Las hembras viejas con pobre historia reproductiva, producen menos embriones y a causa de patologías uterinas o del oviducto y al aumento de muertes embrionarias tempranas, se logra una menor recuperación en este tipo de animales. Carnevale et al. (1995) reportaron que ovocitos defectuosos provenientes de

donantes viejas, son una causa de reducción de fertilidad.

Según T. A. E. Stout (2006) los factores que afectan el éxito de la transferencia embrionaria son principalmente la calidad del embrión, la técnica de transferencia utilizada (depende de la experiencia y el manejo que tenga el operador) y la sincronización entre la donante y la receptora (la cual se tratará más adelante). Dentro de la técnica, las 2 principales causas son la contaminación bacterial del útero dominado por progesterona (W. R. Allen, 2005) y/o los disturbios hormonales iniciados por el exceso de dilatación o manipulación del cérvix y dirigidos por oxitocina (Handler et al., 2003) o por la PGF $2\alpha$  liberada (Kask et al., 1997).

La transferencia embrionaria también puede ser una opción para aquellas yeguas que paren tarde en la temporada reproductiva. Esta técnica aporta la ventaja de producir preñeces durante ese mismo año permitiéndole a la donante reingresar temprano al siguiente año reproductivo. En aquellos animales que se encuentran en competición, les da la posibilidad de

31

que éstos sigan compitiendo ya que solo es necesario retirarlos por 1 o 2 semanas de las competencias para que den un potrillo (Blanchard et al., 1998 y 2003).

## 9. Conclusiones

Se concluye que la técnica de transferencia embrionaria en el criadero *la Marqueza* es viable debido a que el porcentaje de lavados positivos junto a la transferencia es mayor que los resultados negativos y por ende se considera un banco reproductivo de alta calidad.

Por otro lado, se considera que la técnica de inseminación artificial implementada en el criadero *la Marqueza*, es un método biotecnológico reproductivo muy viable, debido a que garantiza una mayor tasa de fertilidad y preñez.

Se concluye que en el criadero *la Marqueza* ciertos reproductores mostraron un resultado positivo frente al lavado embrionario siendo así los siguientes ejemplares: Dulce Sueño, Encantador, Profeta y Quita Sueño, los cuales son los mejores resultados de este estudio y posterior a esto, los sementales más requeridos en el criadero.

En este estudio también se muestran yeguas más viables para los lavados embrionarios, las cuales arrojaron resultados más positivos que negativos dando como conclusión que hay hembras físicas, metabólicas y hormonalmente más eficientes que otras dándose un puesto más importante en el criadero dada a su viabilidad económica.

Para finalizar, en condiciones ideales (personal con experiencia para el manejo de embriones y su posterior lavado y transferencia, uso de buenas donantes y receptoras, buenos parámetros climáticos soleados, entre otras) se pueden verificar buenos porcentajes de tasa de preñez y recuperados de embriones siendo un éxito este criadero.

32

## 10. Presupuesto

Este presupuesto está basado en un solo día, esto hará que tengamos en cuenta al futuro, las veces que programemos para desplazarnos al criadero *la Marqueza*.

Rubro	Alimentación	Materiales	Movilidad	Total/día
desayuno, almuerzo	18.000 por persona			
Materiales (mangas, ecógrafo, guantes etc.)		120.000 por grupo de trabajo		



Buses, peajes y gasolina			Bus: 4.200 por persona Peaje: 12.800 Gasolina: 50.000	
	<b>\$54.000</b>	<b>\$120.000</b>	<b>\$75.400</b>	<b>\$249.400</b>

Realizaremos 3 visitas a la semana con un total de: **\$748.200 COP** con el fin de recolectar la mayor cantidad de datos.

### 11. Cronograma

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5	Trimestre 6
Actividad	Construcción y aprobación del proyecto.	Búsqueda de información (Revisión de literatura).	Búsqueda de información (Revisión de literatura)	Búsqueda de información (Revisión de literatura).  Análisis de información.	Elaboración del documento final.  Sustentación.	Sustentación.

	X	X	X	X	X	
--	---	---	---	---	---	--

34

### Bibliografía

1. Ferreira-Silva, J. c., Sales, F., Nascimento, P. s., Moura, M. T., Freitas-Neto, L. M., Rocha, J. M., Ferreira, H. N., & L Oliveira, M. A. (2018, Noviembre 17). Evaluación de los días de recolección y transferencia de embriones sobre las tasas de preñez en yeguas Mangalarga Marchador durante la estación de monta. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 9. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v32n3/0120-0690-rccp-32-03-00214.pdf>
2. Diego Fernando Castaño, Ramón , Múnera, Jorge Enrique Gómez Oquend, Hemeson Moncada Ángel <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/96>
3. Aranda Cardona, A. L. (n.d.). *Maduración de ovocitos equinos por encapsulación*. Universidad de Zaragoza. Retrieved febrero 05, 2021, from <https://zaguan.unizar.es/record/58026/files/TAZ-TFG-2016-4602.pdf>
4. Ángel D, Bran JA. 2010. Reproducción asistida en equinos:nuevos aportes desde la teoría. *Rev Ces Med Vet Zootec.* 5(1): 56-69 <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428103005.pdf>
5. Marione, A. I. (2016). *Efecto de la edad y categoría reproductiva de la yegua sobre el estado de desarrollo y viabilidad in vitro de embriones tempranos*. Facultad de Ciencias Veterinarias U.N.C.P.B.A. Retrieved 02 02, 2021, from <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1570/Tesis%20Doctoral%20Marinone%2C%20Ana%20Ines.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6. Marenzi, M. I. 2015. Aspectos operativos en transferencia embrionaria equina y análisis del potencial de la tecnología de criopreservación [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/aspectos-operativos-transferencia-embrionaria.pdf> [05/02/2021]
  
7. Quevedo Criollo, D. A. (2010). Transferencia del embrión a diferentes días de la ovulación de la receptora y su impacto sobre la fertilidad en protocolos de transferencia de embriones equinos. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/116>
  
8. Torres, J. G. (2012). PUNTOS CRÍTICOS EN UN PROGRAMA DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA. RCCV.  
file:///C:/Users/kotal/Downloads/40088-Texto%20del%20art%C3%ADculo-51475-1-10-20120917%20(1).pdf
  
9. Acosta, J. (2020, Abril 17). *Actualizaciones en las diferentes técnicas de transferencia de embriones existentes en la producción equina*. Retrieved Febrero 01, 2021, from <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33787/jhacostar.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
  
10. Jose Luis Carvajal Ramos (2018) Equino Reproduccion: Problemas reproductivos en la yegua  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_MG/MG\\_1998\\_99\\_60\\_63.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_1998_99_60_63.pdf)

11. Nicolas Penino, Maria Jose Estrade, Rodrigo Costa Mattos: (2020, Diciembre 01): inseminación artificial con semen congelado equino: reacción inflamatoria, transporte espermático y técnica de inseminación.  
[http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-48092020000201401&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-48092020000201401&script=sci_arttext)
12. Leon Ariza, Andres Mesias, Angee Estephany (2019, 17 junio) Terapia hormonal en yeguas con problemas reproductivo  
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/11345>
13. Josep Giner Torres (2012). Congreso solidario de clínica equina: Puntos críticos en un programa de transferencia embrionaria.
14. Soriano Toloza, M. F., & Bulla Díaz, C. A. (2010). Efecto de la suplementación de selenio orgánico sobre el desempeño reproductivo en yeguas criollas en la Sabana de Bogotá. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/154>
15. Dangond Malkún, M. A., & Gutiérrez Morales, K. J. (2015). Detección serológica y por campo oscuro de *Leptospira* spp., en yeguas criollas colombianas ubicadas en predios del departamento de Cundinamarca. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina\\_veterinaria/52](https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/52)
16. Equisan (2015), Transferencia de embriones y sus indicaciones en yeguas.  
<http://www.equisan.com/images/pdf/transferenciaembriones.pdf>
17. Aréchiga-Flores Carlos. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez No. 147, Col. Centro, Zacatecas, Zac. México. C.P. 98000.  
[https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico\\_veterinario/article/view/169/186](https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico_veterinario/article/view/169/186)
18. Restrepo Betancur G, Úsuga Suárez A, Rojano BA. Técnicas para el análisis de la fertilidad potencial del semen equino. Rev CES Med Zootec. 2013; Vol 8 (1): 69-81.

19. Martínez NN, Pinzón JE, Porras JL, Pérez JN, Buitrago ER, Zambrano JL, Jiménez C. Criopreservación de embriones equinos y primer reporte de un potro de raza criolla colombiana nacido por transferencia de un embrión equino vitrificado. Rev Med Vet. 2014;(27):21-31.
  
20. Marenzi, M. I. 2015. Aspectos operativos en transferencia embrionaria equina y análisis del potencial de la tecnología de criopreservación [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/aspectos-operativos-transferencia-embrionaria.pdf>

