



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL ACETATO DE  
BUCERELINA VS. ACETATO DE DESLORELINA PARA  
SINCRONIZACIÓN DE CELO EN YEGUAS MESTIZAS”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:**

**ALDO SEBASTIAN BONIFAZ CAMPOS**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL ACETATO DE  
BUCERELINA VS. ACETATO DE DESLORELINA PARA  
SINCRONIZACIÓN DE CELO EN YEGUAS MESTIZAS”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:** ALDO SEBASTIAN BONIFAZ CAMPOS

**DIRECTOR:** Mvz. LUIS AGUSTÍN CONDOLO ORTIZ, M.Sc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Aldo Sebastian Bonifaz Campos

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Aldo Sebastian Bonifaz Campos, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

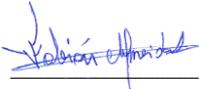
Riobamba, 13 de abril de 2023



**Aldo Sebastian Bonifaz Campos**  
**060417848-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, “EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL ACETATO DE BUCERELINA VS. ACETATO DE DESLORELINA PARA SINCRONIZACIÓN DE CELO EN YEGUAS MESTIZAS”, realizado por el señor: **ALDO SEBASTIAN BONIFAZ CAMPOS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Fabián Augusto Almeida López, Mgs. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2023-04-13
Mvz. Luis Agustín Condolo Ortiz, M.Sc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 _____	2023-04-13
Ing. Brayan Leonel Aldaz Parra <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 _____	2023-04-13

## **DEDICATORIA**

A mis padres, abuelitos, hermana y amigos que a lo largo de mi vida siempre han estado apoyándome.

*Aldo*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mi familia por su apoyo en todo momento, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la FCP por formarme académicamente, a mis queridos docentes, Dr. Luis Condolo e Ing. Brayan Aldaz que me han guiado y brindado su ayuda para la realización de mi Trabajo de Integración Curricular, a la Estación Experimental “Tunshi” por permitirme realizar mi trabajo de integración curricular de donde me llevo grandes amigos y mentores para la vida, a mi amiga Stefy I. por compartir preciados momentos en la ESPOCH y a Guardarraya por poner el soundtrack a muchas etapas de mi vida.

*Aldo*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Justificación .....	3
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	5
2.1. Antecedentes de investigación.....	5
2.2. Referencias Teóricas .....	6
2.2.1. <i>Generalidades reproductivas de las yeguas</i> .....	6
2.2.2. <i>Anatomía del aparato reproductor de la yegua</i> .....	7
2.2.2.1. <i>Vulva</i> .....	7
2.2.2.2. <i>Vagina</i> .....	7
2.2.2.3. <i>Cérvix</i> .....	7
2.2.2.4. <i>Útero</i> .....	7
2.2.2.5. <i>Trompa uterina</i> .....	8
2.2.2.6. <i>Oviductos</i> .....	8
2.2.2.7. <i>Ovarios</i> .....	8
2.2.3. <i>Fisiología reproductiva del equino</i> .....	8
2.2.3.1. <i>Órganos del eje hipotálamo-hipófisis</i> .....	8
2.2.3.1.1. <i>Hipotálamo</i> .....	8
2.2.3.1.2. <i>Hipófisis</i> .....	9

2.2.3.3.	<i>Endocrinología</i> .....	9
2.2.4.	<b>Ciclo estral</b> .....	13
2.2.4.1.	<i>Fases o etapas del ciclo estral</i> .....	13
2.2.4.1.1.	<i>Proestro</i> .....	13
2.2.4.1.2.	<i>Estro</i> .....	14
2.2.4.1.3.	<i>Metaestro</i> .....	14
2.2.4.1.4.	<i>Diestro</i> .....	14
2.2.4.2.	<i>Dinámica folicular</i> .....	14
2.2.4.3.	<i>Foliculogénesis</i> .....	15
2.2.4.4.	<i>Crecimiento folicular</i> .....	15
2.2.5.	<b>Biología reproductiva</b> .....	16
2.2.5.1.	<i>Inseminación artificial</i> .....	16
2.2.5.2.	<i>Transferencia de embriones</i> .....	17
2.2.5.3.	<i>Fecundación in vitro</i> .....	17
2.2.5.4.	<i>Clonación</i> .....	18
2.2.6.	<b>Sincronización de celo en yeguas</b> .....	18
2.2.6.1.	<i>Métodos y hormonas utilizadas para sincronización de celos</i> .....	18
2.2.6.2.	<i>Luz artificial</i> .....	18
2.2.6.3.	<i>Factores liberadores de gonadotropinas (GnRH)</i> .....	19
2.2.6.4.	<i>Progestágenos</i> .....	19
2.2.6.5.	<i>Prostaglandinas (PGF2<math>\alpha</math>)</i> .....	20
2.2.6.6.	<i>Implantes de yeguas</i> .....	20
2.2.6.7.	<i>Gonadotropina coriónica humana (GCh)</i> .....	21
2.2.6.8.	<i>Análogos de la Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)</i> .....	21
2.2.7.	<b>Diagnóstico de la preñez</b> .....	22
2.2.7.1.	<i>Palpación rectal</i> .....	22
2.2.7.2.	<i>Ecografía</i> .....	23
2.2.8.	<b>Gestación de la yegua</b> .....	23

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
3.1.	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	25
3.2.	<b>Unidades Experimentales</b> .....	25
3.3.	<b>Materiales, equipos e instalaciones</b> .....	25
3.3.1.	<i>Materiales</i> .....	25
3.3.2.	<i>Equipos</i> .....	26

3.3.3.	<i>Instalaciones</i> .....	26
3.4.	<b>Tratamientos y Diseño experimental</b> .....	26
3.4.1.	<i>Esquema del experimento</i> .....	27
3.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	27
3.6.	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	27
3.7.	<b>Procedimiento Experimental</b> .....	27
3.8.	<b>Metodología de Evaluación</b> .....	29
3.8.1.	<i>Tiempo de ovulación (horas)</i> .....	29
3.8.2.	<i>Tamaño del folículo ovulatorio (mm)</i> .....	29
3.8.3.	<i>Crecimiento folicular (mm)</i> .....	29
3.8.4.	<i>Ovario ovulado (U)</i> .....	29
3.8.5.	<i>Preñez (U)</i> .....	29

#### CAPITULO IV

4.	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	30
4.1.	<b>Análisis del tiempo de ovulación bajo la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas</b> .....	30
4.1.1.	<i>Tiempo de ovulación, (horas).</i> .....	30
4.2.	<b>Determinación del tamaño de folículo ovulatorio y la tasa de crecimiento folicular en relación con la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas</b> .....	31
4.2.1.	<i>Tamaño de folículo ovulatorio, (mm).</i> .....	31
4.2.2.	<i>Crecimiento folicular, (mm).</i> .....	32
4.3.	<b>Evaluación del ovario ovulado mediante la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo</b> .....	34
4.4.	<b>Observación del porcentaje de preñez con respecto a la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas</b> .....	35

#### CAPÍTULO V

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	38
5.1.	<b>Conclusiones</b> .....	38
5.2.	<b>Recomendaciones</b> .....	39

#### BIBLIOGRAFÍA

#### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b> Condiciones Meteorológicas de la Estación Experimental “Tunshi” .....	25
<b>Tabla 2-3:</b> Esquema del experimento .....	27
<b>Tabla 3-3:</b> Esquema del ADEVA .....	27
<b>Tabla 1-4:</b> Tiempo de ovulación (horas), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo .....	31
<b>Tabla 2-4:</b> Tamaño de folículo ovulatorio (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo....	33
<b>Tabla 3-4:</b> Crecimiento folicular (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo. ....	34
<b>Tabla 4-4:</b> Ovario ovulado en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo. ....	35
<b>Tabla 5-4:</b> Preñez en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo .....	37

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-4</b>	Tiempo de ovulación (horas), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.....	32
<b>Ilustración 2-4</b>	Tamaño de folículo ovulatorio (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.....	33
<b>Ilustración 3-4</b>	Crecimiento folicular (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.....	34
<b>Ilustración 4-4</b>	Ovario ovulado en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.....	36
<b>Ilustración 5-4</b>	Preñez en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.....	37

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TIEMPO DE OVULACIÓN (HORAS), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO B:** TAMAÑO DE FOLÍCULO OVULATORIO (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO C:** CRECIMIENTO FOLICULAR 1 (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO D:** CRECIMIENTO FOLICULAR 2 (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO E:** CRECIMIENTO FOLICULAR 3 (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO F:** OVARIO OVULADO EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO G:** PREÑEZ EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO H:** GIGANTOGRAFÍA DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO INTEGRADOR.
- ANEXO I:** VITAMINIZACIÓN Y SUPLEMENTACIÓN DE LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO J:** APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO K:** PALPACIÓN RECTAL DE LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO L:** ECOGRAFÍA TRANSRECTAL DE LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.
- ANEXO M:** CUBRICIÓN O MONTA NATURAL DE LAS YEGUAS MESTIZAS.

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el tiempo de ovulación, tamaño de folículo ovulatorio, crecimiento folicular, ovario ovulado y preñez en yeguas mestizas de la Unidad Académica y de Investigación Equina, perteneciente a la Estación Experimental "Tunshi", Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el km 12 de la vía Riobamba-Licto, provincia de Chimborazo. Se evaluaron los efectos de dos tratamientos frente a un testigo, los cuales fueron aplicados bajo un diseño completamente al azar, siendo el tratamiento T0 el grupo testigo, tratamiento T1 el acetato de bucerelina y el tratamiento T2 el acetato de deslorelina, con 4 repeticiones cada uno, con un tamaño de 12 yeguas por unidad experimental con un peso promedio de 429,5 kg. Los resultados no reportaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), sin embargo, existieron diferencias numéricas entre las medias de los tratamientos motivos de estudio. El menor tiempo de ovulación lo registro el tratamiento T1 perteneciente al acetato de bucerelina con un promedio de 9,5 horas posterior a la aplicación; el mayor tamaño de folículo ovulatorio también lo reportó el acetato de bucerelina con un tamaño promedio de 45 mm; el tratamiento T2 correspondiente al acetato de deslorelina presentó la mayor tasa de crecimiento folicular con un promedio de 3,67 mm; El tratamiento T1 también destacó en el mayor porcentaje de preñez, reportando un 100%; En la función ovárica, el ovario izquierdo presenta una mayor frecuencia de ovulación con un 60%. La utilización de acetato de bucerelina influyo positivamente en las variables analizadas por lo tanto se recomendó su aplicación para la sincronización de celo en yeguas debido a que el mismo nos permite obtener un tiempo de ovulación menor, un crecimiento folicular idóneo y el mayor porcentaje de preñez.

**Palabras clave:** <YEGUAS MESTIZAS>, <ACETATO DE BUCERELINA>, <ACETATO DE DESLORELINA>, <TIEMPO DE OVULACIÓN>, <CRECIMIENTO FOLICULAR>, <TAMAÑO DE FOLÍCULO OVULATORIO>.

  
D. B. R. A. I.  
Ing. *[Signature]* Castillo

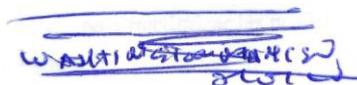


0759-DBRA-UTP-2023

## ABSTRACT

The main aim of this research is to evaluate the ovulation time, ovulatory follicle size, follicular growth, ovulated ovary, and pregnancy in crossbred mares of the Equine Academic and Research Unit, belonging to the "Tunshi" Experimental Station, Faculty of Animal Sciences of the School Superior Polytechnic of Chimborazo, located at km 12 of the Riobamba-Licto highway, Chimborazo province. The effects of two treatments were evaluated against the control, which was applied under a completely random design. Treatment T0 was the control group, treatment T1 with buserelin acetate, and treatment T2 with deslorelin acetate, with four repetitions each. The search used 12 mares per experimental unit, with an average weight of 429.5 kg. The results did not report significant differences ( $P>0.05$ ). However, there were numerical differences between the means of the treatments studied. The shortest ovulation time was recorded by the T1 treatment belonging to buserelin acetate with an average of 9.5 hours after the application; The largest ovulatory follicle size was also reported by buserelin acetate with an average size of 45 mm; the T2 treatment corresponding to deslorelin acetate presented the highest rate of follicular growth with an average of 3.67 mm; The T1 treatment also stood out in the highest percentage of pregnancy, reporting 100%; In ovarian function, the left ovary presents a higher frequency of ovulation with 60%. The use of buserelin acetate positively influenced the variables analyzed. Therefore its application was recommended for heat synchronization in mares because it allows us to obtain a shorter ovulation time, ideal follicular growth, and the highest percentage of pregnancy.

**Keywords:** <MIXED MARES>, <BUCERELIN ACETATE>, <DESLORELIN ACETATE>, <OVULATION TIME>, <FOLLICULAR GROWTH>, <OVULATORY FOLLICLE SIZE>.



Lic. Washington Mancero Orozco Mgs

**DOCENTE CARRERA ZOOTECNIA**

0601181079-9

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción equina es una actividad económica importante que involucra tanto la cría de caballos para fines deportivos y recreativos como para fines comerciales. Según datos de los tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, en 2021 se registraron un total de 192.187 cabezas de equinos en el país. En cuanto a la distribución geográfica, las provincias con mayor número de equinos registrados son Manabí, Guayas, Pichincha, Esmeraldas y Azuay (ESPAC, 2021).

La producción equina en el Ecuador se enfoca en diferentes áreas, como la cría, el entrenamiento, la competición y el comercio de caballos. En la cría, se busca mejorar las características genéticas de los equinos para obtener animales más resistentes, fuertes, veloces y con mejor temperamento. En el entrenamiento, se busca desarrollar las habilidades físicas y mentales de los caballos para prepararlos para las competiciones deportivas y recreativas. En la competición, los caballos son evaluados en diferentes disciplinas, como la equitación, el salto, la doma y la carrera. Y en el comercio, se busca obtener beneficios económicos mediante la venta de caballos y productos derivados (Duchimaza y Morocho, 2018, p. 21).

La reproducción equina es un proceso vital en la producción equina, ya que de él depende la continuidad de la especie y la mejora genética de los equinos. La reproducción equina se lleva a cabo mediante la unión de un macho (caballo) y una hembra (yegua) en un proceso conocido como apareamiento o monta. Durante el apareamiento, el caballo deposita su esperma en la vagina de la yegua, donde se produce la fecundación del óvulo y comienza el proceso de gestación (Cortés-Vidauri et al., 2018).

En los últimos años, se ha prestado especial atención al desarrollo de técnicas de sincronización de celo en los equinos para mejorar la eficiencia reproductiva de las yeguas. La sincronización de celo en yeguas es una técnica utilizada para maximizar las posibilidades de una gestación exitosa. Implica la administración de hormonas para coordinar el ciclo reproductivo de las yeguas como el acetato de bucerelina o el acetato de deslorelina (García y Fernando, 2014).

El acetato de buserelina es un análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que se utiliza comúnmente en la industria equina para controlar el ciclo reproductivo de las yeguas. Este compuesto actúa como un agonista de la GnRH, lo que significa que imita los efectos de la hormona natural en el cuerpo. En las yeguas, la buserelina se utiliza para inducir la ovulación en animales con ciclos irregulares o para sincronizar el celo en grupos de yeguas destinadas a la reproducción (Miki et al., 2016).

La deslorelina es otro análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), similar al acetato de buserelina. También actúa como un agonista de la GnRH, lo que significa que imita los efectos de la hormona natural en el cuerpo. En la reproducción equina, el acetato de deslorelina se utiliza principalmente para inducir la ovulación en yeguas en anestro (período de inactividad reproductiva) o con ciclos irregulares. También se puede utilizar para sincronizar el celo en grupos de yeguas destinadas a la reproducción (Chávez C et al., 2018).

## CAPITULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

Los equinos son animales fascinantes que han acompañado a la humanidad desde tiempos ancestrales. A lo largo de la historia, los caballos han sido utilizados en diversas actividades humanas, como la agricultura, el transporte, la guerra, la caza, el deporte y la recreación. Además, en algunos países, los equinos también se utilizan para fines comerciales, como la producción de carne, leche y otros productos derivados (Deraga, 2007, p.2).

La reproducción equina se lleva a cabo mediante la unión de un macho (caballo) y una hembra (yegua) en un proceso conocido como apareamiento o monta. Durante el apareamiento, el caballo deposita su espermia en la vagina de la yegua, donde se produce la fecundación del óvulo y comienza el proceso de gestación. Sin embargo, la reproducción equina no siempre es un proceso sencillo y eficiente, ya que existen diferentes factores que pueden afectar la fertilidad de los equinos, como la edad, el estado de salud, la nutrición, el ambiente y la época del año. Además, el proceso de reproducción natural puede ser difícil de controlar, lo que puede generar problemas en la gestión de la producción equina (Cintora, 2005).

Durante los últimos años, ha habido una gran atención en el desarrollo de métodos para sincronizar el celo en caballos con el objetivo de mejorar la tasa de reproducción en yeguas. La sincronización de celo es un método utilizado para aumentar las posibilidades de una gestación exitosa en yeguas. Este método involucra la administración de hormonas como el acetato de bucerlina o el acetato de deslorelina para coordinar el ciclo reproductivo de las yeguas (Barrios et al., 2020).

#### 1.2. Justificación

La sincronización de celo en yeguas es una práctica común en la industria equina y tiene muchos beneficios tanto para los dueños de los animales como para los profesionales que trabajan con ellos. La sincronización de celo con hormonas es una técnica que ha demostrado ser efectiva y segura. La administración de hormonas puede ayudar a controlar y regular el ciclo estral de la yegua, lo que facilita la planificación de la reproducción y mejora las posibilidades de éxito en los programas de cría. Además, el uso de hormonas para la sincronización de celo puede ayudar

a evitar complicaciones y riesgos asociados con la reproducción, como la infertilidad. Al sincronizar los ciclos de celo de varias yeguas, se puede maximizar el uso de los sementales y reducir el tiempo y los costos asociados con la reproducción. Además, la sincronización de celo puede ayudar a programar la gestación y el parto de las yeguas de manera que se puedan maximizar las oportunidades para exhibirlas o entrenarlas en eventos deportivos.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Evaluar la efectividad del acetato de bucerelina vs. el acetato de deslorelina para sincronización de celo en yeguas mestizas.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

Analizar el tiempo de ovulación bajo la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas

Determinar el tamaño de folículo ovulatorio y la tasa de crecimiento folicular en relación con la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas

Evaluar el ovario ovulado mediante la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas

Observar el porcentaje de preñez con respecto a la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1. Antecedentes de investigación

La búsqueda de métodos de sincronización de celo en yeguas para facilitar la planificación de la reproducción y poder garantizar el éxito en los programas de cría, así también para optimizar el tiempo y los recursos de la explotación ha llevado a los investigadores, profesionales y dueños de criaderos a realizar muchas investigaciones que prueban diferentes hormonas; una de ellas es el trabajo de Chávez et al. (2020, p. 1) con el tema: “Acetato de deslorelina y gonadotropina coriónica humana y su respuesta ovulatoria en yeguas postparto”, investigación que tuvo por objetivo evaluar el tiempo de respuesta a la ovulación, la tasa de crecimiento folicular y el porcentaje de ovulación en yeguas postparto Cuarto de Milla a las cuales se les aplicaron dos tratamientos el primero con acetato de deslorelina y el segundo con gonadotropina coriónica humana.

Los bajos índices en la eficiencia reproductiva es una de las principales razones para el desarrollo el trabajo mencionado; finalmente Chávez concluye que los tratamientos hormonales con acetato de deslorelina y gonadotropina coriónica humana pueden ser efectivos para controlar el desarrollo de los folículos ováricos y provocar la ovulación en yeguas postparto Cuarto de Milla que tienen folículos ováricos de 35 mm o más de diámetro. En consecuencia, ambos tratamientos hormonales pueden ser opciones viables para manejar la reproducción en estas yeguas en protocolos de manejo reproductivo. (Chávez et al., 2020).

Rodríguez G. et al. (2013) en su estudio denominado: “Evaluación del folículo ovárico de yeguas criollas post-administración de hCG”, tiene por objetivo evaluar la dinámica folicular en yeguas criollas antes y después de la administración de gonadotropina coriónica humana (hCG). El trabajo se llevó a cabo con 10 yeguas de diversa edad. La administración de administración de hCG presento que no existe diferencias en el crecimiento del folículo dominante entre ovarios y El diámetro del folículo preovulatorio fue de  $42.5 \pm 2.4$  mm, con un crecimiento folicular diario a partir del día de inicio del celo de  $2.1 \pm 0.9$  mm.

Del mismo modo Chávez et al. (2018) lleva a cabo un estudio denominado: “Efecto del uso de acetato de deslorelina en la inducción de ovulación de yeguas Caballo Peruano de Paso” con el fin de evaluar el efecto de la administración de acetato de deslorelina en el tiempo de ovulación

y tasa de preñez. De un tamaño de unidad experimental de 16 yeguas el 87.5% de las yeguas en el grupo experimental ovularon dentro de las 48 h, mientras que solo el 37.5% del grupo control lo hicieron. La tasa de preñez fue de 87% en el grupo tratado y 50% en el grupo sin tratar; en todos los casos sin encontrarse diferencias estadísticas significativas. de modo que esta investigación aporta información importante para los investigadores y criadores e incentiva a la realización de nuevas investigaciones.

## **2.2. Referencias Teóricas**

### **2.2.1. Generalidades reproductivas de las yeguas**

La reproducción equina es un proceso complejo y requiere cuidado y atención en cada etapa, desde el ciclo reproductivo hasta el parto. Los propietarios de caballos deben trabajar de cerca con un profesional especializado en reproducción equina para garantizar la salud y bienestar de sus animales y lograr una descendencia saludable. Se puede mencionar algunas generalidades reproductivas de las yeguas como:

- *Ciclo reproductivo:* El ciclo reproductivo de la yegua dura alrededor de 21 días, y se divide en tres fases: folículo, ovulación y cuerpo lúteo. Durante el folículo, el óvulo madura y el folículo se va agrandando, luego en la ovulación el folículo se rompe y el óvulo es liberado. Finalmente, durante el cuerpo lúteo, se forma una estructura en el ovario que produce la hormona progesterona (López, 2016).
- *Comportamiento de celo:* Durante el celo, la yegua puede mostrar ciertos comportamientos como frotar su cola, agacharse y orinar con frecuencia, así como permitir la monta del semental. Sin embargo, no todas las yeguas muestran comportamientos de celo tan evidentes (Cortés-Vidauri et al., 2018).
- *Inseminación artificial:* La inseminación artificial es una técnica común para la reproducción de yeguas. Se utiliza semen fresco o refrigerado de un semental, que se deposita directamente en el útero de la yegua en el momento adecuado de su ciclo reproductivo (Fajardo y Rodríguez, 2001).
- *Gestación:* La gestación de una yegua dura aproximadamente 11 meses. Durante este tiempo, la yegua debe recibir una dieta adecuada y cuidados veterinarios regulares para garantizar un desarrollo saludable del feto (Castro, 1980).

- *Parto*: El parto de la yegua es un proceso rápido y generalmente ocurre de noche. La yegua dará a luz al potro en una posición de pie, y el potro comenzará a amamantar inmediatamente después del nacimiento (Sánchez Riquelme et al., 1999).

## **2.2.2. Anatomía del aparato reproductor de la yegua**

### **2.2.2.1. Vulva**

La vulva corresponde a la estructura más externa del aparato reproductor de la yegua. Posee dos labios vulvares los cuales delimitan una comisura de forma redondeada en donde se sitúa el clítoris el cual será observable cuando la yegua este en celo, puesto que realiza movimientos característicos que se conocen como “vulveo del clítoris” (Fondevila Abenia et al., 2011, p. 145).

### **2.2.2.2. Vagina**

El órgano copulador de la hembra está ubicado en la cavidad pélvica, con un canal que va desde el vestíbulo vaginal hasta el cuello uterino, también constituida por el himen que separa la vagina del vestíbulo vaginal, el cual comunica a este con la vulva (Morales Muñoz, 2021, p. 240).

### **2.2.2.3. Cérvix**

También conocido como cuello uterino que se encuentra abierto o cerrado dependiendo del ciclo estral de la yegua, presentándose abierto en la fase del estro y al contrario en la fase del diestro y también durante la gestación. Las medidas de este conducto cilíndrico oscilan entre 4 a 7 cm de largo y 3,5 a 4,5 cm de ancho, se encuentra revestido por un epitelio que contiene células secretoras que producen una mucosidad que brinda lubricación durante la fase del estro y también ayuda a que sea impermeable a bacterias y objetos externos en las demás fases del ciclo estral (García, 2014).

### **2.2.2.4. Útero**

Conformado por el cuerpo uterino que presentan una medida de 15 a 20 cm de longitud y su extremo craneal es de 4 a 6 cm de ancho, estrechándose a medida que se aproxima al cérvix llegando a medir de 2 a 3 cm de ancho; y los cuernos uterinos, con forma cónica que miden 10 a 16 cm de largo y 2 a 3 cm de ancho, teniendo su mayor medida en anchura en la unión con el cuerpo uterino (Aldáz, 2015).

El útero tiene funciones de transportador de los espermatozoides hacia la trompa uterina, regulador del funcionamiento del cuerpo lúteo así como también permitirá una implantación, el proceso de gestación, parto e involución post parto (Camacho y Vasconcellos, 2016).

#### *2.2.2.5. Trompa uterina*

Actúa como transportadora de los ovocitos desde el ovario al útero. Se constituye por tres partes: el infundíbulo el cual presenta una forma cónica y está más cercano al ovario; la ampolla ubicada en la porción media en donde se da la fertilización así como también la segmentación temprana del ovulo fecundado; y el istmo el cual es una porción más estrecha que une al cuerpo uterino con la ampolla (Camacho y Vasconcellos, 2016).

#### *2.2.2.6. Oviductos*

Los oviductos están recubiertos por una capa serosa llamada mesosalpinx la cual sirve también como una bolsa que rodea al ovario, se caracteriza por presentar amplios pliegues en la fase de reposo sexual, muy frecuentemente pueden presentar quistes o tumores (Aldáz, 2015).

#### *2.2.2.7. Ovarios*

Los ovarios presentan una forma arriñonada que miden 7 a 8 cm de longitud y 3 a 4 cm de grosor, pero pueden variar su forma y tamaño según la edad de la yegua, raza y actividad ovárica. Se encuentran localizados en contacto con la pared lumbar del abdomen en la región sublumbar y por lo general se ubican ventral a la 4° o 5° vertebra lumbar. Tienen funciones endocrinas como la producción de hormonas y exocrinas como la liberación de óvulos (Fondevila Abenia et al., 2011, p. 147)

### **2.2.3. Fisiología reproductiva del equino**

#### *2.2.3.1. Órganos del eje hipotálamo-hipófisis*

##### *2.2.3.1.1. Hipotálamo*

El hipotálamo actúa principalmente sobre la función endocrina, favoreciendo la liberación hormonal con ayuda de los factores tróficos o a su vez liberando hormonas. Produce efectos de regulación sobre la hipófisis, la relación con esta dada por el infundíbulo que contiene varios

elementos como axones que provienen de los núcleos supraópticos y paraventricular ubicados en el hipotálamo que después se dirigen a la hipófisis (Pinel & Pérez, 2017a, p. 31).

#### 2.2.3.1.2. *Hipófisis*

La hipófisis es una glándula muy pequeña que mide aproximadamente 1 cm de diámetro y pesa alrededor de 500 a 900 mg, se encuentra ubicada en la “silla turca” del hueso esfenoides y se encuentra conectada al hipotálamo a través del infundíbulo. Presenta dos lóbulos: la adenohipófisis y la neurohipófisis (Pinel & Pérez, 2017a, p. 31).

#### 2.2.3.2 *Folículo ovárico*

El folículo ovárico es una estructura en el ovario que contiene un óvulo en desarrollo. El ovario de la yegua tiene múltiples folículos que crecen y maduran a lo largo del ciclo estral, que es el período reproductivo de la yegua (Parrado & Fandiño, 2019).

Durante el ciclo estral, uno de los folículos del ovario se vuelve dominante y comienza a crecer y desarrollarse a un ritmo más rápido que los demás. Este folículo dominante secreta hormonas reproductivas, incluyendo estrógeno, que afectan el comportamiento y la fisiología de la yegua. Finalmente, cuando el folículo dominante alcanza su tamaño máximo, se rompe y libera el óvulo dentro del oviducto, donde puede ser fertilizado por el esperma. Si el óvulo no es fertilizado, la yegua entra en un nuevo ciclo estral y el proceso comienza de nuevo (Espinoza et al., 2007).

#### 2.2.3.2. *Cuerpo lúteo*

El cuerpo lúteo es una estructura temporal que se forma en el ovario después de la ovulación. En las yeguas, el cuerpo lúteo se forma a partir de las células del folículo ovárico después de que el óvulo ha sido liberado durante la ovulación (Pinel y Pérez, 2017a).

El cuerpo lúteo es una glándula endocrina que produce hormonas reproductivas importantes, como la progesterona. La progesterona es esencial para mantener el útero en un estado adecuado para la gestación y para prevenir la ovulación durante el embarazo. Si la yegua no queda preñada, el cuerpo lúteo se desintegra después de unos 14 días, lo que lleva a la disminución de la producción de progesterona y al inicio de un nuevo ciclo estral. Si la yegua queda preñada, el cuerpo lúteo continúa produciendo progesterona para mantener la preñez (Castillo y Baquero, 2018).

#### 2.2.3.3. *Endocrinología*

En el caso de las yeguas, la endocrinología juega un papel muy importante en su reproducción. La yegua es un animal cíclico, lo que significa que experimenta cambios hormonales a lo largo de su ciclo reproductivo. El ciclo estral de una yegua dura alrededor de 21 días y está regulado por hormonas que son producidas y liberadas por diferentes glándulas del cuerpo (Pinel & Pérez, 2017, p. 26).

Uno de los principales jugadores en el ciclo estral de la yegua es el hipotálamo, una pequeña estructura en el cerebro que produce y libera la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). La GnRH viaja hasta la glándula pituitaria, donde estimula la liberación de dos hormonas llamadas hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) (Pinel & Pérez, 2017, p. 26).

La FSH y la LH tienen efectos específicos en los ovarios de la yegua. La FSH estimula el crecimiento de los folículos ováricos, que son estructuras que contienen los óvulos inmaduros de la yegua. La LH, por otro lado, es responsable de la ovulación, que es la liberación del óvulo maduro del folículo ovárico. Después de la ovulación, el folículo ovárico se convierte en una estructura llamada cuerpo lúteo, que es responsable de la producción de otra hormona importante llamada progesterona. La progesterona es necesaria para mantener el embarazo si la yegua queda preñada. Si la yegua no queda preñada, el cuerpo lúteo se degrada y los niveles de progesterona disminuyen, lo que desencadena un nuevo ciclo estral. (Cortés-Vidauri et al., 2018).

#### 2.2.3.3.1. *Melatonina*

La melatonina es una hormona que juega un papel importante en la reproducción de las yeguas. Esta hormona es producida por la glándula pineal, que se encuentra en el cerebro de los animales, incluyendo a los equinos (Leyva-Ocaris, 2020).

La producción de melatonina está influenciada por la cantidad de luz a la que está expuesta la yegua. Cuando hay menos luz, como en la noche, se produce más melatonina. Por lo tanto, durante los meses de invierno, cuando los días son más cortos y las noches más largas, la producción de melatonina es mayor (Correa & Fernández, 2017).

La melatonina actúa como un regulador del ciclo reproductivo de la yegua. En particular, juega un papel importante en la regulación del ciclo estral de la yegua. El ciclo estral es el período durante el cual la yegua es fértil y puede quedar preñada (Cortés-Vidauri et al., 2018, p. 14).

La melatonina ayuda a sincronizar el ciclo estral de la yegua con las estaciones del año. Durante los meses de invierno, cuando hay más melatonina en el cuerpo de la yegua, se suprime la producción de hormonas reproductivas como el estradiol y la progesterona. Esto hace que la yegua no ovule ni muestre signos de estar en celo (Correa & Fernández, 2017). A medida que los días se hacen más largos en la primavera y el verano, la producción de melatonina disminuye y la producción de hormonas reproductivas se reanuda. Esto provoca la ovulación y el inicio del ciclo estral de la yegua (Leyva-Ocaris, 2020).

En resumen, la melatonina actúa como un regulador del ciclo reproductivo de las yeguas, ayudando a sincronizar su ciclo estral con las estaciones del año y asegurando que sean reproductivamente activas durante los meses adecuados del año.

#### 2.2.3.3.2. *Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH)*

La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) es una hormona producida por el hipotálamo, una pequeña estructura en el cerebro. La GnRH actúa sobre la glándula pituitaria, una glándula endocrina situada en la base del cerebro, para regular la producción de hormonas gonadotrópicas, como la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (Pinel & Pérez, 2017b, p. 36).

En las yeguas, la GnRH es esencial para regular el ciclo estral, que es el ciclo reproductivo que ocurre en las yeguas. Durante el ciclo estral, la GnRH estimula la liberación de FSH y LH por la glándula pituitaria, lo que a su vez estimula el crecimiento de los folículos ováricos y la ovulación (Cortés-Vidauri et al., 2018, p. 16).

En la fase folicular del ciclo estral, la GnRH estimula la producción de FSH, lo que resulta en el crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos. En la fase lútea del ciclo estral, la GnRH estimula la producción de LH, lo que provoca la ovulación y la formación del cuerpo lúteo (Cortés-Vidauri et al., 2018, p. 16).

#### 2.2.3.3.3. *Hormona Folículo Estimulante (FSH)*

Esta hormona glicoprotéica es secretada por las células en respuesta a la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). Promueve la producción de esteroides sexuales estimuladas a través de las gónadas masculinas y femeninas junto con la LH, regula los procesos reproductivos como el crecimiento folicular estimulando su desarrollo y crecimiento que va a estar determinado por las

ondas de crecimiento folicular en la duración del ciclo estral, es por esto que se utiliza en la biotecnología de transferencia de embriones mediante la superovulación (Pinel & Pérez, 2017, p. 40).

#### 2.2.3.3.4. *Hormona Luteinizante (LH)*

La hormona luteinizante (LH) es una de las hormonas principales implicadas en la reproducción de las yeguas y tiene un papel fundamental en la ovulación donde su función principal en las yeguas es estimular la ovulación y la formación del cuerpo lúteo, lo que es fundamental para la fertilidad y el éxito reproductivo (Pinel & Pérez, 2017, p. 40).

La LH es producida y liberada por la glándula pituitaria, una pequeña glándula situada en la base del cerebro. La liberación de LH está regulada por el hipotálamo, una parte del cerebro que produce la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) (Pinel & Pérez, 2017, p. 41).

Durante el ciclo estral de la yegua, los niveles de LH aumentan justo antes de la ovulación. La LH estimula la producción de estrógenos por el folículo ovárico, lo que aumenta la vascularización del folículo y provoca la ruptura del folículo ovárico y la liberación del óvulo maduro. Además, la LH tiene un efecto luteotrópico, lo que significa que estimula la formación del cuerpo lúteo a partir del folículo ovárico vacío después de la ovulación. El cuerpo lúteo es una glándula endocrina que produce progesterona, que es necesaria para mantener la gestación si la yegua queda preñada. (Pinel & Pérez, 2017, p. 41).

#### 2.2.3.3.5. *Estrógenos (E2)*

Los estrógenos son producidos por los ovarios y en ínfimas cantidades por las glándulas adrenales. Tiene funciones principalmente en los caracteres sexuales de la hembra, induce al comportamiento de celo y la libido. Durante el estro aumenta la irrigación de los órganos sexuales de la hembra produciendo una hipertrofia donde se puede observar un edema genital, también influye en la relajación del cérvix. Regula la secreción de LH y FSH, la ovulación y estimula la síntesis de oxitocina en el útero (Pinel & Pérez, 2017, p. 72).

#### 2.2.3.3.6. *Progesterona (P4)*

Es producida principalmente por el cuerpo lúteo también por la placenta durante la preñez y la corteza suprarrenal. Sirve para mantener la gestación, así como también se encarga de preparar al útero para recibir la implantación del embrión, de no ser el caso sus niveles descienden 4 o 5 días antes presentarse la siguiente ovulación. Tiene efecto inhibitorio de la liberación de

gonadotropinas, los niveles de P4 descenderán cuando los niveles de LH se incrementen mientras que con la FSH se observa un pico 10 a 12 días después de la ovulación, si la yegua no presenta gestación los niveles de prostaglandina descenderán para permitir que vuelva a entrar en celo y ovule el día 21. (Aldáz, 2015).

#### 2.2.3.3.7. *Prostaglandinas F2 alfa (PGF2α)*

Las prostaglandinas son sustancias derivadas de ácidos grasos de 20 carbonos es decir de carácter lipídico, de acción paracrina que presentan respuestas rápidas y de corta duración a los receptores en la membrana. Tienen acciones sobre la ovulación, facilitan el parto mediante contracciones uterinas, también colaboran con la involución uterina. Se utiliza para la sincronización de celos. Ejercen control sobre la presión sanguínea y la coagulación de la sangre y también tiene acción luteolítica (Pinel & Pérez, 2017, p. 75).

#### 2.2.3.3.8. *Inhibina y Activina*

La función principal de la inhibina es inhibir la secreción de la gonadotropina FSH, realizando una retroalimentación negativa sobre el eje hipotálamo-hipófisis frenando o controlando la síntesis y secreción de la hormona folículo estimulante. Mientras que la activina aumenta la biosíntesis y secreción de FSH causando una retroalimentación positiva (Pinel & Pérez, 2017, p. 74).

### 2.2.4. *Ciclo estral*

El ciclo estral de la yegua es un proceso cíclico que ocurre durante la vida reproductiva de la hembra equina y que se repite aproximadamente cada 21 días. Durante este ciclo, la yegua pasa por diferentes fases que son controladas por fluctuaciones hormonales (Lopez, 2016).

El ciclo estral de la yegua se divide en cuatro fases principales: proestro, estro, metaestro y diestro. Cada fase está caracterizada por cambios hormonales, comportamentales y fisiológicos específicos.

#### 2.2.4.1. *Fases o etapas del ciclo estral*

##### 2.2.4.1.1. *Proestro*

Esta es la fase de preparación para el celo y puede durar de 2 a 7 días. Durante esta fase, los niveles de la hormona estrógeno aumentan gradualmente, lo que provoca la maduración de los

folículos ováricos y el engrosamiento del revestimiento uterino. La yegua puede mostrar signos de comportamiento inquieto, levantar la cola con frecuencia y permitir la monta, pero todavía no está lista para la reproducción (Castillo & Baquero, 2018).

#### 2.2.4.1.2. *Estro*

Esta es la fase del celo y dura de 4 a 6 días. Durante esta fase, los niveles de estrógeno alcanzan su punto máximo y desencadenan la ovulación. La yegua puede mostrar signos de comportamiento muy distintivos, como orinar con frecuencia, levantar la cola y adoptar una postura de celo cuando se le acerca un semental. La yegua es receptiva a la monta y puede quedar preñada en este momento (Castillo & Baquero, 2018).

#### 2.2.4.1.3. *Metaestro*

Etapa que dura de 2-3 días. Durante el metaestro, la yegua puede mostrar comportamientos diferentes a los de otras fases del ciclo estral, como un mayor grado de tranquilidad y una disminución de la receptividad sexual. Además, pueden ocurrir cambios en el tracto reproductivo, como una disminución del flujo sanguíneo y la secreción de moco cervical (Castillo & Baquero, 2018).

#### 2.2.4.1.4. *Diestro*

Esta fase dura de 14 a 16 días y es la fase post-ovulatoria. Durante esta fase, los niveles de estrógeno disminuyen y los niveles de la hormona progesterona aumentan. Si la yegua ha quedado preñada, el cuerpo lúteo en el ovario producirá progesterona para mantener la preñez. Si no se ha producido la fertilización, el cuerpo lúteo se degenerará y comenzará la siguiente fase (Castillo & Baquero, 2018).

#### 2.2.4.2. *Dinámica folicular*

La dinámica folicular en yeguas es un proceso complejo que involucra cambios hormonales y fisiológicos en los ovarios. Durante el ciclo reproductivo de la yegua, los folículos ováricos se desarrollan y maduran en un patrón cíclico (Parrado et al., 2019).

El ciclo estral en yeguas dura aproximadamente 21 días y se divide en tres fases: la fase folicular, la fase de ovulación y la fase lútea. Durante la fase folicular, el folículo dominante se desarrolla y crece bajo la influencia de la hormona folículo estimulante (FSH) producida por la glándula

pituitaria. A medida que el folículo crece, produce estradiol, una hormona que estimula la liberación de más FSH (Ramírez, 2006, p. 23).

Una vez que el folículo alcanza un tamaño maduro, se produce un pico en los niveles de estradiol y se produce una disminución en los niveles de FSH. Este cambio hormonal desencadena la liberación de la hormona luteinizante (LH) por la glándula pituitaria, lo que resulta en la ovulación del folículo dominante. Después de la ovulación, el folículo se convierte en cuerpo lúteo, una estructura productora de progesterona que mantiene el útero en un estado receptivo para la fertilización. Si no hay fecundación, el cuerpo lúteo se degrada y el ciclo estral comienza de nuevo con una nueva fase folicular (Uribe, 2021).

En resumen, la dinámica folicular en yeguas es un proceso cíclico y complejo que se regula mediante cambios hormonales y fisiológicos en los ovarios. La comprensión de estos procesos es importante para la gestión reproductiva y la optimización de la fertilidad en las yeguas.

#### *2.2.4.3. Foliculogénesis*

La foliculogénesis en yeguas es el proceso por el cual se forman los folículos ováricos que contienen los óvulos maduros. Comienza con un grupo de células foliculares inmaduras en el ovario, que se convierten en células de la granulosa bajo la influencia de la hormona folículo estimulante (FSH) (Gigli et al., 2006).

Las células de la granulosa luego comienzan a secretar estrógenos, lo que a su vez causa que la hormona luteinizante (LH) sea liberada por la glándula pituitaria. La LH estimula la producción de enzimas que ayudan a la ruptura del folículo maduro y la liberación del óvulo, proceso conocido como ovulación (Andrade et al., 2011).

Después de la ovulación, las células del folículo residual forman el cuerpo lúteo, que secreta progesterona para mantener el útero en estado de preparación para la gestación. Si no hay fecundación, el cuerpo lúteo se degenera y se forma un nuevo folículo para comenzar otro ciclo. Es importante tener en cuenta que la foliculogénesis en yeguas es influenciada por factores como la edad, la nutrición, la genética y el estado de salud en general, lo que puede afectar la regularidad y la calidad del ciclo ovárico (Ramírez et al., 2010).

#### *2.2.4.4. Crecimiento folicular*

El crecimiento folicular es un proceso importante en el ciclo reproductivo de las yeguas. Durante este proceso, los folículos ováricos se desarrollan y maduran, lo que finalmente lleva a la ovulación (Espinoza-Villavicencio et al., 2007).

En general, el ciclo reproductivo de las yeguas dura alrededor de 21 días. Durante los primeros días del ciclo, los folículos ováricos comienzan a crecer en tamaño y se vuelven más vascularizados, lo que significa que se desarrollan más vasos sanguíneos. A medida que los folículos crecen, producen estrógeno, una hormona que estimula el desarrollo del revestimiento uterino y ayuda a preparar al cuerpo para la ovulación (Gigli et al., 2006).

Alrededor del día 10 del ciclo, uno o dos folículos ováricos alcanzan su tamaño máximo y se vuelven dominantes. El resto de los folículos se reabsorben y desaparecen. A medida que el folículo dominante continúa creciendo, la cantidad de estrógeno que produce aumenta.

Finalmente, alrededor del día 14 del ciclo, el folículo dominante alcanza la madurez y se rompe, liberando un óvulo maduro que puede ser fertilizado por un espermatozoide. Este proceso se conoce como ovulación. Cuando el folículo ovárico alcanza un tamaño de aproximadamente 35-45 mm, es probable que la yegua ovule dentro de las próximas 24-48 horas (Ramírez et al., 2010).

Después de la ovulación, el folículo se convierte en un cuerpo lúteo, que produce progesterona. La progesterona ayuda a mantener el revestimiento uterino y prepara al cuerpo para la preñez. Si no se produce la fertilización, el cuerpo lúteo se degenera y se produce un nuevo ciclo reproductivo (Rodríguez G. et al., 2013b).

### ***2.2.5. Biotecnología reproductiva***

La biotecnología reproductiva en yeguas se enfoca en la manipulación de los procesos reproductivos en estos animales con el objetivo de mejorar su fertilidad y eficiencia reproductiva. También ha revolucionado la industria equina al permitir a los criadores producir crías con características mejoradas y reducir los riesgos asociados con la reproducción natural (Vélez & Hinrichs, 2011).

Algunas de las técnicas utilizadas en la biotecnología reproductiva en yeguas incluyen la inseminación artificial, la transferencia de embriones, la fecundación in vitro y la clonación. Estas técnicas pueden ser útiles en situaciones en las que la yegua tiene problemas de fertilidad o en programas de cría selectiva para mejorar las características de la progenie (González y Molfino, 2005).

#### ***2.2.5.1. Inseminación artificial***

La inseminación artificial (IA) es una técnica de biotecnología reproductiva que se utiliza ampliamente en la industria equina. Consiste en introducir semen previamente recolectado de un semental en el tracto reproductivo de la yegua, de manera que se produzca la fecundación del óvulo y se inicie la gestación (Rosas, 2012).

La IA es una técnica útil en situaciones en las que la yegua o el semental no pueden o no deben aparearse naturalmente, ya sea por problemas de fertilidad, incompatibilidad física, problemas de comportamiento, o riesgos de lesiones. También se puede utilizar para aumentar la tasa de concepción y reducir los riesgos asociados con el apareamiento natural (Palma, 2001, p. 12).

La introducción del semen en el tracto reproductivo de la yegua se puede realizar de diferentes maneras, como la deposición en el cuello uterino o la introducción en el útero. El éxito de la IA depende de la calidad del semen, la sincronización del ciclo reproductivo, la técnica utilizada y la salud general de la yegua (Barrios et al., 2020).

#### *2.2.5.2. Transferencia de embriones*

La transferencia de embriones es una técnica de biotecnología reproductiva que se utiliza en la industria equina para producir varias crías de una yegua altamente valorada en una sola temporada de apareamiento. Consiste en la extracción y transferencia de embriones de la yegua donante a una yegua receptora para su gestación (Heilenkotter, 2015).

El proceso de transferencia de embriones comienza con la selección y evaluación de la yegua donante. La yegua donante es tratada con hormonas para estimular la ovulación y la producción de múltiples óvulos. Luego, se realiza una inseminación artificial con semen de un semental de alta calidad. Una vez que los óvulos son fertilizados y se forman los embriones, se los extrae de la yegua donante (Vélez y Hinrichs, 2011).

Los embriones se transfieren a la yegua receptora mediante una técnica que se llama transferencia transcervical, en la que se introduce el embrión a través del cuello uterino.

La yegua receptora lleva el embrión a término y da a luz a la cría, que es genéticamente la descendencia de la yegua donante y el semental (Solano Moncada, 2021, p. 15).

#### *2.2.5.3. Fecundación in vitro*

La fecundación in vitro es una técnica de biotecnología reproductiva que se utiliza en la industria equina para producir crías con características genéticas específicas. Consiste en la fertilización de

un óvulo fuera del cuerpo de la yegua y la posterior transferencia del embrión resultante a una yegua receptora para su gestación. Se requiere un laboratorio especializado para realizar la FIV y el éxito depende de muchos factores, incluyendo la calidad del semen y los óvulos, la técnica utilizada y la salud de la yegua receptora (Restrepo y Restrepo, 2011).

#### *2.2.5.4. Clonación*

La clonación de yeguas es una técnica que ha ganado popularidad en los últimos años. Con esta técnica, se puede producir una yegua genéticamente idéntica a la yegua original. Esto puede ser útil en situaciones en las que se desea preservar las características de una yegua altamente valorada o cuando se necesita una yegua para la producción de hormonas (Vélez y Hinrichs, 2011).

#### *2.2.6. Sincronización de celo en yeguas*

La sincronización de celo se refiere a la manipulación del momento en que las yeguas entran en celo para que puedan ser inseminadas o cubiertas por un semental en un momento específico y conveniente (Fajardo y Rodríguez, 2001).

Para sincronizar el celo de varias yeguas en un período de tiempo específico, se pueden utilizar diferentes métodos y hormonas que controlan el ciclo reproductivo de la yegua. Estas hormonas pueden ser utilizadas para retrasar o adelantar el inicio del ciclo reproductivo, o para controlar el momento de la ovulación. Esto permite que las yeguas sean inseminadas o cubiertas por un semental en un momento específico y conveniente, lo que puede mejorar las posibilidades de éxito en la reproducción (Palma, 2001).

Es importante tener en cuenta que la sincronización del celo no garantiza la concepción, ya que todavía puede haber factores que afecten la fertilidad de la yegua o del semental.

##### *2.2.6.1. Métodos y hormonas utilizadas para sincronización de celos*

##### *2.2.6.2. Luz artificial*

La luz artificial puede tener un impacto significativo en la sincronización del ciclo reproductivo de las yeguas. Esto se debe a que la exposición prolongada a la luz artificial puede afectar la producción de hormonas que regulan el ciclo reproductivo, como la melatonina y la hormona luteinizante.

En particular, la luz artificial puede inhibir la producción de melatonina, que se produce naturalmente en la oscuridad y ayuda a regular el ciclo reproductivo. Esto puede provocar que el ciclo reproductivo de las yeguas se desincronice y que tengan dificultades para concebir (López et al., 2010).

Para contrarrestar este efecto, los veterinarios y cuidadores de yeguas pueden controlar cuidadosamente la exposición a la luz artificial, ajustando la iluminación en los establos y cubículos donde se mantienen las yeguas. También pueden utilizar técnicas de iluminación artificial específicas para simular los ciclos naturales de luz y oscuridad que las yeguas experimentarían en la naturaleza (López et al., 2010).

#### *2.2.6.3. Factores liberadores de gonadotropinas (GnRH)*

Los factores liberadores de gonadotropinas, como la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), juegan un papel crucial en la sincronización del ciclo reproductivo en las yeguas.

Estos factores estimulan la liberación de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) en el cuerpo de la yegua, lo que a su vez promueve la ovulación y la producción de progesterona (Fajardo y Rodríguez, 2001).

La administración de estos factores en momentos específicos del ciclo reproductivo puede ayudar a sincronizar los ciclos de las yeguas, lo que es útil para fines de reproducción.

Por ejemplo, la administración de GnRH en la fase temprana del ciclo puede estimular la ovulación temprana, mientras que la administración de progesterona en la fase media del ciclo puede prolongar la fase lútea y aumentar la tasa de concepción (Córdova, 2022).

#### *2.2.6.4. Progestágenos*

Los progestágenos son hormonas sintéticas que imitan la acción de la progesterona, una hormona que se produce naturalmente en los ovarios de las yeguas. La progesterona es una hormona clave en el control del ciclo reproductivo de las yeguas, ya que es la responsable de mantener la fase lútea del ciclo estral. Cuando se administra progestágenos a una yegua, se suprime la producción de hormonas que controlan el ciclo estral y se mantiene la fase lútea durante un período determinado de tiempo. Después de ese período, se suspende la administración de progestágenos y la yegua comienza a producir hormonas nuevamente, lo que desencadena el celo y la ovulación (Aldáz, 2015).

La sincronización del celo en las yeguas mediante el uso de progestágenos es una técnica comúnmente utilizada en la reproducción equina. Esto permite a los criadores controlar el momento de la ovulación y, por lo tanto, el momento de la cubrición o inseminación artificial. Es importante destacar que el uso de progestágenos debe ser administrado por un profesional veterinario capacitado y con experiencia en reproducción equina, ya que el protocolo y la dosificación de la hormona varían dependiendo de cada yegua y su estado reproductivo (Vélez y Hinrichs, 2011).

#### *2.2.6.5. Prostaglandinas (PGF2 $\alpha$ )*

Las prostaglandinas son sustancias químicas producidas naturalmente en el cuerpo de la yegua que están involucradas en la regulación del ciclo reproductivo. Cuando se administran prostaglandinas sintéticas a una yegua, se produce una disminución en los niveles de progesterona, lo que provoca la maduración del folículo ovárico y la ovulación (Aldáz, 2015).

Este efecto se utiliza comúnmente para sincronizar el celo y el ciclo reproductivo de las yeguas en programas de reproducción asistida. La administración de prostaglandinas sintéticas se puede utilizar para inducir la ovulación en yeguas que no han ovulado naturalmente y para programar el momento de la ovulación en yeguas que se utilizan en programas de inseminación artificial o transferencia de embriones (Fajardo y Rodríguez, 2001).

En general, el uso de prostaglandinas en la sincronización de celo y en la programación del ciclo reproductivo en yeguas es una técnica efectiva y segura que se utiliza ampliamente en la industria equina. Sin embargo, es importante que la administración de prostaglandinas se realice bajo la supervisión de un veterinario capacitado para asegurar que se utilice la dosis adecuada y se sigan las pautas de tratamiento correctas (Rico y Escobar, 2004).

#### *2.2.6.6. Implantes de yeguas*

Los implantes utilizados en la sincronización de celo o ciclo reproductivo en yeguas son dispositivos que contienen hormonas sintéticas que actúan sobre el sistema endocrino del animal para regular su ciclo estral. Estos implantes se colocan debajo de la piel en la zona del cuello de la yegua y liberan lentamente las hormonas durante un período de tiempo determinado. La mayoría de los implantes contienen progesterona, que es una hormona clave en la regulación del ciclo estral (Fajardo y Rodríguez, 2001).

La progesterona inhibe la producción de hormonas que desencadenan la ovulación y el comportamiento de celo, lo que permite controlar el momento de la ovulación y programar la inseminación artificial o la monta natural. Los implantes se colocan en momentos específicos del ciclo estral de la yegua, y se combinan con otras técnicas de sincronización, como la administración de hormonas gonadotrópicas o la exposición a luz artificial, para maximizar su eficacia (Gutiérrez y Álvarez, 2021).

#### *2.2.6.7. Gonadotropina coriónica humana (GCh)*

La hormona gonadotropina coriónica humana (hCG, por sus siglas en inglés) se ha utilizado en la sincronización del ciclo reproductivo en yeguas. La hCG es similar en estructura y función a la hormona luteinizante (LH), que es producida por la glándula pituitaria en el cuerpo. Cuando se administra hCG a una yegua, la hormona actúa para estimular la ovulación y la formación de un cuerpo lúteo. El cuerpo lúteo produce progesterona, que es importante para mantener la gestación temprana (Rodríguez G. et al., 2013a).

En términos de sincronización del celo, la hCG se ha utilizado para inducir la ovulación en yeguas en celo o para sincronizar el celo en un grupo de yeguas. Esto se logra administrando hCG a todas las yeguas en el grupo al mismo tiempo, lo que resulta en la ovulación sincronizada en todas las yeguas en un período de tiempo determinado (Chávez et al., 2020).

#### *2.2.6.8. Análogos de la Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)*

##### *2.2.6.8.1. Acetato de Buserelina*

El acetato de buserelina es un análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que estimula la producción de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) en el cuerpo de la yegua. Cuando se administra en el momento adecuado del ciclo reproductivo de la yegua, el acetato de buserelina puede provocar una rápida y masiva liberación de LH y FSH, lo que estimula la ovulación y la producción de progesterona. Esto puede ayudar a sincronizar el ciclo reproductivo de las yeguas, permitiendo una mejor planificación de la reproducción (Montesi et al., 2020).

El acetato de buserelina es una de las opciones más antiguas y establecidas para la sincronización del celo en yeguas, pero puede tener algunas desventajas en comparación con otros fármacos más nuevos, como el acetato de deslorelina. Por ejemplo, la buserelina puede tener una duración más corta de acción que la deslorelina, lo que significa que pueden ser necesarias dosis adicionales

para garantizar la ovulación y la sincronización adecuadas del ciclo reproductivo (Montesi et al., 2020).

#### *2.2.6.8.2. Acetato de Deslorelina*

Es un análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), similar al acetato de bucerelina. La deslorelina se administra por vía intramuscular en la yegua, lo que provoca una rápida y fuerte liberación de LH y FSH. Esto estimula la ovulación y la producción de progesterona, lo que puede ayudar a sincronizar el ciclo reproductivo de las yeguas (Chávez et al., 2018).

El acetato de deslorelina ha demostrado ser efectivo en la sincronización del ciclo reproductivo en yeguas, y puede tener algunas ventajas sobre el acetato de bucerelina. Por ejemplo, la deslorelina tiene una duración más prolongada de acción que la buserelina, lo que significa que se requiere una sola dosis para estimular la ovulación y sincronizar el ciclo.

Además, la deslorelina ha demostrado ser segura y bien tolerada en yeguas, con pocos efectos secundarios observados. Algunos de los efectos secundarios más comunes incluyen una leve reacción en el sitio de la inyección, como inflamación o dolor (Lara et al., 2021).

#### *2.2.7. Diagnóstico de la preñez*

La detección de preñez en las yeguas es un proceso importante para asegurar que la yegua está preñada y para monitorear su progreso durante la gestación. Hay varias formas de detectar la preñez en las yeguas.

##### *2.2.7.1. Palpación rectal*

La palpación rectal es una técnica que se utiliza para detectar la preñez en las yeguas, así como para monitorear el progreso de la gestación. Este procedimiento se realiza con guantes estériles y lubricantes, y es llevado a cabo por un profesional experimentado (Castro, 1980).

La palpación rectal permite al profesional sentir el útero y el embrión a través de la pared rectal de la yegua. Para ello, se introduce el brazo rectalmente y se utiliza los dedos para explorar el interior del recto de la yegua en busca del útero, ovarios y otros órganos reproductivos (Boeta et al., 2013).

Durante la palpación rectal, el profesional puede determinar si la yegua está preñada, la edad aproximada del embrión y si hay algún problema en el útero o los ovarios. Es importante que el veterinario tenga experiencia en la técnica de la palpación rectal, ya que es una técnica que requiere habilidad y delicadeza para no dañar a la yegua (Rodríguez, 1993).

#### *2.2.7.2. Ecografía*

La ecografía transrectal es una técnica de diagnóstico por imagen que se utiliza para detectar la preñez en las yeguas, así como para monitorear el progreso del embarazo. Este procedimiento se realiza con un dispositivo de ultrasonido que se inserta en el recto de la yegua (Boeta et al., 2013).

Durante la ecografía transrectal, el dispositivo de ultrasonido envía ondas sonoras de alta frecuencia hacia el interior del cuerpo de la yegua. Estas ondas sonoras rebotan en los órganos internos y se reflejan de nuevo en el dispositivo de ultrasonido, donde son convertidas en imágenes en tiempo real del útero, ovarios y el embrión (Escudero, 2016).

La ecografía transrectal es una técnica muy precisa y no invasiva para detectar la preñez en las yeguas, y puede ser realizada a partir de los 12-14 días después de la ovulación. Además, la ecografía transrectal también permite al veterinario determinar la edad aproximada del embrión, el tamaño y la posición del saco embrionario, así como cualquier posible anomalía en el desarrollo embrionario (Aldáz, 2015).

#### **2.2.8. *Gestación de la yegua***

La gestación de la yegua es el proceso en el cual se desarrolla un embrión en el útero de la yegua y finalmente da lugar al nacimiento de un potro. El periodo de gestación de una yegua dura alrededor de 11 meses, lo cual equivale a aproximadamente 340 días (Gonzalez, 2018).

El proceso de gestación comienza cuando el óvulo de la yegua es fecundado por el espermatozoide del semental. La fecundación ocurre en la trompa de Falopio y luego el embrión se mueve hacia el útero, donde se adhiere a la pared uterina (Paredes et al., 2012).

Durante la gestación, la yegua necesita una alimentación adecuada y suficiente, ya que el embrión y el feto en crecimiento requieren una gran cantidad de nutrientes para desarrollarse correctamente. También es importante mantener un ambiente tranquilo y sin estrés para la yegua, ya que el estrés puede afectar negativamente su salud y la del feto. A lo largo de la gestación, el profesional llevará un seguimiento del desarrollo del feto mediante exámenes periódicos, para

asegurarse de que todo está evolucionando correctamente. En general, el parto ocurre de manera natural y sin problemas, aunque a veces pueden surgir complicaciones que requieran la intervención del profesional (Chimeno, 2019).

En resumen, la gestación de la yegua es un proceso importante que requiere cuidados y atención adecuada para garantizar el desarrollo saludable del feto y un parto seguro.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización y duración del experimento

El desarrollo del presente trabajo de integración curricular se llevó a cabo en Unidad Académica y de Investigación Equina, perteneciente a la Estación Experimental “Tunshi”, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el km 12 de la vía Riobamba-Licto, provincia de Chimborazo. Teniendo una duración de 120 días.

Las condiciones meteorológicas de la Estación Experimental “Tunshi” se describen en la tabla 1-3.

**Tabla 1-3:** Condiciones Meteorológicas de la Estación Experimental “Tunshi”

Parámetros	Valores promedio
Altitud, m.s.n.m	2750,00
Temperatura, °C	13,10
Precipitación, mm/año	55,60
Humedad relativa, %	66,25

Fuente: Estación meteorológica de la FRN, ESPOCH (2021)

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.

#### 3.2. Unidades Experimentales

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron 12 yeguas mestizas pertenecientes a la Estación Experimental “Tunshi”.

#### 3.3. Materiales, equipos e instalaciones

##### 3.3.1. Materiales

- 12 yeguas mestizas
- Acetato de Bucerelina
- Acetato de Deslorelina
- Complejo mineral

- Desparasitante
- Cuaderno de apuntes
- Esfero
- Overol
- Botas
- Jáquimas
- Sogas
- Guantes de ginecología
- Gel lubricante
- Vendas
- Guantes quirúrgicos
- Jeringas desechables
- Agujas
- Cinta equinométrica

### 3.3.2. Equipos

- Ecógrafo
- Cámara fotográfica
- Computadora

### 3.3.3. Instalaciones

- Manga
- Corral

## 3.4. Tratamientos y Diseño experimental

Para la ejecución del presente estudio se evaluaron 3 tratamientos (Acetato de Bucerelina, Acetato de Deslorelina más un tratamiento testigo) con 4 repeticiones cada uno. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar Simple, evaluado por el modelo lineal aditivo descrito a continuación.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Valor estimado de la variable

$\mu$  = Media general

$A_i$  = Efecto de los tratamientos

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental asociado a la unidad experimental

### 3.4.1. Esquema del experimento

En la tabla 2-3, se describe el esquema del experimento que fue utilizado para la presente investigación.

**Tabla 2-3:** Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	TUE	Rep./trat.
TESTIGO	T0	4	1	4
ACETATO DE BUCERELINA	T1	4	1	4
ACETATO DE DELORELINA	T2	4	1	4
<b>TOTAL</b>				12

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.

Comentado [CC1]: Al final de la tabla

### 3.5. Mediciones experimentales

- Tiempo de ovulación (horas)
- Tamaño del folículo ovulatorio (mm)
- Crecimiento folicular (mm)
- Ovario ovulado (U)
- Preñez (U)

### 3.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

- Análisis de varianza (ADEVA) ( $P < 0,05$ ).
- Separación de medias por el método de Tukey ( $P < 0,05$ ).
- Chi-cuadrado para variables cualitativas

El esquema del ADEVA que se utilizó en el presente estudio se detalla en la tabla 3-3.

### 3.7. Procedimiento Experimental

#### 3.7.1. Selección de las yeguas

Se seleccionaron 12 yeguas pertenecientes a la Estación Experimental “Tunshi”, vacías y con buena condición corporal.

**Tabla 3-3:** Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
<b>Total</b>	11
<b>Tratamientos</b>	2
<b>Error</b>	9

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.

### 3.7.2. *Pesaje de las yeguas*

Se tomó el peso inicial de cada yegua con la ayuda de una cinta equinométrica, la cual se colocó en el perímetro torácico para determinar el peso vivo aproximado de las yeguas.

### 3.7.3. *Desparasitación*

Se administró por vía oral una dosis de desparasitante en base al peso vivo de las yeguas.

### 3.7.4. *Vitaminización*

Se administró por vía intravenosa complejos minerales y multivitamínicos para reforzar el sistema inmune y carencias de oligoelementos de las yeguas.

### 3.7.5. *Aplicación del protocolo de sincronización*

Para el procedimiento experimental del presente trabajo de investigación se trabajó con el protocolo de sincronización que se describe a continuación:

- Día cero, se aplicó por vía intravenosa una dosis de 2 ml/yegua de PROSTAGLANDINA (PGF2 $\alpha$ ) vía intramuscular, + dosis de 20 ml/yegua de minerales.
- Día 14, se aplicó por vía intravenosa una dosis de 2 ml/yegua de PROSTAGLANDINA (PGF2 $\alpha$ ) vía intramuscular, + dosis de 20 ml/yegua de minerales.
- Día 15, según el sorteo de cada tratamiento se aplicó por vía intramuscular cada hormona, en el caso del Acetato de Bucerelina se aplicó una dosis de 10 ml/yegua, y en el caso del Acetato de Deslorelina se aplicó una dosis de 0,5 ml/yegua.
- Día 16, se observó la presencia de celos y se dio monta natural a las yeguas.

Comentado [CC2]: No sangría

- Día 30, se realizaron chequeos ginecológicos para comprobar preñez.
- Día 45 se realizó la reconfirmación de preñez.

### **3.7.6. *Palpación rectal y ecografías***

Para la comprobación de preñez de las yeguas, así como también para evaluar mediciones experimentales se realizaron palpaciones rectales y ecografías.

## **3.8. Metodología de Evaluación**

### **3.8.1. *Tiempo de ovulación (horas)***

Con la ayuda del ecógrafo transrectal se observó el tamaño del folículo después de la aplicación de los tratamientos para determinar su crecimiento y por ende su tiempo de acción los folículos.

### **3.8.2. *Tamaño del folículo ovulatorio (mm)***

A través del ecógrafo transrectal se observó el tamaño del folículo ovulatorio.

### **3.8.3. *Crecimiento folicular (mm)***

Se utilizó el ecógrafo transrectal para determinar el crecimiento que iba teniendo el folículo.

### **3.8.4. *Ovario ovulado (U)***

Por medio de la palpación rectal se determinó en que ovario se encontraba el folículo dominante.

### **3.8.5. *Preñez (U)***

Mediante palpación rectal y ecografía a 30 días se determinó si la yegua había resultado preñada y a los 45 días se realizó una reconfirmación.

## CAPITULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Después de haber realizado los distintos análisis estadísticos destinados para los datos obtenidos en esta investigación, los resultados se pueden apreciar en la Tabla 6-4.

#### 4.1. Análisis del tiempo de ovulación bajo la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas.

##### 4.1.1. Tiempo de ovulación, (horas).

El tiempo de ovulación de las yeguas medido en horas no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), por efecto de la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina, sin embargo, numéricamente el tiempo de ovulación menor favoreció al tratamiento T1 de acetato de bucerelina con 9,5 horas en promedio mientras que el tratamiento que registró el tiempo de ovulación más largo fue el tratamiento testigo con 138 horas. Como se puede observar en la tabla 1-4 e ilustración 1-4.

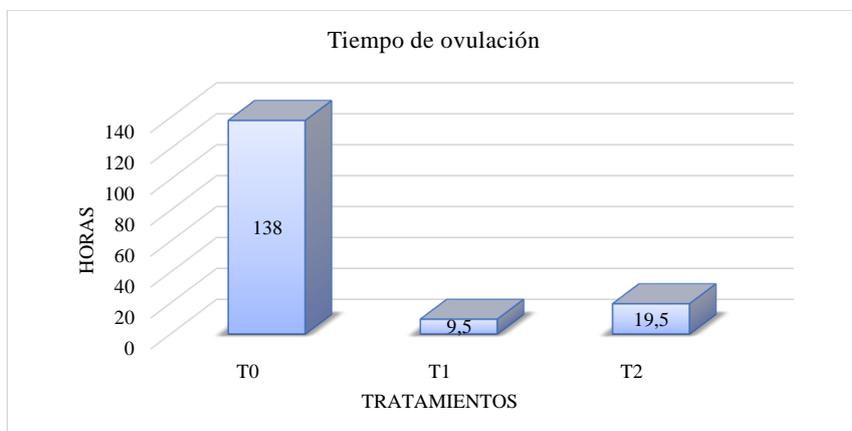
**Tabla 1-4:** Tiempo de ovulación (horas), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Variables	Tratamientos				Prob.	E.E:	Sig.
	T0	T1	T2	$\bar{X}$			
Tiempo de ovulación (horas)	138,00 a	9,50 b	19,50 b	55,67	0,00	4,12	Ns

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.

Chávez C. et al. (2018) en su estudio sobre el uso de acetato de deslorelina en la inducción de ovulación de yeguas Caballo Peruano de Paso, reportó valores para el tiempo de ovulación de su grupo control entre 72 y 120 horas a partir de la detección de un folículo dominante, mientras que para su grupo experimental ovularon entre las 32 y 48 horas postratamiento.

Mientras que para Miki et al. (2016) en el estudio del uso de acetato de bucerelina en yeguas de tiro, el tiempo de ovulación fue de  $29 \pm 9$  horas para el grupo tratado y de  $59 \pm 7$  horas para el grupo control. Siendo ambos valores superiores a lo reportado en la presente investigación, posiblemente podrían deberse a varios factores como el ambiente, nutrición y raza de las yeguas.



**Ilustración 1-4:** Tiempo de ovulación (horas), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Comentado [CC3]: Segunda línea al inicio de la primera

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023

#### 4.2. Determinación del tamaño de fólculo ovulatorio y la tasa de crecimiento folicular en relación con la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas.

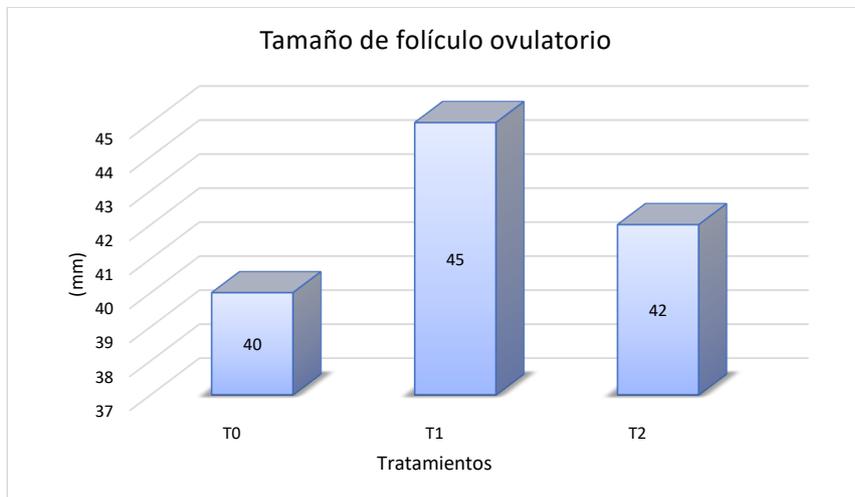
##### 4.2.1. Tamaño de fólculo ovulatorio, (mm).

Según el análisis de la variable tamaño de fólculo ovulatorio bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina frente a un testigo en yeguas mestizas, se pudo evidenciar que no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las medias de los tratamientos motivos de estudio; pero si registra una diferencia numérica en los resultados reportando el mayor valor al tratamiento T1 de acetato de bucerelina con 45 mm y el menor valor al tratamiento testigo con 40 mm. Como se observa en la tabla 2-4 e ilustración 2-4.

**Tabla 2-4:** Tamaño de fólculo ovulatorio (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Variables	Tratamientos			Prob.	E.E:	Sig.	
	T0	T1	T2				$\bar{X}$
Tamaño del fólculo ovulatorio (mm)	40,00	a 45,00	a 42,00	A 42,33	0,29	2,09	Ns

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.



**Ilustración 2-4:** Tamaño de folículo ovulatorio (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

**Realizado por:** Bonifaz, Aldo, 2023.

En yeguas criollas colombianas se reportó un promedio de diámetro del folículo ovulatorio de 43,7 mm, (López y Rodríguez, 2005); estos datos son similares a los reportados en la literatura (Bergfelt y Adams, 2007), que mencionan que el diámetro promedio máximo del folículo preovulatorio es usualmente entre 40 a 45 mm en yeguas PSI. Mientras que para la investigación en yeguas de tiro de Miki et al. (2016) se reportaron resultado de 52,1 mm el día anterior a la ovulación. El diámetro máximo del folículo puede ser afectado por la raza (aproximadamente 3 mm de diferencia entre yeguas de carreras, 5 mm más pequeños en yeguas pony y 10 mm más grandes en yeguas de tiro comparado con las yeguas de carreras) (Bergfelt y Adams 2007). Las variaciones en los valores del tamaño de folículo ovulatorio se pueden deber a la raza de las yeguas como las yeguas de tiro que son mucho más grandes que las yeguas criollas colombianas o las yeguas mestizas de nuestra investigación.

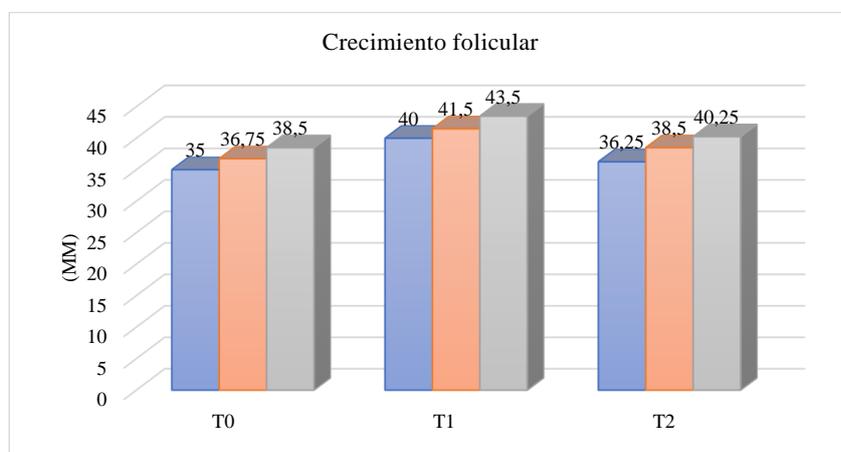
#### 4.2.2. Crecimiento folicular, (mm).

La variable crecimiento folicular medida en mm no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las medias de los tratamientos motivos de estudio, al probar la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina frente a un testigo. Sin embargo, se muestran diferencias numéricas mostrando el mayor valor el tratamiento T2 de acetato de deslorelina con un crecimiento de 3,67 mm, como se observa en la tabla 3-4 e ilustración 3-4.

**Tabla 3-4:** Crecimiento folicular (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Variables	Tratamientos			$\bar{X}$	Prob.	E.E:	Sig.
	T0	T1	T2				
Crecimiento folicular 1	35,00 a	40,00 a	36,25 A	37,08	0,22	1,95	Ns
Crecimiento folicular 2	36,75 a	41,50 a	38,50 A	38,92	0,31	2,09	Ns
Crecimiento folicular 3	38,50 a	43,50 a	40,25 A	40,75	0,29	2,11	Ns

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.



**Ilustración 3-4:** Crecimiento folicular (mm), en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.

Un estudio realizado por Ginther et al. (2001) evaluó el crecimiento diario folicular en yeguas durante los primeros 6 días del ciclo estral. El estudio incluyó 36 yeguas, y los resultados mostraron que el crecimiento diario folicular promedio durante los primeros 3 días del ciclo fue de 2,4 mm, mientras que durante los siguientes 3 días fue de 4,4 mm. Otro estudio realizado por Ginther et al. (2016) evaluó el crecimiento diario folicular en yeguas durante el último tercio del ciclo estral. El estudio incluyó 32 yeguas, y los resultados mostraron que el crecimiento diario folicular promedio durante los últimos 5 días del ciclo fue de 2,6 mm. Un estudio realizado por Wood et al. (2003) evaluó el crecimiento diario folicular en yeguas tratadas con hormona foliculo estimulante (FSH). El estudio incluyó 6 yeguas, y los resultados mostraron que el crecimiento diario folicular promedio durante los primeros 5 días de tratamiento con FSH fue de 5,5 mm.

Otro estudio realizado por Carnevale et al. (2016) evaluó el crecimiento diario folicular en yeguas con síndrome de ovario quístico (SOQ) tratadas con diferentes protocolos hormonales. El estudio incluyó 16 yeguas, y los resultados mostraron que el crecimiento diario folicular promedio en yeguas con SOQ tratadas con un protocolo de 5 días de progestágeno y 3 días de eCG fue de 3,8 mm. Los datos presentados en estas investigaciones son similares a los reportados en nuestra investigación corroborando la tasa de crecimiento folicular.

#### 4.3. Evaluación del ovario ovulado mediante la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Al analizar estadísticamente la variable ovario ovulado (U), se puede observar que no existen diferencias significativas ( $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$ ), por efecto de la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina frente a un testigo. En los tratamientos T0 o tratamiento testigo y el tratamiento T2 de acetato de deslorelina se observa que dos yeguas ovularon en cada ovario, mientras que en el tratamiento T1 se observa que tres de cuatro yeguas ovularon en el ovario izquierdo. En términos generales siete folículos fueron ovulados en el ovario izquierdo lo que representa al 60% mientras que cinco en el ovario derecho lo que representa al 40%. Lo que se reporta en la tabla 4-4 e ilustración 4-4.

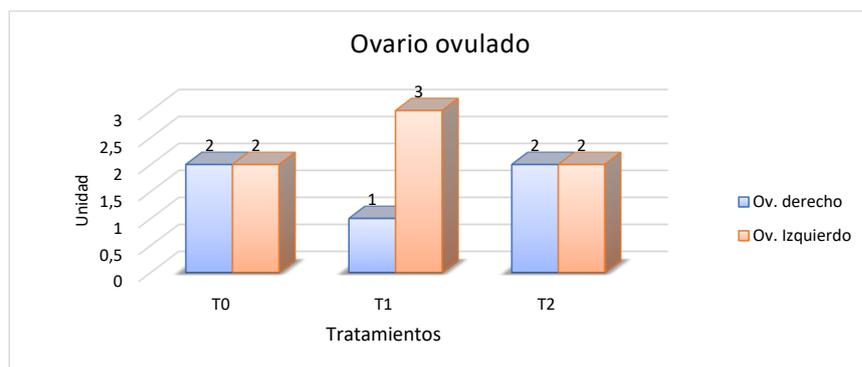
**Tabla 4-4:** Ovario ovulado en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Variables	Tratamientos			$\bar{X}$	Prob.	E.E:	Sig.
	T0	T1	T2				
Ovario ovulado derecho	2	1	2		0,71		Ns
Ovario ovulado izquierdo	2	3	2		0,71		Ns

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.

Ramírez et al. (2010) en su estudio menciona que de las cincuenta yeguas de Paso Fino Colombiano observadas, se presentaron más ovulaciones en el ovario izquierdo representando un 60% en comparación al 40% del ovario derecho. Este autor cita investigaciones como las de Ginther en (1979) que en su investigación con 3.056 yeguas de distintas razas determinó que el 56% ovularon en el ovario izquierdo y el 44% en el ovario derecho. Así mismo en yeguas PSI con un estudio 2.662 yeguas se reportó que el 51% ovularon en el ovario izquierdo y el 49% en el ovario derecho. Tal vez esta variable no se vea influenciada por la aplicación de los tratamientos pero se podrían dar explicaciones como la que presenta Goody (1979), la cual menciona que el tamaño de los ovarios equinos presentan diferencias anatómicas, siendo así el ovario izquierdo de mayor tamaño en comparación al ovario derecho o la que menciona Agüera (1999) que el sistema reproductivo

de la yegua recibe menos flujo sanguíneo en el lado derecho debido a la presencia de órganos digestivos que pueden alterar la circulación en esa zona. Los datos presentados en nuestra investigación tienen similitud a los descritos por estos autores.



**Ilustración 4-4:** Ovario ovulado en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.

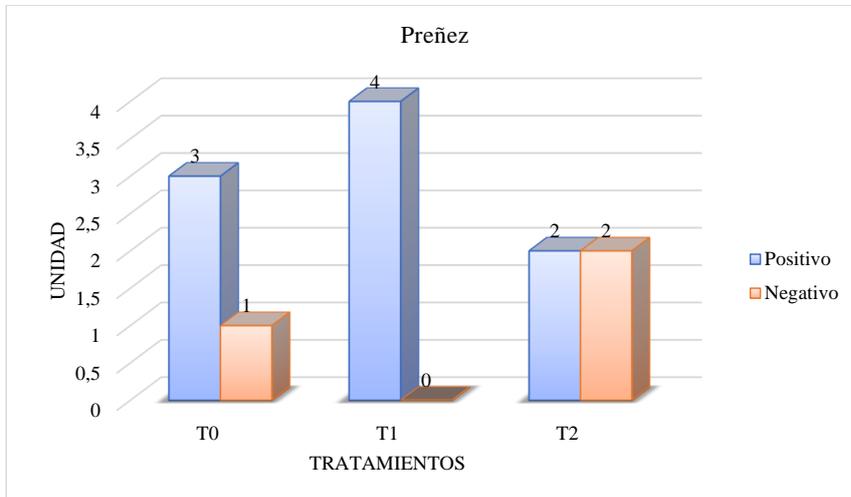
#### 4.4. Observación del porcentaje de preñez con respecto a la aplicación de acetato de bucerelina frente al acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas.

La variable preñez no presentó diferencias significativas ( $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$ ) entre los tratamientos motivos de estudio por efecto de la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina frente a un testigo. Sin embargo, numéricamente el tratamiento que presenta mayor número de yeguas preñadas es el T1 que corresponde al acetato de bucerelina reportando un 100% en la tasa de preñez, seguido por el tratamiento testigo que presenta un 75% mientras que el tratamiento T2 correspondiente al acetato de deslorelina presenta una tasa de preñez del 50%, como se observa en la tabla 5-4 e ilustración 5-4.

**Tabla 5-4:** Preñez en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

Variables	Tratamientos			$\bar{X}$	Prob.	E.E:	Sig.
	T0	T1	T2				
Preñez	3	4	2	0,26			ns

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023.



**Ilustración 5-4:** Preñez en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de buserelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo.

**Realizado por:** Bonifaz, Aldo, 2023.

Un estudio realizado por Bucci et al. (2016) evaluó la eficacia del acetato de buserelina para sincronizar el ciclo estral en yeguas de carrera y su impacto en el porcentaje de preñez. El estudio incluyó 50 yeguas, de las cuales 25 recibieron una sola dosis de acetato de buserelina y 25 recibieron dos dosis. Los resultados mostraron que el porcentaje de preñez en yeguas tratadas con una sola dosis de acetato de buserelina fue del 68%, mientras que en aquellas que recibieron dos dosis fue del 72%.

Por otro lado, un estudio realizado por Crespillo et al. (2009) evaluó la eficacia de acetato de buserelina y la eCG en yeguas Pura Raza Española. El estudio incluyó 36 yeguas, de las cuales 18 recibieron acetato de buserelina y eCG y 18 recibieron solo eCG. Los resultados mostraron que el porcentaje de preñez en yeguas tratadas con acetato de buserelina y eCG fue del 72,2%, mientras que en aquellas que solo recibieron eCG fue del 61,1%.

Otro estudio realizado por Ball et al. (2009) evaluó la eficacia de acetato de buserelina en yeguas subfértiles. El estudio incluyó 29 yeguas, de las cuales 14 recibieron acetato de buserelina y 15 no recibieron tratamiento alguno. Los resultados mostraron que el porcentaje de preñez en yeguas tratadas con acetato de buserelina fue del 50%, mientras que en aquellas que no recibieron tratamiento fue del 20%. Aunque los resultados varían según el estudio y la población de yeguas evaluadas se podría decir que se asemejan a los resultados de nuestra investigación.

**Tabla 6-4:** Resultados experimentales bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelina para la sincronización de celo en yeguas mestizas.

Variables	Tratamientos						$\bar{X}$	Prob.	E.E:	Sig.
	T0		T1		T2					
Peso (kg)	440,50	a	388,00	B	460,00	a	429,50	0,01	12,44	ns
Tiempo de ovulación (horas)	138,00	a	9,50	B	19,50	b	55,67	0,00	4,12	ns
Tamaño del folículo ovulatorio (mm)	40,00	a	45,00	A	42,00	a	42,33	0,29	2,09	ns
Crecimiento folicular 1 (mm)	35,00	a	40,00	A	36,25	a	37,08	0,22	1,95	ns
Crecimiento folicular 2 (mm)	36,75	a	41,50	A	38,50	a	38,92	0,31	2,09	ns
Crecimiento folicular 3 (mm)	38,50	a	43,50	A	40,25	a	40,75	0,29	2,11	ns
Ovario ovulado derecho (U)	2		1		2			0,71		ns
Ovario ovulado izquierdo (U)	2		3		2			0,71		ns
Preñez (U)	3		4		2			0,26		ns

Realizado por: Bonifaz, Aldo, 2023

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Al analizar la variable tiempo de ovulación no se encontró diferencias significativas, sin embargo, se encontraron diferencias numéricas obteniendo los mejores resultados con la aplicación de acetato de bucerelina (9,5 horas) posterior a la aplicación del tratamiento.
- Con respecto a las variables tamaño de folículo ovulatorio y tasa de crecimiento folicular no se registraron diferencias significativas, sin embargo, existieron diferencias numéricas. El tamaño de folículo ovulatorio ideal se reportó en el tratamiento T1 correspondiente a acetato de bucerelina (45 mm), mientras que la mayor tasa de crecimiento folicular la reportó el tratamiento T2 correspondiente a acetato de deslorelina (3,67 mm).
- En cuanto a la variable ovario ovulado no existieron diferencias significativas. Sin embargo, al realizar un análisis se observa una mayor frecuencia de ovulación en el ovario izquierdo (60%).
- Al observar la variable porcentaje de preñez no se registraron diferencias significativas. El mayor porcentaje de preñez se registró en el tratamiento T1 correspondiente a acetato de bucerelina presentando un porcentaje de 100%.

## 5.2. Recomendaciones

- Establecer el protocolo de sincronización de celo en yeguas mestizas de la Estación Experimental “Tunshi” según el estudio realizado para un mejor desempeño reproductivo.
- Realizar una evaluación reproductiva previo a aplicar un protocolo de sincronización de celo para obtener información individual de cada yegua, esto nos permitirá conocer las variables reproductivas para un manejo idóneo.
- Evaluar distintos programas de sincronización de celo en yeguas considerando el manejo reproductivo, así como los factores externos como alimentación, sanidad, medio ambiente y manejo.
- Se recomienda la utilización de acetato de bucerelina para la sincronización de celo en yeguas debido a que el mismo nos permite obtener un tiempo de ovulación menor, un crecimiento folicular idóneo y el mayor porcentaje de preñez.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALDAZ, B.** Utilización de prostaglandinas para sincronización de celos en yeguas con tres diferentes tipos de manejo [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2015. [Consulta: 2023-02-14]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5192>

**ANDRADE, F. et al.** "Foliculogénesis y ovulación en la especie equina". *Revista de Medicina Veterinaria* [En línea], 2011, 22. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.563>

**BARRIOS, A. et al.** *Biotechnología reproductivas en equinos*. 2020. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-la-amazonia/medicina-veterinaria-y-zootecnia/biotechnologia-reproductivas-en-equinos/12720904>

**BOETA, M. et al.** *Manual de la práctica de profundización en reproducción equina*. 2013. Disponible en: [https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales\\_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Profundizacion%20en%20Reproduccion%20Animal%20Equinos.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Profundizacion%20en%20Reproduccion%20Animal%20Equinos.pdf)

**CAMACHO, A. & VASCONCELLOS, R.** "Análisis morfométrico y determinación de proteínas de shock térmico HSP90 en endometrio de yeguas adultas". [En línea], 2016, [Consulta: 2023-02-14]. ISSN 1688-6909. Disponible en: <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/2068>

**CASTILLO, D. & BAQUERO, W.** "Fisiología del ciclo estral de la yegua" [blog]. 2018. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/13339>

**CASTRO HERNÁNDEZ, A.** *Técnicas en el diagnóstico de gestación*. [blog]. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/31444>

**CHÁVEZ, E. et al.** "Efecto del uso de acetato de deslorelina en la inducción de ovulación de yeguas Caballo Peruano de Paso". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, [en línea], 2018, 29(2), pp. 713-719. [Consulta: 2023-02-27]. ISSN 1609-9117. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14487>

**CHÁVEZ, E; et al.** "Acetato de deslorelina y gonadotropina coriónica humana y su respuesta ovulatoria en yeguas postparto". *Abanico veterinario*, [en línea], 2020, 10. [Consulta: 2023-02-13]. ISSN 2448-6132. Disponible en: <https://doi.org/10.21929/abavet2020.17>

**CHIMENO, P. (2019).** *Cuidados de la yegua gestante y del potro neonato*. [blog]. 2019. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: <https://es.virbac.com/blog/ultimas-novedades/cuidados-yegua-gestante>

**CORTÉS, Z; et al.** "El Ciclo Reproductivo de la Yegua". *Abanico veterinario*, [en línea], 2018, 8(3), p. 14-41. [Consulta: 2023-02-23]. ISSN 2448-6132. Disponible en: <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.1>

**DUCHIMAZA, D., & MOROCHO, X.** Caracterización de los sistemas de explotación equina en la provincia del Azuay. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Cuenca, Ecuador. 2018. [Consulta: 2023-02-28]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30015>

**ESCUDERO, G.** *Ecografía en yeguas*. [blog]. 2016. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: <https://www.reproduccionveterinaria.com/reproduccion-en-equinos/ecografia-en-yeguas/>

**ESPAC.** *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2021*. INEC. [blog]. 2021. [Consulta: 2023-02-28]. Disponible en: <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/935>

**ESPINOZA, J. et al.** "Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: Una revisión". *Interciencia*, [en línea], 2007, 32(2), p. 93-99. [Consulta: 2023-02-28]. ISSN 0378-1844. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0378-18442007000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0378-18442007000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

**FAJARDO, C. & RODRIGUEZ, C;** "Comparación de métodos hormonales para sincronizar el ciclo estral e inducir la ovulación en yeguas". *Medicina Veterinaria*. [en línea], 2001, [Consulta: 2023-02-28]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina\\_veterinaria/762](https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/762)

**FONDEVILA, J. et al.** *La exploración clínica del caballo*. [en línea]. Servet editorial - Grupo Asís Biomedica S.L. 2011. [Consulta: 2023-02-01]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/102999>

**GIGLI, I. et al. (2006).** "Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos". *InVet*, [en línea], 2006, 8(1), p. 183-204. [Consulta: 2023-02-28].  
ISSN 1668-3498. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1668-34982006000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1668-34982006000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

**GONZÁLES H., & MOLFINO, H. (2005).** "Biotecnología reproductiva: Una alternativa para mejorar la producción animal". *Biotempo*, [en línea], 2005, 5, p. 5-11. [Consulta: 2023-03-01].  
ISSN 2519-5697. Disponible en:  
<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/886>

**GONZALEZ, K.** *La gestación de la yegua y desarrollo embionario del caballo. Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión.* [blog]. 2018. Disponible en:  
<https://zoovetesmipasion.com/caballos/reproduccion-del-caballo/la-gestacion-de-la-yegua>

**GUTIÉRREZ, V & ÁLVAREZ, V.** *Uso de hormonas en la terapéutica de los principales trastornos reproductivos en yeguas.* [blog]. 2021. Disponible en:  
<http://hdl.handle.net/20.500.12494/33694>

**LARA, J. et al.** "Respuesta reproductiva en yeguas criollas tratadas con acetato de deslorelina". *Abanico veterinario*, [en línea], 2021, 11. [Consulta: 2023-02-28]. ISSN 2448-6132. Disponible en: <https://doi.org/10.21929/abavet2021.43>

**LEYVA, H. (2020).** *La Glándula Pineal, la Melatonina, el Fotoperíodo y la Sexualidad Animal - Medicina Veterinaria Al Día.* [blog]. 2020. Disponible en:  
<https://www.medicinaveterinariaaldiaweb.com/la-glandula-pineal-la-melatonina-el-fotoperiodo-y-la-sexualidad-animal/>

**LÓPEZ, J.** *Ciclo estral en la yegua.* [blog]. 2016. Disponible en:  
<https://www.reproduccionveterinaria.com/fisiologia-y-anatomia-obstetrica/fisiologia-obstetrica2/ciclo-estral/ciclo-estral-en-la-yegua/>

**LÓPEZ, L. et al.** "Inducción de la actividad ovárica en yeguas criollas con un programa de fotoperíodo artificial en la latitud 19°9'N." *Veterinaria México*, [en línea], 2010, 41(2), p. 89-100. [Consulta: 2023-03-01]. ISSN 0301-5092. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0301-50922010000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0301-50922010000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

**MIKI, W. et al.** "Effects of a single use of the GnRH analog buserelin on the induction of ovulation and endocrine profiles in heavy draft mares". *Journal of Equine Science*, [en línea], 2016, 27(4), p. 149-156. [Consulta: 2023-03-01]. ISSN 1340-3516. Disponible en: <https://doi.org/10.1294/jes.27.149>

**MONTESI, A. et al.** *Evaluación de dos dosis de Buserelina como inductor de ovulación en yeguas*. [blog]. 2020. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: <https://revistafcaunlz.gramaweb.com.ar/wp-content/uploads/2020/11/Montesi-et-al.pdf>

**MORALES MUÑOZ, P.** *Anatomía comparada y aplicada de bovinos y equinos*. [en línea]. RIL editores. 2021 [Consulta: 2023-02-02]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/189496>

**PALMA, G.** *Biología de la Reproducción*. Gustavo Palma, 2001.

**PAREDES, M. et al.** "Progesterona plasmática y algunas características uterinas y embrionarias en la gestación temprana de yeguas criollas colombianas". *Revista de Medicina Veterinaria*, [en línea], 2012, 24, pp. 123-136. [Consulta: 2023-03-01]. ISSN 0122-9354. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0122-93542012000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-93542012000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

**PARRADO, A. & FANDIÑO J.** *Fotoperíodo y dinámica folicular en yeguas*. [blog]. 2019 [Consulta: 2023-02-28]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/11229>

**PINEL, R. & PÉREZ, P.** *Fundamentos de fisiología y endocrinología reproductiva en animales domésticos*. [en línea]. RIL Editores. 2017.

**RAMÍREZ, G. et al. (2010).** "Dinámica folicular en yeguas paso fino colombiano medido por ultrasonografía en la Sabana de Bogotá". *Revista de Medicina Veterinaria*, [en línea], 2010, 19, pp. 21-35. [Consulta: 2023-02-02]. ISSN 2389-8526. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.781>

**RESTREPO, G. & RESTREPO, S.** "Consideraciones importantes acerca de la producción in vitro de embriones equinos". *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, [en línea], 2011, 6(1), pp. 55-63. [Consulta: 2023-03-01]. ISSN 1900-9607. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1900-96072011000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1900-96072011000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

**RICO, J. & ESCOBAR, C.** "Manejo farmacológico del ciclo estral en yeguas". *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, [en línea], 2004, 51(2), [Consulta: 2023-02-23]. ISSN 2357-3813. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/94693>

**RODRÍGUEZ, A. et al.** "Evaluación del folículo ovárico de yeguas criollas post-administración de hCG". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, [en línea], 2013, 24(2), pp. 189-193. [Consulta: 2023-02-02]. ISSN 1609-9117. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1609-91172013000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1609-91172013000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

**RODRIGUEZ, R.** *Diagnóstico de gestación en yeguas, a través de la palpación rectal*. [blog]. 1993. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: [https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB\\_UNAM/TES01000197259](https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000197259)

**SÁNCHEZ, A. et al.** "Algunas consideraciones sobre la duración de la gestación en la yegua". *ARA. Archivos de Reproducción Animal*, [en línea], 1999, 8, pp. 18-23. [Consulta: 2023-03-01]. ISSN 2530-0563. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4101803>

**SOLANO, N.** Evaluación de un protocolo de transferencia de embriones en yeguas de raza criollo colombiano en el oriente de Antioquia. (Trabajo de titulación), Unilasallista Corporación Universitaria. Colombia. 2021. [Consulta: 2023-03-01]. Disponible en: <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace//handle/10567/3133>

**VÉLEZ, I. & HINRICHS, K.** "Técnicas de reproducción asistida en caballos". *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, [en línea], 2011, 6(2), pp. 124-128. [Consulta: 2023-02-02]. ISSN 1900-9607. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1900-96072011000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1900-96072011000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

## ANEXOS

**ANEXO A:** TIEMPO DE OVULACIÓN (HORAS), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
T0	144	144	120	144	138
T1	17	5	8	8	9,5
T2	24	18	12	24	19,5
				$\bar{X}$	55,6666667

### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher	P. Fisher	Sig.
Total	11	41484,67				
Tratamientos	2	40872,67	20436,33	300,53	<0,0001	ns
Error	9	612,00	68,00			
CV %			14,81			
Media			55,67			

### 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS (Tukey P<0,05) POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Media	Grupo
T0	138,00	a
T1	9,50	b
T2	19,50	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO B:** TAMAÑO DE FOLÍCULO OVULATORIO (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
T0	40	40	35	45	40
T1	42	53	41	44	45
T2	43	40	40	45	42
				$\bar{X}$	42,3333333

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cudrado Medio	Fisher	P. Fisher	Sig.
Total	11	208,67				
Tratamientos	2	50,67	25,33	1,44	0,29	ns
Error	9	158,00	17,56			
CV %			9,90			
Media			42,33			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS (Tukey  $P < 0,05$ ) POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Media	Grupo
T0	40,00	a
T1	45,00	a
T2	42,00	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO C:** CRECIMIENTO FOLICULAR 1 (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
T0	35	34	32	39	35

T1	36	48	37	39	40
T2	38	34	34	39	36,25
				$\bar{X}$	37,0833333

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cudrado Medio	Fisher	P. Fisher	Sig.
Total	11	190,92				
Tratamientos	2	54,17	27,08	1,78	0,22	ns
Error	9	136,75	15,19			
CV %			10,51			
Media			37,08			

## 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS (Tukey $P < 0,05$ ) POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Media	Grupo
T0	35,00	A
T1	40,00	A
T2	36,25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO D:** CRECIMIENTO FOLICULAR 2 (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
T0	37	36	33	41	36,75
T1	38	50	38	40	41,5
T2	41	36	36	41	38,5
				$\bar{X}$	38,9166667

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cudrado Medio	Fisher	P. Fisher	Sig.
Total	11	202,92				
Tratamientos	2	46,17	23,08	1,33	0,31	ns
Error	9	156,75	17,42			
CV %			10,72			
Media			38,92			

## 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS (Tukey $P < 0,05$ ) POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Media	Grupo
T0	36,75	A
T1	41,50	A
T2	38,50	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO E:** CRECIMIENTO FOLICULAR 3 (MM), EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
T0	39	38	34	43	38,5
T1	40	52	40	42	43,5
T2	42	38	38	43	40,25
				$\bar{X}$	40,75

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cudrado Medio	Fisher	P. Fisher	Sig.
Total	11	212,25				

Tratamientos	2	51,50	25,75	1,44	0,29	ns
Error	9	160,75	17,86			
CV %			10,37			
Media			40,75			

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS (Tukey  $P < 0,05$ ) POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Media	Grupo
T0	38,50	a
T1	43,50	a
T2	40,25	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO F:** OVARIO OVULADO EN YEGUAS MESTIZAS BAJO LA APLICACIÓN DE ACETATO DE BUCERELINA VS ACETATO DE DESLORELINA PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y PRUEBA DE CHI-CUADRADO

Tratamientos	Ovarios		Chi. Cal
	Izquierdo	Derecho	
T0	2	2	0,04761905
T1	3	1	0,19047619
T2	2	2	0,04761905
<b>Chi Cal</b>	0,28571429	ns	
<b>Chi 0,05;2</b>	5,99146455	0,7097396	
<b>Chi 0,01;</b>	9,21034037		

**ANEXO G:** Preñez en yeguas mestizas bajo la aplicación de acetato de bucerelina vs acetato de deslorelinea para la sincronización de celo.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y PRUEBA DE CHI-CUADRADO

Tratamientos	Gestación		Chi. Cal
	Preñada	No preñada	
T0	3	1	0
T1	4	0	0,33

T2	2	2	0,33
<b>Suma</b>	9	3	
<b>Chi Cal</b>	0,67	ns	
<b>Chi 0,05;2</b>	5,99	0,26	

**ANEXO H: GIGANTOGRAFÍA DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO INTEGRADOR.**



**ANEXO I: VITAMINIZACIÓN Y SUPLEMENTACIÓN DE LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.**



**ANEXO J:** APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.



**ANEXO K:** PALPACIÓN RECTAL DE LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.



**ANEXO L: ECOGRAFÍA TRANSRECTAL DE LAS YEGUAS MESTIZAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE CELO.**



**ANEXO M: CUBRICIÓN O MONTA NATURAL DE LAS YEGUAS MESTIZAS.**





**esPOCH**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 10 / 05 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Aldo Sebastian Bonifaz Campos
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Zootecnia
<b>Título a optar:</b> Ingeniero zootecnista
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0759-DBRA-UTP-2023