



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Medicina Veterinaria**

### **Relación de la calidad de cuerpo lúteo con características uterinas y niveles de progesterona en yeguas el día 7 postovulación.**

**Trabajo de Integración  
Curricular, previo a la  
obtención del título de Médica  
Veterinaria.**

**AUTORA:**

Diana Paola Rojas Carrión

**DIRECTORA:**

Dra. Elena Carolina Serrano Recalde PhD.

Loja – Ecuador

2024

*Educamos para Transformar*

## Certificación

Loja, 14 de septiembre de 2023

Dra. Elena Carolina Serrano Recalde PhD

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **C E R T I F I C O:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Relación de la calidad de cuerpo lúteo con características uterinas y niveles de progesterona en yeguas el día 7 postovulación**, previo a la obtención del título de **Medica Veterinaria** de la autoría de la estudiante **Diana Paola Rojas Carrión**, con **cédula de identidad Nro.1900648468**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su sustentación y defensa.

Dra. Elena Carolina Serrano Recalde PhD

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Diana Paola Rojas Carrión**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1900648468

**Fecha:** 19 de enero, 2024

**Correo electrónico:** diana.p.rojas@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0981449656

**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Diana Paola Rojas Carrión**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Relación de la calidad de cuerpo lúteo con características uterinas y niveles de progesterona en yeguas el día 7 postovulación**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los diecinueve días del mes de enero del dos mil veinticuatro.



**Firma:**

**Autora:** Diana Paola Rojas Carrión

**Cédula:** 1900648468

**Dirección:** San Cayetano Bajo

**Correo electrónico:** diana.p.rojas@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0981449656

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Directora del Trabajo de Integración Curricular:** Dra. Elena Carolina Serrano Recalde PhD

## Dedicatoria

El presente Trabajo de Integración Curricular se lo dedicó a Dios por ayudarme y guiarme en cada paso que he dado en esta etapa estudiantil. A toda mi familia, principalmente a mi madre **Edith** quien fue un apoyo incondicional y estuvo en todos los momentos buenos y malos, gracias por enseñarme a ser fuerte y afrontar las dificultades sin perder la cabeza ni morir en el intento, por haberme enseñado a ser la persona que hoy en día soy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño.

También quiero dedicarle este trabajo a mi hijo **Abelito**, quien es mi motor cada día, sin duda alguna gracias a él es que he finalizado mi etapa de universitaria y estoy agradecida por que es lo mejor que me ha pasado en la vida.

A mi pareja **Ulises**, por su paciencia, su comprensión, su empeño, su fuerza y por el amor que me entrega cada día el cual me ha ayudado a no rendirme.

A mis ángeles mi padre **Vicente** y mi abuelita **María Ignacia** que ya no me acompañan en vida, pero sí en espíritu que son y siempre serán mi luz y mi guía cuando se presentan adversidades.

Por último, pero no menos importante a mis hermanos **Angélica, Diego, Alex, Miguel y Daniela** quien son mi ejemplo a seguir y quienes con su apoyo económico y emocional me han permitido culminar este trabajo de investigación haciendo que mi vida estudiantil sea más llevadera.

**Diana Paola Rojas Carrión**

## Agradecimiento

Agradezco a *Dios y la Virgen del Cisne*, por ser mi luz y mi fortaleza. A mi madre *Edith* quien estuvo en cada paso y decisión que tome para culminar esta etapa de formación académica.

Agradezco a mi familia política en especial a *Goldi*, quien me ayudo durante todo este proceso universitario dandome una mano y un millon de consejos.

Le agradezco muy profundamente a mi tutora *Dra. Carolina Serrano*, por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Son muchos los *docentes* que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento.

Agradezco al *Grupo de Caballería Mecanizada N°18 “Cazadores de los Ríos”*, en especial al *cabo I Angel Anguisaca* y a todos quienes conforman dicha institución, por permitirme realizar mi trabajo de campo, donde he culminado la parte más importante de mi carrera y he forjado amistades duraderas.

Agradezco a la *Universidad Nacional de Loja* que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

A mi compañera y amiga *Adriana Mocha*, quien estuvo a mi lado en cada día del trabajo de investigación gracias por su amistad, apoyo y aliento en todo este periodo de investigación.

Por último agradezco a mis *compañeros y amigos* que he forjado en esta institución han hecho que la vida estudiantil sea mas comfortable.

*Diana Paola Rojas Carrión*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas: .....	x
Índice de figuras: .....	xi
Índice de anexos:.....	xii
<b>1.    Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2.    Resumen</b> .....	<b>2</b>
Abstract .....	3
<b>3.    Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4.    Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1.    Anatomía del Aparato Reproductor de la Yegua .....	6
4.1.1.    Ovarios .....	6
4.1.2.    Trompa Uterina .....	6
4.1.3.    Utero .....	6
4.1.4.    Cervix.....	6
4.1.5.    Vagina.....	6
4.1.6.    Vestíbulo .....	7
4.1.7.    Vulva.....	7
4.2.    Fisiología Reproductiva de la Yegua.....	7
4.2.1.    Ciclo Estral .....	7
4.3.    Endocrinología.....	7

4.3.1.	Progesterona .....	8
4.3.2.	Estrogenos.....	8
4.3.3.	Gonadotropinas .....	8
4.4.	Fotoperiodo.....	9
4.5.	Examen Reproductivo de la Yegua.....	9
4.5.1.	Palpacion rectal.....	9
4.5.2.	Restriccion de la yegua .....	9
4.5.3.	Tecnica de palpación.....	9
4.5.4.	Revisión de genitales internos .....	10
4.6.	Ultrasonografía .....	11
4.6.1.	Transductor .....	11
4.7.	Ovulación.....	12
4.7.1.	Ovulación y fase luteal .....	13
4.7.2.	Fase luteínica.....	13
<b>5.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>15</b>
5.1.	Área de estudio .....	15
5.2.	Procedimiento.....	15
5.2.1.	Enfoque metodológico.....	15
5.2.2.	Diseño de la investigación.....	15
5.2.3.	Tamaño de la muestra y tipo de muestreo.....	16
5.2.4.	Técnicas.....	16
5.2.5.	Variables de estudio.....	17
5.2.6.	Procesamiento y Análisis de la Información .....	17
<b>6.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>19</b>
6.1.	Número de píxeles del Cuerpo Lúteo, Dimensiones Morfológicas Lúteas con Diferente Calidad y Niveles de P4. ....	19
6.2.	Número de Píxeles del Utero. ....	21
6.3.	Características uterinas.....	22



6.4.	Correlación.....	22
<b>7.</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>25</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>29</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>30</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>31</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>36</b>

**Índice de tablas:**

<b>Tabla 1.</b> Media $\pm$ error estándar de ecogenicidad (píxeles), dimensiones de cortes ecográficos del cuerpo lúteo y niveles de progesterona de diferente tipo de ovulación de yeguas en D7 postovulación.....	<b>19</b>
<b>Tabla 2.</b> Media $\pm$ error estándar de ecogenicidad (píxeles), dimensiones de cortes ecográficos del cuerpo lúteo con diferente morfología y niveles de progesterona de yeguas en D7 postovulación. ....	<b>20</b>
<b>Tabla 3.</b> Dimensiones de morfologías lúteas $\pm$ error estándar según el lado de ovulación de yeguas en D7 postovulación .....	<b>20</b>
<b>Tabla 4.</b> Dimensiones de morfologías ecográficas $\pm$ error estándar según el lado de ovulación y la morfología lutea de yeguas en D7 postovulación .....	<b>20</b>
<b>Tabla 5.</b> Número de píxeles $\pm$ error estándar de base y punta de cuernos uterinos de ovulaciones simples y dobles de yeguas en D7 postovulación .....	<b>21</b>
<b>Tabla 6.</b> Número de píxeles $\pm$ error estándar de base y punta de cuernos uterinos de yeguas en D7 postovulación .....	<b>21</b>
<b>Tabla 7.</b> Número de píxeles $\pm$ error estándar evaluados en cortes ecográficos de la calidad del CL y la interacción con el lado de ovulación de yeguas en D7 postovulación .....	<b>20</b>
<b>Tabla 8.</b> Características uterinas $\pm$ error estándar de ovulaciones simples y dobles de yeguas en D7 postovulación.....	<b>22</b>
<b>Tabla 9.</b> Características uterinas $\pm$ error estándar de diferentes morfologías lúteas de yeguas en D7 postovulación.....	<b>22</b>
<b>Tabla 10.</b> Correlación de las variables estudiadas .....	<b>23</b>

**Índice de figuras:**

**Figura 1.** Localización Caballería Mecanizada “Cazadores de Los Ríos” ..... **15**

**Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Operacionalización de las variables .....	<b>43</b>
<b>Anexo 2.</b> Historia clínica del paciente previo cirugía .....	<b>45</b>
<b>Anexo 3.</b> Autorización de cirugía .....	<b>46</b>
<b>Anexo 4.</b> Consentimiento informado de hospitalización, observación y revisión durante 24 horas postquirúrgico.....	<b>47</b>
<b>Anexo 5.</b> App Feline Grimace Scale.....	<b>48</b>
<b>Anexo 6.</b> Ficha clínica postoperatoria.....	<b>51</b>
<b>Anexo 7.</b> Paciente previo a cirugía .....	<b>57</b>
<b>Anexo 8.</b> Paciente sometida a cirugía de ovariectomía.....	<b>57</b>
<b>Anexo 9.</b> Evaluación Escala de Glasgow y Escala de Grimace.....	<b>58</b>
<b>Anexo 10.</b> Monitoreo de constantes fisiológicas postquirúrgico.....	<b>59</b>
<b>Anexo 11.</b> Paciente recuperado.....	<b>60</b>
<b>Anexo 12.</b> Certificado de traducción al idioma inglés de resumen del Trabajo de Integración Curricular.....	<b>61</b>

## **1. Título**

**Relación de la calidad de cuerpo lúteo con características uterinas y niveles de progesterona en yeguas el día 7 postovulación.**

## 2. Resumen

La morfo-ecogenicidad del cuerpo lúteo (CL) y los niveles sanguíneos de progesterona (P4) demuestran su funcionalidad, previniendo pérdidas embrionarias y optimizando el índice reproductivo. El objetivo fue relacionar la morfo-ecogenicidad lútea con los niveles sanguíneos de P4 y las características uterinas el día 7 postovulación. Se utilizaron diez yeguas cíclicas, y se obtuvieron 12 ovulaciones con CL íntegros, cavitarios y dobles. El día 7 postovulación, se realizaron vídeos ultrasonográficos (Mindray DP-50 Vet®) del CL, y se seleccionaron tres imágenes del mayor diámetro. Se tomaron imágenes de cuatro secciones de ambos cuernos uterinos (base y punta). Fueron analizadas mediante histogramas en ImageJ obteniendo la ecogenicidad en píxeles. Se midieron los niveles sanguíneos de P4. Se utilizó el modelo estadístico PROC-MIXED y PROC-CORR (SAS, 2023). Los CL cavitarios presentaron mayor ( $p=0,03$ ) valor máximo de píxeles que en los otros dos grupos. En el área total, área cavitaria, área íntegra, perímetro y diámetro fueron mayores ( $p < 0,0001$ ) los CL dobles que los otros dos grupos ( $p < 0,0001$ ). En los niveles de P4 no se encontró diferencia estadística. Los valores medio, mínimo, máximo y moda de los píxeles de las cuatro regiones del útero no difirieron. Además, el tono uterino, tono cervical, la ausencia de edema y los niveles de P4 fueron similares entre los tres grupos. Sin embargo, al realizar la correlación de las variables obtuvimos que yeguas con CL más ecogénicos poseen mayor ecogenicidad en el útero y si los niveles de P4 aumentan, el tono del útero también aumenta. En el día 7 postovulación, las diferentes morfo-ecogenicidades lúteas no interfieren en los niveles sanguíneos de P4, sin embargo, estos influyen directamente en el tono uterino de yeguas. Además, CL más ecogénicos generan mayor ecogenicidad en el útero dando una imagen más homogénea y ausencia de edema.

**Palabras clave:** morfología lutea, ecogenicidad, histograma, píxeles, P4

## **Abstract**

The morpho-echogenicity of the corpus luteum (CL) and blood levels of progesterone (P4) demonstrate its functionality, preventing embryo loss and optimizing reproductive outcomes. The objective was to correlate luteal morpho-echogenicity with blood levels of P4 and uterine characteristics on day 7 post-ovulation. Ten cyclic mares were used, and 12 ovulations with intact, cavitory, and double CL were obtained. On day 7 post-ovulation, ultrasonographic videos (Mindray DP-50 Vet®) of the CL were taken, and three images with the largest diameter were selected. Images of four sections of both uterine horns (base and tip) were captured. They were analyzed using histograms in ImageJ to obtain pixel echogenicity. Blood levels of P4 were measured. The statistical models PROC-MIXED and PROC-CORR (SAS, 2023) were used. Cavitory CL showed a higher ( $p=0.03$ ) maximum pixel value compared to the other two groups. In terms of total area, cavitory area, intact area, perimeter, and diameter, double CL were larger ( $p < 0.0001$ ) than the other two groups ( $p < 0.0001$ ). No statistical differences were found in P4 levels. The mean, minimum, maximum, and mode pixel values of the four uterine regions did not differ. Additionally, uterine tone, cervical tone, absence of edema, and P4 levels were similar among the three groups. However, the correlation of the variables showed that mares with more echogenic CL had higher echogenicity in the uterus, and if P4 levels increased, uterine tone also increased. On day 7 post-ovulation, different luteal morpho-echogenicities did not interfere with blood levels of P4; however, they directly influenced uterine tone in mares. Moreover, more echogenic CL generated higher echogenicity in the uterus, resulting in a more homogeneous image and absence of edema.

**Key words:** luteal morphology, echogenicity, histogram, pixel, P4,

### 3. Introducción

En las últimas décadas, la Transferencia de Embriones (TEE) ha emergido como una biotecnología especializada a nivel mundial, ofreciendo una solución eficiente para la reproducción equina sin comprometer el rendimiento de los ejemplares en competición (Castaño et al., 2008). Además, ha posibilitado el uso de yeguas con alto valor de fertilidad y un control más efectivo de las enfermedades (Arruda et al., 2001).

La esencia de la TEE reside en la extracción del embrión del útero de la yegua donante, seguida de su colocación en el útero de la yegua receptora (Balerdi, 2012). La yegua receptora, siendo un factor crítico para el éxito del programa de transferencia embrionaria, debe presentar ciclos estrales normales y carecer de anomalías uterinas y ováricas (Cortés et al., 2018). Es durante la fase lútea (diestro) que se inicia el proceso de ovulación con la formación del cuerpo lúteo, el cual secreta progesterona, preparando el tracto genital para recibir la vesícula embrionaria (Hashim, 2004).

La concentración de progesterona posterior a la ovulación y su relación con los cuerpos lúteos ecogénicos o no ecogénicos son aspectos cruciales, ya que, en yeguas, las concentraciones plasmáticas de progesterona y el suministro sanguíneo ovárico están correlacionados (Arruda et al., 2001; Ginther et al., 2007). Diversos factores, como las condiciones ambientales (López et al., 2008; Ishak et al., 2017) y el historial reproductivo, influyen en la salud del cuerpo lúteo, con una disminución de los niveles de progesterona en yeguas no preñadas de un ciclo a otro (Panzani et al., 2017).

La maduración anormal del cuerpo lúteo, que en condiciones anormales no pierde su apariencia hemorrágica, es otro aspecto crítico (Paredes, 2013). Sin embargo, la información sobre las relaciones entre la calidad del cuerpo lúteo, los niveles de progesterona y las condiciones de manejo en yeguas receptoras es limitada, especialmente considerando las variadas condiciones ambientales a las que se enfrentan. Esto representa una preocupación, ya que la mayoría de los estudios se llevan a cabo en condiciones ideales para la reproducción.

La falta de comprensión de la relación entre la calidad del cuerpo lúteo, los niveles de progesterona y las condiciones ambientales afecta directamente la aplicación de biotecnologías reproductivas, generando pérdidas económicas y de material genético. Por lo tanto, es imperativo evaluar estos parámetros reproductivos y su relación con diversos aspectos del animal y del entorno, permitiendo la implementación de medidas correctivas en el manejo reproductivo de las yeguas, especialmente en condiciones tropicales, para optimizar las tasas de preñez y evitar pérdidas económicas.



En este contexto, los objetivos de este estudio fueron:

- Relacionar la calidad del cuerpo lúteo con los niveles de P4 y las características uterinas en el día 7 postovulación en yeguas receptoras.
- Evaluar la relación entre el cuerpo lúteo cavitario y el cuerpo lúteo íntegro con los niveles de P4 en el día 7 postovulación.
- Determinar la ecogenicidad del útero y del cuerpo lúteo en el día 7 postovulación.

La hipótesis planteada:

- Los niveles de progesterona difieren entre un cuerpo lúteo cavitario y un cuerpo lúteo íntegro en el día 7 postovulación.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Anatomía del Aparato Reproductor de la Yegua**

El sistema reproductor de la yegua se compone de dos grupos principales de órganos: los intrínsecos a la vía reproductiva, como los ovarios y genitales tubulares, y aquellos aislados físicamente que regulan los eventos reproductivos, como la glándula pineal, la retina, el hipotálamo y la glándula hipófisis (Brinsko et al., 2011).

#### **4.1.1. Ovarios**

Los ovarios, con forma de haba, varían en tamaño según la actividad ovárica, siendo más grandes durante la temporada de cría (primavera y verano) y más pequeños durante el anestro invernal. Ubicados ventralmente a la quinta vértebra lumbar y suspendidos por el mesovario, tienen funciones tanto exocrinas como endocrinas, liberando óvulos y produciendo hormonas (Hafez, 2000).

#### **4.1.2. Trompa Uterina**

La trompa uterina, dividida en infundíbulo, ampolla e istmo, actúa como conductora de ovocitos desde el ovario hasta el útero. La ampolla, donde ocurre la fertilización, está sujeta por el mesosálpinx (Dyce, 2003).

#### **4.1.3. Útero**

Este órgano hueco y muscular, suspendido en la cavidad pélvica y abdomen por los ligamentos anchos, está formado por dos cuernos y un cuerpo en forma de T o Y. Realiza diversas funciones, desde el transporte de espermatozoides hasta la gestación, parto e involución posparto (Hafez, 2000).

#### **4.1.4. Cérvix**

El cérvix, dinámico en la yegua, se adapta internamente para segregar mucosidad delgada durante el estro y mucosidad espesa para ocluir el lumen durante el diestro y la preñez. Se expande para facilitar el paso del pene del semental y el potro durante el parto (Brinsko et al., 2011).

#### **4.1.5. Vagina**

La vagina, órgano tubular altamente elástico, se extiende desde el orificio externo del cérvix hasta el pliegue transversal que recubre el orificio uretral externo. Se contrae excepto

durante la preñez y el parto, y su mucosa está cubierta con epitelio estratificado escamoso (Brinsko et al., 2011).

#### **4.1.6. Vestíbulo**

El vestíbulo, la parte terminal del tracto genital, rodeado por el músculo constrictor vulvar y vaginal, minimiza la entrada de material extraño y contiene glándulas vestibulares que segregan moco para lubricación (Brinsko et al., 2011).

#### **4.1.7. Vulva**

La vulva, abertura externa del tracto reproductivo, se encuentra ventral al suelo de la pelvis. La comisura ventral redondeada y dorsal más aguda alberga un clítoris y se expande durante el parto (Dyce, 2003).

### **4.2. Fisiología Reproductiva de la Yegua**

Las yeguas son reproductoras poliéstricas estacionales de día largo, con máxima actividad ovárica en primavera y verano. El fotoperiodo, junto con factores como la edad, nutrición y temperatura, afecta la actividad reproductiva (Aurich, 2011). Sin embargo, en las zonas ecuatoriales, donde la duración del día es relativamente constante a lo largo del año, las yeguas pueden no verse tan influenciadas por las horas de luz como ocurre en regiones con estaciones más marcadas, en las regiones ecuatoriales, la duración del día tiende a ser más estable, con variaciones mínimas a lo largo del año, esto significa que las yeguas en estas áreas no experimentan cambios estacionales significativos en la cantidad de luz que reciben (Salex et al., 2016).

#### **4.2.1. Ciclo Estral**

El ciclo estral se divide en fase folicular (estro) y fase luteal (diestro). Durante el estro, la yegua muestra deseo sexual, aceptación del macho y preparación del tracto genital para la fertilización. El diestro, no receptivo al semental, prepara el tracto genital para la gestación (Brinsko et al., 2011).

### **4.3. Endocrinología**

El control endócrino del ciclo estral está regulado por el eje hipotálamo-hipofisario-ovario. El hipotálamo emite la hormona GnRH, estimulando a la adenohipófisis para producir y liberar gonadotropinas, que actúan sobre los ovarios. En este grupo de gonadotropinas se encuentra la hormona folículo estimulante (FSH), la cual inicia una nueva onda folicular y el

reclutamiento de folículos. Los folículos de mayor tamaño secretan inhibina, la cual ejerce un feedback negativo en la producción de FSH (Morel, 2003).

La hormona luteinizante (LH) experimenta un aumento unos días antes del estro, induciendo la secreción de estrógenos por el folículo preovulatorio. Estos estrógenos generan una retroalimentación positiva que desencadena la ovulación, marcando el día 0 del ciclo. La concentración máxima de LH en plasma generalmente se alcanza un día después de la ovulación, y durante el diestro, sus niveles disminuyen (Ginther et al., 2006).

Después de la ovulación, se forma el cuerpo lúteo dentro del folículo colapsado, el cual secreta progesterona. La concentración máxima de progesterona se registra entre el día 5 y 15 del ciclo estral, y ejerce un efecto inhibitorio sobre el eje hipotálamo-hipofisario, especialmente en la liberación de LH. Por lo tanto, el estro no se inicia hasta que los niveles de progesterona descienden (Palmer, 1978).

En ausencia de reconocimiento materno de preñez, el endometrio equino secreta prostaglandina, una sustancia luteolítica que destruye el cuerpo lúteo. Esto conlleva a una disminución en los niveles de progesterona, desinhibiendo el eje hipotálamo-hipofisario y provocando la liberación de FSH y LH, dando inicio a un nuevo estro (Morel, 2003).

#### ***4.3.1. Progesterona***

Hormona producida por el CL, la progesterona inhibe la liberación de GnRH y regula el estro. Sus niveles basales empiezan a elevarse después de 24 horas de la ovulación, alcanza los niveles máximos entre el día 5 postovulación con niveles de 10ng/ml hasta el día 15 del ciclo estral. Se encarga de preparar el útero para el inicio de la preñez. (Ginther et al., 2005; Ginther, 2012).

#### ***4.3.2. Estrógenos***

Producido por el folículo preovulatorio, el estrógeno induce comportamientos asociados con el estro. La relación estrógeno-progesterona determina el estatus reproductivo (Brinsko et al., 2011).

#### ***4.3.3. Gonadotropinas***

Las gonadotropinas son la folículo estimulante (FSH) y la luteinizante (LH). La FSH estimula el desarrollo folicular, y la LH induce la ovulación y la formación del cuerpo lúteo. La sincronización hormonal es crucial para la fertilidad (Aurich, 2011).

#### **4.4. Fotoperiodo**

La percepción de la presencia o ausencia de luz por los fotorreceptores de la retina desencadena una serie de eventos neuroendocrinos cruciales en la regulación reproductiva de la yegua. Durante la noche, la glándula pineal secreta melatonina, inhibiendo el eje hipotálamo-hipofisario. A medida que aumentan las horas de luz, se levanta esta inhibición, iniciando la producción de la hormona liberadora de gonadotropinas. La adenohipófisis responde generando gonadotropinas FSH y LH, marcando el inicio de la fase reproductiva (Brinsko et al., 2011).

En áreas de la zona ecuatorial al poseer horas luz constante durante todo el año, la actividad reproductiva de las yeguas puede estar más influenciada por otros factores, como la temperatura, la disponibilidad de alimentos y el comportamiento social (Gomez et al., 2022).

#### **4.5. Examen Reproductivo de la Yegua**

##### ***4.5.1. Palpación rectal***

La examinación transrectal es un procedimiento de rutina utilizado para la evaluación reproductiva de la yegua, así como parte integral de la evaluación ultrasonográfica (Ramirez & Ramos, 2010).

##### ***4.5.2. Restricción de la yegua***

La adecuada restricción es crucial para prevenir complicaciones tanto para el paciente como para el veterinario. Idealmente, se emplea una manga de manejo, aunque en algunos casos se recurre a puertas de caballerizas o paredes como medida de protección. Se requiere asistencia para sostener la cabeza y la cola de la yegua. La sedación o el uso de un arnés se recomienda en casos de nerviosismo extremo (Ramirez & Ramos, 2010).

##### ***4.5.3. Técnica de palpación***

Es esencial una adecuada restricción para disminuir problemas del paciente y del médico veterinario, para lo cual es ideal contar con una manga de manejo. Sin embargo, en algunos lugares se llegan a ocupar puertas de caballerizas o paredes como protección. En cualquier caso, es necesario contar con un asistente que sostenga la cabeza de la yegua, y otro listo para sujetar la cola del paciente. Idealmente las mangas de manejo deben ser equipadas con una puerta sólida para prevenir accidentes por patadas de las yeguas. La altura de la puerta no debe ser mayor que la altura del corvejón de los miembros posteriores de las yeguas. En caso de tener pacientes muy nerviosos, se recomienda la sedación o el uso de un arcial.

a) El médico veterinario que realizará la palpación debe contar con guantes desechables delgados, así como gran cantidad de gel lubricante (carboximetil celulosa) (Ramirez & Ramos, 2010).

b) Es recomendable el uso de un overol o una filipina.

c) El médico se colocará el guante, se lubricará la mano enguantada y la introducirá dentro del recto del paciente, cualquier materia fecal presente será evacuada.

d) Se debe realizar la examinación en el siguiente orden:

Cérvix. Se localiza normalmente introduciendo la mano en el recto hasta el nivel de la muñeca.

Útero. Se localizan los cuernos entrando a la cavidad pélvica y pueden delinearse ventralmente hasta llegar a la punta del cuerno y continuar con los ovarios.

Ovarios. Conforme el operador alcance la punta del cuerno uterino, el ovario ipsilateral será identificado.

La evaluación táctil del útero y cérvix se realiza en primer lugar para determinar el tono o la flacidez del órgano. Fisiológicamente, el tono es un reflejo del grado de vascularidad y la cantidad de fluido extracelular o intracelular, lo cual está influenciado por la concentración de estrógenos o progesterona. El tono cervical y uterino se puede sentir solamente cuando la yegua se encuentra bajo la influencia de la progesterona (diestro) (Ramirez & Ramos, 2010).

Durante dicha etapa, el cérvix es firme, así como los cuernos uterinos, y son más resistentes a la compresión y dilatación, por lo tanto, estas estructuras adquieren una forma tubular a la palpación. Durante el estro el cérvix, así como los cuernos uterinos, se sienten relajados y flácidos. Además, los pliegues endometriales se edematizan debido al efecto del estradiol en el que se encuentran las yeguas.

Tan pronto como la examinación haya terminado tendrá que revisar su mano enguantada en busca de la presencia o ausencia de sangre.

Si durante la palpación transrectal, la mano del operador es forzada a salir por respuesta a los movimientos peristálticos del recto de la yegua, se debe esperar unos segundos y no poner resistencia. Los resultados de la palpación deben ser registrados inmediatamente (Vega, 2012).

#### ***4.5.4. Revisión de genitales internos***

La exploración de genitales internos puede complementarse con técnicas como la ultrasonografía y la vaginoscopia, según la decisión del veterinario basada en los resultados obtenidos previamente (Ramirez & Ramos, 2010).

## **4.6. Ultrasonografía**

La ultrasonografía, un proceso interactivo que requiere la pericia del veterinario, la colaboración del paciente equino, y la utilización de un transductor y una máquina de ultrasonido, es una herramienta crucial para la evaluación reproductiva (Hernandez et al., 2009).

### **4.6.1. Transductor**

El transductor, vital en la ultrasonografía reproductiva, emite ondas ultrasónicas a través del recto, generando imágenes en respuesta a los ecos que interactúan con las superficies corporales. La elección del tipo de transductor ya sea lineal o sectorial, impacta la calidad de la imagen. Este componente, también conocido como sonda, está conectado al equipo mediante un cable coaxial. Las ondas ultrasónicas permiten evaluar diversas condiciones reproductivas, desde irregularidades ováricas hasta el estado del ciclo estral y el desarrollo de cuerpos lúteos (Hernandez et al., 2009; Muñoz, 2019).

En la reproducción equina, la ecogenicidad es un parámetro crucial que se evalúa en el útero y el cuerpo lúteo de las yeguas, el útero de una yegua puede ser examinado mediante ultrasonido para determinar su estado y salud. La ecogenicidad del útero en las imágenes de ultrasonido puede variar debido a diversos factores, como la fase del ciclo estral y la presencia de fluidos o tejidos anormales (Ramirez & Cifuentes, 2006).

A lo largo del ciclo estral de una yegua, el útero experimenta cambios en su ecogenicidad que se corresponden con las distintas fases del ciclo, durante la fase folicular, el útero suele presentar una ecogenicidad baja, lo que indica que aparece oscuro en la imagen de ultrasonido (Arruda et al., 2001). Esto se debe a la presencia de un endometrio delgado y poco vascularizado. A medida que la yegua entra en la fase ovulatoria y luteal, el útero puede volverse más ecogénico debido al aumento en el espesor del endometrio y a una mayor vascularización (Vega, 2012; Azevedo et al., 2021).

El cuerpo lúteo es una estructura temporal que se forma en el ovario después de la ovulación. La ecogenicidad del cuerpo lúteo puede variar dependiendo de su edad y estado funcional (Ginther, 1974). Un cuerpo lúteo activo y saludable generalmente se muestra como una estructura ecogénica en la imagen de ultrasonido, esto significa que se visualizará como una estructura brillante y bien definida (Salex et al., 2007). Por otro lado, un cuerpo lúteo que está en regresión o que es anormal puede presentar una ecogenicidad más baja y aparecer menos definido en la imagen de ultrasonido (Gallego et al., 2018).

Es importante destacar que la interpretación de la ecogenicidad del útero y el cuerpo lúteo en yeguas debe realizarse considerando otros parámetros, como el tamaño, la forma y la

presencia de patologías o anormalidades. Además, es fundamental contar con la experiencia de un veterinario especializado en reproducción equina para interpretar adecuadamente las imágenes de ultrasonido y realizar un diagnóstico preciso (Cortes et al., 2021)

#### **4.7. Ovulación**

La ovulación (día 0) ocurre en respuesta a los niveles incrementados de LH. Si la yegua no está preñada, los CL empiezan a retraerse en respuesta a la prostaglandina (aproximadamente día 13). Esta regresión se completa aproximadamente el día 18. Los niveles de progesterona disminuyen cuando se retrae el CL. Aproximadamente al mismo tiempo (día 13), los niveles de FSH aumentan causando el crecimiento del folículo preparándolo para la ovulación del siguiente estro (día 19 a 22) (Chavez & Cabellero, 2018).

En condiciones normales, el CH puede ser detectado desde el momento de la ovulación hasta 1 a 3 días postovulación, posteriormente comienza a aumentar su tamaño y a perder su apariencia hemorrágica transformándose en cuerpo lúteo (CL) (1,2). Después de la ovulación, ocurre la luteinización en las células de la teca interna y las células de la granulosa del folículo; en este proceso las células del folículo ovulatorio se convierten en tejido luteal (Cortes, et al; 2018).

La LH es necesaria para el crecimiento final del folículo y la ovulación. Unos dos días antes de la ovulación, los niveles de LH aumentan (en este momento del ciclo, los estrógenos tienen un efecto de retroalimentación positivo sobre la secreción hipofisaria de gonadotropinas, en contraste con su efecto de retroalimentación positiva normal), al igual que la FSH (Chavez & Cabellero, 2018).

La acción conjunta de estas dos hormonas y fundamentalmente la acción de la LH tiene dos efectos importantes: uno sobre el folículo, provocando una tumefacción muy rápida, el otro específicamente sobre las células de la teca y de la granulosa, induciendo una mayor secreción de progesterona y una menor secreción de estrógenos (Cortes, et al; 2018).

Además, las células de la teca externa (la cápsula del folículo) comienzan a secretar enzimas proteolíticas que disuelven la pared capsular y la debilitan, lo cual provoca una mayor tumefacción del folículo y la degeneración del estigma.

También hay un crecimiento rápido de vasos sanguíneos hacia la pared del folículo, lo cual provoca una transudación de plasma hacia él, aumentando aún más su tumefacción



(Cortes, et al; 2018). El resultado de esta tumefacción junto con la degeneración del estigma provoca la rotura del folículo con evaginación del ovocito (Castillo & Baquero, 2018).

#### **4.7.1. Ovulación y fase luteal**

Una vez que se seleccione el folículo dominante, continuará creciendo y ovulará, los receptores de la LH en las células granulosas del folículo dominante, o folículo preovulatorio, permiten que el folículo responda a la oleada preovulatoria de LH.

En yeguas, el disparador para la ovulación puede ser simplemente el aumento de los niveles de LH porque el pico de la LH no ocurre sino hasta un día después de la ovulación (Chavez & Cabellero, 2018). El folículo preovulatorio aumenta de diámetro (con una media de 3 mm por día), se deforma de esférico a no esférico y disminuye el grosor de la pared folicular (Castillo & Baquero, 2018).

El tamaño inicial del folículo preovulatorio al inicio del estro influye en las dimensiones del folículo ovulatorio. Además, la temporada del año también ejerce influencia en el tamaño del folículo durante la ovulación. Durante la estación ovulatoria temprana, los folículos que experimentan la ovulación son de mayor tamaño en comparación con aquellos de la estación más tardía. Este folículo llega a la fosa de la ovulación, donde se produce el proceso de ovulación (Romero et al; 2022).

Después de la ovulación, la ruptura de la pared del folículo en la fosa ovulatoria expulsa el oocito y el líquido folicular. Aproximadamente tres días después de la ovulación, las células granulosas comienzan a luteinizarse, dando lugar a la formación del cuerpo lúteo (CL). La hormona luteinizante (LH) prolonga la vida del CL durante el ciclo estral de la yegua. El CL, a su vez, produce progesterona, lo que aumenta la cantidad de receptores para la LH en su estructura (Romero et al; 2022).

Las concentraciones de progesterona experimentan un aumento y alcanzan su punto máximo alrededor del noveno día, coincidiendo con el crecimiento máximo del CL. Si la yegua no queda preñada, aproximadamente a los 14 días, el útero segrega prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>), lo que provoca la regresión del CL. La disminución de los niveles de progesterona acompaña a este proceso de regresión del CL, marcando el reinicio del ciclo estral (Castillo & Baquero, 2018; Cortes, et al., 2018).

#### **4.7.2. Fase luteínica**

Luego de la ovulación, la cavidad folicular se llena de sangre, formándose el cuerpo hemorrágico. Las células de la granulosa por influencia de la LH se transforman en células luteínicas, las cuales producen progesterona, que al alcanzar ciertos niveles en sangre (1-2

ng/ml, unos 2 días después de la ovulación) provocan la aparición del diestro. A medida que madura el cuerpo lúteo, el coágulo hemorrágico va siendo reemplazado por las células luteínicas, de manera que alrededor del día 6 tras la ovulación, el cuerpo lúteo ya está maduro, teniendo un tamaño inferior que el inicial cuerpo hemorrágico (Castillo & Baquero, 2018).

En condiciones normales, el cuerpo hemorrágico puede ser detectado desde el momento de la ovulación hasta 1 a 3 días postovulación, posteriormente comienza a aumentar su tamaño y a perder su apariencia hemorrágica transformándose en cuerpo lúteo de calidad integro o cavitario (Avila, 2016).

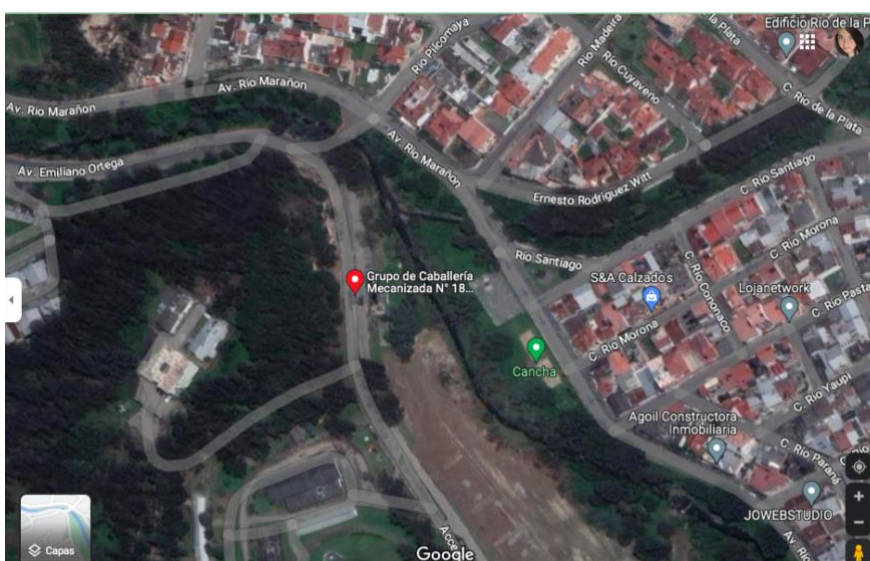
Este cuerpo lúteo maduro continúa produciendo progesterona en altas dosis hasta aproximadamente el día 14 o 15 del ciclo, momento en que se inicia la luteólisis en respuesta a la PGF<sub>2</sub> $\alpha$  liberada por el endometrio uterino. Lógicamente, también comienzan a disminuir los niveles de progesterona y al cabo de 1 o 2 días, la yegua entra nuevamente en celo. El cuerpo lúteo involuciona y se transforma en corpus albicans, alrededor del día 16 a 18 del ciclo (Romero et al; 2022).

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en la “Caballería Cazadores de los Ríos” ubicada al sureste de la ciudad de Loja, con coordenadas 4°00'36.6"S 79°11'13.9"W a una altitud promedio de 2101 msnm, con temperatura media 16,1°C, la humedad relativa 76,7%, precipitación 0,07 mm y nubosidad de 70%. Esta investigación se llevó a cabo entre marzo 2023 y junio 2023. El análisis y procesamiento de las muestras se realizaron en el Laboratorio de análisis clínicos “LabMed”.

**Fuente:** Google Earth



**Figura 1.** Localización Caballería Mecanizada “Cazadores de Los Ríos”

### 5.2. Procedimiento

#### 5.2.1. Enfoque metodológico

Esta investigación fue un estudio de enfoque cuali - cuantitativo

#### 5.2.2. Diseño de la investigación

La presente investigación fue observacional analítico de tipo transversal y con muestreo por conveniencia.

Considerando el tipo de ovulación simple y doble, se distribuyeron en CL íntegros (n=12), cavitarios (n=12) y dobles (n=12). Además, se distribuyeron los CL dobles, para obtener datos según la morfo ecogenicidad en CL íntegros (n=20) y cavitarios (n=28).

### **5.2.3. *Tamaño de la muestra y tipo de muestreo***

Las yeguas fueron seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico, por conveniencia, tomando en consideración su historial reproductivo y examen ginecológico, el cual incluyó: palpación rectal y examen ultrasonográfico. Fueron utilizadas 10 yeguas cíclicas, sin raza definida, con edad entre 7 a 15 años y condición corporal de 4 (0 - 9) (Henneke et al., 1983). Los animales se encontraban a libre pastoreo y recibían 4 kg de concentrado dividido en tres raciones al día y heno de avena en la mañana y tarde; además de sal mineral como suplemento una vez al día y agua ad libitum.

### **5.2.4. *Técnicas***

#### **5.2.4.1. *Acompañamiento de Desarrollo Folicular.***

El acompañamiento se lo realizó por el mismo operador diariamente para minimizar las posibles diferencias en la captación y, en consecuencia, la interpretación de las imágenes ecográficas, el desarrollo folicular se monitoreo mediante palpación rectal donde se verifico tono de útero (1 – 4), la puntuación se asignó de la siguiente manera: 1 para útero flácido (tono mínimo), 2 para tono intermedio bajo, 3 para tono intermedio alto tono, y 4 para un útero turgente y tenso (tono máximo) (Hayes & Ginther, 1986); tono de cérvix (1 – 3), las valoraciones ultrasonograficas se realizaron utilizando el ecógrafo (DP – 50Vet, marca Mindray ®, China) con transductor lineal transrectal (5.0 mHz). Al encontrar un folículo de 35 mm de diametro o superior (Aurich, 2011) y edema uterino grado 2 – 3 (Tassoni, 2017), se acompañó la estructura hasta el momento de la ovulación y formación del cuerpo lúteo, momento que se consideró como día 1, y la toma de muestras ecográficas y de sangre fueron realizadas el día 7.

#### **5.2.4.2. *Toma de Muestra Ultrasonográfica***

Se obtuvieron un total de 4 imágenes al dividir al útero en base y punta de cuerno uterino derecho e izquierdo. El transductor fue colocado en un axis vertical sobre el cuerno uterino resultando en una imagen circular transversal. Se realizó un vídeo de escaneo completo del cuerpo lúteo y fueron seleccionadas 3 imágenes con el mayor diámetro.

#### **5.2.4.3. *Evaluación de la Ecogenicidad del Cuerpo Lúteo y Útero mediante pixeles***

Las imágenes fueron capturadas con la misma configuración (frecuencia de 5 MHz, 69% de ganancia en modo B). Posteriormente fueron analizadas con el programa Image J (versión 1,54d), mediante un histograma que permitió la cuantificación de píxeles de la imagen de ecogenicidad del cuerpo lúteo y útero, obteniendo medidas numéricas como media, desviación estándar, mínimo, máximo y moda.

#### **5.2.4.4. Evaluación de las Dimensión del Cuerpo Lúteo**

En las medidas de área total, área íntegra, área cavitaria, perímetro y diámetro se usó la herramienta selección de polígonos del programa Image J, que mediante puntos se forma la imagen obteniendo sus respectivos valores.

#### **5.2.4.5. Valoración de los Niveles de Progesterona**

La recolección de sangre se realizó mediante venopunción yugular, con la ayuda de un tubo Vacutainer tapa roja sin anticoagulante, y se transportaron refrigeradas al Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja. La sangre obtenida se centrifugó (839 g durante 5 minutos) y el suero decantado se almacenó en tubos cónicos de 1,5ml a -20°C, hasta el estudio de la progesterona. Los niveles de progesterona se evaluaron por medio de inmunoensayo de quimioluminiscencia utilizando el equipo Maglumi 600 (Snibe Diagnostic®, China).

#### **5.2.5. Variables de estudio.**

##### *Variables cualitativas*

- Calidad del cuerpo lúteo
- Presencia de edema uterino

##### *Variables cuantitativas*

- Ecogenicidad del cuerpo lúteo (media, mínimo, máximo, moda)
- Área total del cuerpo lúteo
- Área íntegra del cuerpo lúteo
- Área cavitaria del cuerpo lúteo
- Perímetro del cuerpo lúteo
- Diámetro del cuerpo lúteo
- Niveles de P4 en sangre
- Ecogenicidad del útero (media, mínimo, máximo, moda)
- Tono de cérvix
- Tono de útero
- Edema uterino

#### **5.2.6. Procesamiento y Análisis de la Información**

Se utilizó una estimación probabilística por medio de un modelo mixto PROC MIXED (SAS on Demand for Academics 2023), en el cual se consideraron como variables fijas el tipo

de ovulación, la morfo – ecogenicidad del cuerpo lúteo e interacción, y como variable aleatoria la yegua anidada al tratamiento. Para comparar las medias se utilizó un t - test protegido.

Para la correlación de todas las variables se utilizó el procedimiento PROC CORR (SAS on Demand for Academics 2023).

## 6. Resultados.

### 6.1. Número de píxeles del Cuerpo Lúteo, Dimensiones Morfológicas Lúteas con Diferente Calidad y Niveles de P4.

Al evaluar los cortes ecográficos de los diferentes tipos de ovulación y sus morfologías lúteas mediante histograma para determinar el número de píxeles, se verificó que no hubo diferencia en los valores de media, mínima y moda (Tabla 1). Sin embargo, se observó que los CL cavitarios presentaron mayor ( $p= 0,03$ ) valor máximo de píxeles que en los otros dos grupos.

En el área total ( $\text{cm}^2$ ) ( $p = <.0001$ ), fueron mayor los CL dobles y cavitarios que los íntegros ( $\text{cm}^2$ ), en el área íntegra ( $\text{cm}^2$ ) ( $p = <.0001$ ), los CL cavitarios presentaron mayor área íntegra ( $\text{cm}^2$ ) que los dobles e íntegros, y en el área cavitaria ( $p = <.0001$ ), los CL dobles fueron mayor CL cavitarios e íntegros.

En el perímetro ( $\text{cm}$ ) ( $p = <.0001$ ), los CL dobles tuvieron mayor perímetro que los CL íntegros y cavitarios, así como en el diámetro ( $\text{cm}^2$ ) ( $p = <.0001$ ), (Tabla 1). Mientras que en los Niveles de P4 ( $\text{ng/mL}$ ), no hubo diferencia estadística.

**Tabla 1.** Media  $\pm$  error estándar de ecogenicidad (píxeles), dimensiones de cortes ecográficos del cuerpo lúteo y niveles de progesterona de diferente tipo de ovulación de yeguas en D7 postovulación.

	Tipo de ovulacion		
	Simple Íntegro n=12	Simple Cavitario n=12	Doble n=12
Media de píxeles	69,16 $\pm$ 7,47	82,97 $\pm$ 7,02	68,68 $\pm$ 6,63
Mínimo de píxeles	23,95 $\pm$ 4,13	21,28 $\pm$ 3,90	17,62 $\pm$ 3,60
Máximo de píxeles	140,47 $\pm$ 8,93 <sup>b</sup>	173,23 $\pm$ 8,45 <sup>a</sup>	145,48 $\pm$ 7,74 <sup>b</sup>
Moda de píxeles	67,65 $\pm$ 12,64	80,54 $\pm$ 11,85	77,00 $\pm$ 11,28
Área Total ( $\text{cm}^2$ )	4,81 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	6,28 $\pm$ 0,55 <sup>b</sup>	11,86 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>
Área Íntegra ( $\text{cm}^2$ )	4,74 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>	4,98 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>	9,18 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>
Área Cavitaria ( $\text{cm}^2$ )	0 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>	1,31 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>	2,83 $\pm$ 0,49 <sup>a</sup>
Perímetro ( $\text{cm}$ )	8,72 $\pm$ 0,53 <sup>b</sup>	9,48 $\pm$ 0,51 <sup>b</sup>	18,72 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>
Diámetro ( $\text{cm}$ )	2,77 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	3,02 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	5,95 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>
Nivel P4 ( $\text{ng/mL}$ )	7,22 $\pm$ 1,14	7,44 $\pm$ 1,12	8,29 $\pm$ 1,13

\*a, b letras minúsculas muestran diferencia estadística ( $p < 0,05$ )

Separando los CL dobles según la calidad en CL íntegros y cavitarios, se verificó que no hubo diferencia en los valores de media, mínima y moda (Tabla 2). Sin embargo, se observó que los CL cavitarios presentaron mayor (0,019) valor máximo de píxeles que en íntegros ( $p < 0,01$ ). Según la calidad de las morfologías lúteas, los CL cavitarios fueron mayor ( $p = 0,00$ ) en área total ( $\text{cm}^2$ ) que los CL íntegros, (Tabla 2).

**Tabla 2.** Media  $\pm$  error estándar de ecogenicidad (píxeles), dimensiones de cortes ecográficos del cuerpo lúteo con diferente morfología y niveles de progesterona de yeguas en D7 postovulación.

	<b>Morfologías Lúteas</b>	
	<b>Integro n=20</b>	<b>Cavitario n=28</b>
<b>Media de píxeles</b>	69,71 $\pm$ 5,46	73,67 $\pm$ 5,26
<b>Mínimo de píxeles</b>	20,63 $\pm$ 3,39	19,80 $\pm$ 3,28
<b>Máximo de píxeles</b>	139,12 $\pm$ 5,57 <sup>b</sup>	158,87 $\pm$ 5,15 <sup>a</sup>
<b>Moda de píxeles</b>	74,25 $\pm$ 9,85	73,25 $\pm$ 9,62
<b>Área Total (cm<sup>2</sup>)</b>	4,93 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>	6,27 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>
<b>Área Integra (cm<sup>2</sup>)</b>	4,95 $\pm$ 0,27	4,56 $\pm$ 0,23
<b>Área Cavitaria (cm<sup>2</sup>)</b>	0,03 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>	1,71 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
<b>Perímetro (cm)</b>	9,11 $\pm$ 0,31	9,39 $\pm$ 0,27
<b>Diámetro (cm)</b>	2,90 $\pm$ 0,10	2,99 $\pm$ 0,87
<b>Nivel P4 (ng/mL)</b>	7.26 $\pm$ 1.10	7.81 $\pm$ 0.93

\*a, b letras minúsculas muestran diferencia estadística ( $p < 0,05$ )

Al observar las morfologías lúteas teniendo en cuenta la interacción con el lado de ovulación se verificó que no hubo diferencia en los valores de área integra (cm<sup>2</sup>), área cavitaria (cm<sup>2</sup>), perímetro (cm) y diámetro (cm), (Tabla 3). Sin embargo, en el área total (cm<sup>2</sup>) hubo tendencia de ser mayor ( $p=0,057$ ) los CL izquierdos que en los CL derechos.

**Tabla 3.** Dimensiones de morfologías lúteas  $\pm$  error estándar según el lado de ovulación de yeguas en D7 postovulación

	<b>Morfologías lúteas</b>	
	<b>Lado Izquierdo n=23</b>	<b>Lado Derecho n=25</b>
<b>Área Total (cm<sup>2</sup>)</b>	6,11 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	5,29 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>
<b>Área Integra (cm<sup>2</sup>)</b>	4,87 $\pm$ 0,26	4,72 $\pm$ 0,26
<b>Área Cavitaria (cm<sup>2</sup>)</b>	1,25 $\pm$ 0,27	0,60 $\pm$ 0,26
<b>Perímetro (cm)</b>	9,32 $\pm$ 0,29	9,10 $\pm$ 0,29
<b>Diámetro (cm)</b>	2,96 $\pm$ 0,94	2,89 $\pm$ 0,92

\*a, b letras minúsculas muestran diferencia estadística ( $p < 0,05$ )

Analizando la interacción lado - calidad, se analizó que no hay diferencia en el valor media, máximo y moda, sin embargo, el valor mínimo en el izquierdo cavitario es mayor ( $p=0,010$ ) que el izquierdo íntegro y el derecho cavitario, mientras que en los otros grupos no hay diferencia. (Tabla 4). Encontramos que en el área total (cm<sup>2</sup>) existe interacción donde los CL del lado izquierdo con morfología cavitaria son mayores ( $p=0,046$ ) que los CL izquierdos íntegros, así como también de los CL del lado derecho íntegro y cavitario, (Tabla 4).

**Tabla 4.** Dimensiones de morfologías ecográficas  $\pm$  error estándar según el lado de ovulación y la morfología lútea de yeguas en D7 postovulación

	<b>Morfología lútea</b>			
	<b>Lado Izquierdo</b>		<b>Lado Derecho</b>	
	<b>Integro</b>	<b>Cavitario</b>	<b>Integro</b>	<b>Cavitario</b>



	<b>n=8</b>	<b>n=15</b>	<b>n=12</b>	<b>n=13</b>
<b>Media</b>	34,66±4,29	41,61,±3,48	39,24±4,11	35,02±3,58
<b>Mínimo</b>	5,88±2,29 <sup>b</sup>	12,05±1,88 <sup>a</sup>	9,06±2,20 <sup>ab</sup>	8,09±1,93 <sup>b</sup>
<b>Máximo</b>	107,94±7,39	116,88±5,92	108,98±7,11	107,79±6,07
<b>Moda</b>	26,12±4,26	33,34±3,45	32,39±4,09	27,78±3,54
<b>Área Total (cm<sup>2</sup>)</b>	4,88±0,48 <sup>b</sup>	6,99±0,38 <sup>a</sup>	4,98±0,41 <sup>b</sup>	5,55±0,42 <sup>b</sup>
<b>Área Integra (cm<sup>2</sup>)</b>	4,95±0,41	4,75±0,30	4,95±0,33	4,38±0,33
<b>Área Cavitaria (cm<sup>2</sup>)</b>	0±0,39	2,21±0,28	0,07±0,32	1,21±0,30
<b>Perímetro (cm)</b>	9,01±0,46	9,56±0,35	9,20±0,38	9,23±0,38
<b>Diámetro (cm)</b>	2,87±0,14	3,04±0,11	2,93±0,12	2,93±0,12

\*a, b letras minúsculas muestran diferencia estadística ( $p < 0,05$ )

## 6.2. Número de Píxeles del Útero.

Al ser evaluados los cortes ecográficos de útero mediante histograma considerando base y punta de cuernos, al no haber una diferencia entre las ovulaciones simples y dobles sobre el número de píxeles, se presenta a continuación los valores de la interacción del tratamiento por región, independientemente de la morfología del CL y lado (Tabla 5). Se verificó que no hubo diferencia en la media del número de píxeles, ni en el valor mínimo, máximo y moda.

**Tabla 5.** Número de píxeles ± error estándar de base y punta de cuernos uterinos de ovulaciones simples y dobles de yeguas en D7 postovulación

	<b>Útero</b>					
	<b>Integro</b>		<b>Cavitario</b>		<b>Doble</b>	
	<b>Base n=24</b>	<b>Punta n=24</b>	<b>Base n=24</b>	<b>Punta n=24</b>	<b>Base n=24</b>	<b>Punta n=24</b>
<b>Media</b>	35,59±4,89	32,56±4,89	37,78±4,65	39,11±4,65	41,48±4,67	41,01±4,67
<b>Mínimo</b>	5,78±2,63	5,86±2,63	8,22±2,48	9,68±2,48	11,17±2,49	13,00±2,49
<b>Máximo</b>	114,05±7,68	99,21±7,68	108,52±7,48	113,64±7,48	118,56±7,53	114,69±7,53
<b>Moda</b>	27,06±5,20	25,73±5,20	33,18±4,93	30,35±4,93	32,46±4,95	32,58±4,95

No fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ )

Al ser evaluados los cortes ecográficos de útero mediante histograma considerando base y punta de cuerno derecho e izquierdo, se verificó que no hubo diferencia en la media, mínima, máxima y moda. (Tabla 6).

**Tabla 6.** Número de píxeles ± error estándar de base y punta de cuernos uterinos de yeguas en D7 postovulación

	<b>Región del útero</b>	
	<b>Base n=72</b>	<b>Punta n=72</b>
<b>Media</b>	38,28±2,73	37,56±2,73
<b>Mínimo</b>	8,39±1,46	8,52±1,46
<b>Máximo</b>	113,71±4,37	109,18±4,37
<b>Moda</b>	30,90±2,90	29,55±2,90

No fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ ).

No hubo efecto sobre la cantidad de pixeles de útero, ni interacción con el lado de la morfología del CL (Anexo 1), ni interacción de la morfología del CL relacionados con la base y punta de cuernos uterinos (Anexo 2). Además, no hubo interacción del lado con la base y punta de cuernos uterinos (Anexo 3).

### 6.3. Características uterinas.

Al ser evaluadas las características uterinas mediante palpación, considerando las ovulaciones simples y dobles se verificó que no hubo diferencia en tono de cérvix, tono de útero ni en edema (Tabla 8).

**Tabla 8.** Características uterinas  $\pm$  error estándar de ovulaciones simples y dobles de yeguas en D7 postovulación

	Características uterinas		
	Integro n=12	Cavitario n=12	Doble n=12
<b>Tono Cérvix</b>	1,00 $\pm$ 0,11	1,00 $\pm$ 0,11	1,31 $\pm$ 0,11
<b>Tono Útero</b>	2,12 $\pm$ 0,19	2,19 $\pm$ 0,19	2,27 $\pm$ 0,19
<b>Edema</b>	0	0	0

No fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ ).

Considerando las morfologías lúteas, se verificó que no fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ ) en tono de cérvix, tono de útero ni en edema (Tabla 9).

**Tabla 9.** Características uterinas  $\pm$  error estándar de diferentes morfologías lúteas de yeguas en D7 postovulación.

	Características uterinas	
	Integro n=20	Cavitario n=28
<b>Tono Cérvix</b>	1,14 $\pm$ 0,10	1,09 $\pm$ 0,08
<b>Tono Útero</b>	2,12 $\pm$ 0,16	2,12 $\pm$ 0,14
<b>Edema</b>	0,26 $\pm$ 0,18	0,03 $\pm$ 0,15

No fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ )

### 6.4. Correlación.

Analizando la correlación, se verificó que la medida de pixeles del CL en el valor de la media, mínima y máxima influyen en el total de la ecogenicidad del píxel del útero. Se demostró que mientras mayor es el área total del CL, mayor va a ser su área integra, sin embargo, si la morfología del CL es cavitaria es posible que la cavidad también aumente. El perímetro y diámetro del CL tiene correlación positiva en las áreas del CL. Si los niveles de P4 aumentan el tono del útero aumenta. (Tabla 10).

**Tabla 10.** Correlación de las variables estudiadas

<b>Medición</b>	<b>Correlación</b>	<b>Significancia</b>
<b>Media CL</b>		
vs		
• Mínimo CL	• +	• <.0001
• Máximo CL	• +	• <.0001
• Moda CL	• +	• <.0001
• Área integra CL (cm <sup>2</sup> )	• +	• 0.0041
• Media útero	• +	• <.0001
• Mínimo útero	• +	• <.0001
• Máximo útero	• +	• 0.0213
• Moda útero	• +	• <.0001
• Tono cérvix	• +	• 0.0439
<b>Mínimo CL</b>		
vs		
• Media CL	• +	• <.0001
• Máximo CL	• +	• <.0001
• Moda CL	• +	• <.0001
• Área integra CL (cm <sup>2</sup> )	• +	• 0.0006
• Media útero	• +	• 0.0001
• Mínimo útero	• +	• 0.0001
• Máximo útero	• +	• 0.0178
• Moda útero	• +	• <.0001
<b>Máximo CL</b>		
vs		
• Media CL	• +	• <.0001
• Mínimo CL	• +	• <.0001
• Moda CL	• +	• <.0001
• Media útero	• +	• 0.0001
• Mínimo útero	• +	• <.0001
• Máximo útero	• +	• 0.0332
• Moda útero	• +	• <.0001
<b>Moda CL</b>		
vs		
• Media CL	• +	• <.0001
• Mínimo CL	• +	• <.0001
• Máximo CL	• +	• <.0001
• Área Integra CL (cm <sup>2</sup> )	• +	• 0.0075
• Media útero	• +	• 0.0014
• Mínimo útero	• +	• 0.0003
• Moda útero	• +	• 0.0010
<b>Area Total CL</b>		
vs		
• Área integra CL (cm <sup>2</sup> )	• +	• 0.0009
• Área cavitaria	• +	• <.0001
• Perímetro (cm)	• +	• <.0001
• Diámetro (cm)	• +	• <.0001
<b>Area Integra CL</b>		
vs		
• Media CL	• +	• 0.0041
• Mínimo CL	• +	• 0.0006
• Moda CL	• +	• 0.0075
• Area total CL (cm <sup>2</sup> )	• +	• 0.0009

---

•	Area cavitaria CL (cm <sup>2</sup> )	•	+	•	0.0307
•	Perímetro (cm)	•	+	•	0.0010
•	Diámetro (cm)	•	+	•	0.0010
<b>Area Cavitaria CL</b>					
vs					
•	Área total CL (cm <sup>2</sup> )	•	+	•	<.0001
•	Área integra CL (cm <sup>2</sup> )	•	+	•	0.0307
•	Perímetro (cm)	•	+	•	0.0097
•	Diámetro (cm)	•	+	•	0.0097
<b>Perímetro</b>					
vs					
•	Diámetro (cm)	•	+	•	<.0001
<b>Niveles P4</b>					
vs					
•	Tono Uterino	•	+	•	0.0173
<b>Media Utero</b>					
vs					
•	Mínimo útero	•	+	•	<.0001
•	Máximo útero	•	+	•	<.0001
•	Moda útero	•	+	•	<.0001
<b>Minimo Utero</b>					
vs					
•	Máximo útero	•	+	•	<.0001
•	Moda	•	+	•	<.0001
•	Tono Cervix	•	+	•	0.0304
<b>Maximo Utero</b>					
Vs					
•	Moda	•	+	•	<.0001
<b>Moda</b>					
vs					
•	Moda	•	+	•	<.0001
<b>Tono Cervix</b>					
vs					
•	Media CL	•	+	•	0.0439
•	Minima utero	•	+	•	0.0304

---

## 7. Discusión.

Después de la ovulación, las células de la granulosa son estimuladas por la LH, hormona que permite a estas células transformarse en células luteinizadas, las cuales van a invadir el coágulo de sangre creado por la ovulación y forman el cuerpo hemorrágico (Arruda et al., 2001). El Cuerpo Lúteo (CL) en yeguas es una formación temporal que surge en el ovario después de la ovulación. Su función principal es la producción de progesterona (P4), hormona esteroidea encargada de mantener la gestación (Vidaur et al., 2018).

Existen casos en los que se pueden identificar cuerpos lúteos con características atípicas, como una ecogenicidad más elevada o disminuida de la normal y las características uterinas pueden estar influenciadas (Cortes et al., 2021). En el presente estudio se evaluaron 44 ovulaciones (100%), de las cuales 34,09% fueron CL íntegros, 38,64% fueron CL con cavidad anecoica y 27,27% fueron ovulaciones dobles con diferentes morfologías lúteas.

Se menciona que el área del CL aumenta del día 1 al 11 postovulación. El CL alcanza dimensiones máximas pocos días después de la ovulación, luego de esto comienza a regresar de tamaño generalmente hasta el día 19 postovulación (Ginther et al., 2007). Un estudio en yeguas Mangalarga Marchador demuestra que las dimensiones lúteas no afectan la preñez de la yegua puesto que el área del CL hasta el día 16 postovulación no difirió en yeguas gestantes y no gestantes. (Azevedo et al., 2021).

En un estudio realizado a 57 yeguas en Sao Paulo, Brasil junto con un estudio a 30 yeguas en Maracaípe, Brasil lograron identificar que el área de los CL no ejerce interferencia en los niveles de P4, es decir las dimensiones del CL no demuestran su funcionalidad. (Arruda et al., 2001) & (Salex et al., 2016). Lo mismo se menciona en una investigación en 12 yeguas pony donde no se encontró una relación entre el tamaño del CL y la producción de P4 en yeguas (Townson et al., 1989). A pesar de que en la presente investigación el área total de CL cavitarios fue mayor que de los CL íntegros, no tuvo interferencia en los niveles de P4. De igual manera, al realizar la correlación se determinó que ni el área total, área íntegra, área cavitaria, perímetro y diámetro se correlacionan con los niveles de P4.

Uno de los aspectos especiales de la fisiología de la reproducción de las yeguas es la aparición de múltiples ovulaciones, a pesar de que el nacimiento gemelar es raro y mal visto en yeguas (Ginther, 1974), la incidencia de ovulaciones múltiples es alta y se tiene en cuenta la edad de la yegua, la raza, el estado reproductivo y nutricional, y la temporada del año (Henry et al., 2010). En nuestro estudio existió presencia de ovulaciones múltiples (dobles) en un

27,7%, y el mes en el que mayormente se presentaron fue noviembre, mes con mayores horas/sol por día sin interferencia de nubes en Loja (Rosales, 2022).

Al evaluar las dimensiones de los CL dobles, se realizó la sumatoria de las medidas de ambas ovulaciones, con el objetivo de obtener los valores totales del tejido lúteo, por lo tanto, los CL dobles, obtuvieron mayor área total, área íntegra, área cavitaria, perímetro y diámetro, que los CL íntegros y cavitarios simples. A pesar de dicha diferencia, aunque yeguas con CL dobles poseen valores numéricamente mayores de niveles de P4 (8,29 ng/ml), tampoco resultaron diferentes de los niveles de progesterona de yeguas con ovulaciones simples.

A medida que ocurre la ovulación, el coágulo (porción anecoica del CL) formado durante el proceso de la ovulación fisiológico tiende a disminuir durante las 36 a 132 horas después ovulación, pudiendo dar lugar a CL con cavidades reducidas o CL íntegros. (Ginther & Pierson, 1984). Se ha demostrado que, durante la mitad del diestro, la mayoría de CL alcanzan el pico máximo de P4 en D7 sin importar la morfo ecogenicidad (Arruda et al., 2001). Por otro lado, se menciona que el CL alcanza los niveles máximos de P4 a mitad del diestro (5-7 días), esto relacionado con cambios estructurales en el CL aumentando su área total y disminuyendo la ecogenicidad (Bergelft y Adams, 2007).

Las células luteinizadas invaden el coágulo creado después de la ovulación y proliferan formando el CL hemorrágico, generalmente encontramos dos morfologías lúteas CL con centros anecoicos y CL completamente ecogénicos y se ha demostrado que no hay diferencia en la producción de P4 (Arruda et al., 2001; Townson & Ginther, 1989). En nuestro estudio durante la evaluación de la ecogenicidad lútea (media, mínimo y moda de píxeles), encontramos que los CL cavitarios (llenos de líquido) fueron similares a los CL íntegros (no llenos de líquido), pero los CL cavitarios presentaron mayor valor máximo de píxeles, y en ambos grupos los niveles de P4 se mantuvieron dentro del rango normal (3,3 - 18,61 ng/ml), ya que autores mencionan que los valores normales de P4 varían entre (2 - 14 ng/ml) en un CL funcional (Ginther, 1992).

Los CL cavitarios al poseer un centro anecoico trabeculado (presencia de líquido con fibrina) presentan valor máximo de píxeles esto se debe a que en la ecografía la presencia de líquido cerca del tejido hace que este brille más en la imagen, el líquido, tiene una ecogenicidad relativamente baja, lo que significa que refleja menos energía de ultrasonido en comparación con los tejidos más densos. Por lo tanto, cuando hay líquido presente cerca del tejido en una ecografía, menos energía de ultrasonido es absorbida o dispersada por el líquido y más energía

se refleja hacia el transductor. (Gomez et al., 2022). El líquido con presencia de pus, fibrina o células tumorales llega a ser menos anecoico es decir más gris, una imagen de líquido con intensidad hipocogénica o ecogénica puede tener en su contenido presencia de fibrina (de Casasola, 2015).

Al realizar la correlación de variables, obtuvimos que, del grupo evaluado, el 88,88% (32 yeguas) presentaron un cérvix cerrado, mientras que el 11,11% (4 yeguas) mostraron un cérvix semicerrado. Entre las yeguas con cérvix semicerrado, se observaron 3 casos de ovulación doble y 1 simple, de los cuales un caso correspondió a CL íntegros y los otros dos casos fueron CL cavitarios y la ovulación simple corresponde a un CL cavitario. Es interesante destacar que los cuerpos lúteos cavitarios, en el presente estudio se caracterizan por ser más ecogénicos en comparación con los cuerpos lúteos de ovulaciones íntegras. Esta mayor ecogenicidad de los cuerpos lúteos cavitarios puede estar relacionada con un tono cervical semicerrado.

Los resultados de nuestra investigación revelan consistentemente que, a medida que aumenta el tamaño del CL, tanto el perímetro como el diámetro también se incrementan. Estas observaciones sugieren una relación proporcional directa entre las medidas del CL y sus dimensiones. Además, se ha encontrado que esta correlación es estadísticamente significativa, lo que indica una asociación consistente y confiable.

Al realizar ecografía transrectal observamos al útero tubular, hiperecogénico y homogéneo (Hayes y Ginther, 1986; Alvarenga et al., 2008). Altos niveles de P4 durante el diestro aumentan el tono uterino, hacen que los cuernos uterinos sean más redondos, firmes y tubulares y también causan aumento del tono de los músculos circulares del cérvix provocando que se encuentre cerrado a la palpación rectal (Samper et al., 2007; Frauenfelder, 1992). El cérvix es la última línea de defensa del útero, por lo que es de gran valor para impedir el ingreso de patógenos externos al momento de la gestación (Marfia et al., 2017). Nuestros hallazgos revelan que existe una asociación significativa entre la presencia de un CL más ecogénico y mayor ecogenicidad del útero dando como resultado un útero con una imagen más homogénea y ausencia de edema.

Mocha (2023), observó que en el día 5 post ovulación los niveles de P4 no son lo suficientemente altos para mantener el tono uterino adecuado para una gestación. En contraste en nuestra investigación se observa que los niveles de P4 en el día 7 se encuentran más elevados, lo que resulta en un útero más rígido. Por lo tanto, se concluye que los niveles de P4 en el día

7 son más favorables debido a la presencia de un cuerpo lúteo mejor desarrollado. Un útero con el tono adecuado es de suma importancia para la correcta implantación y tener éxito en el desarrollo del embrión en caso de una preñez.



## **8. Conclusiones.**

En yeguas en el día 7 postovulación, las diferentes morfo ecogenicidades lúteas no interfieren en los niveles sanguíneos de P4, y a pesar de no interferir directamente en el tono de útero y cérvix, yeguas con CL más ecogénicos poseen mayor ecogenicidad en el útero.

Los cuerpos lúteos íntegros (completamente ecogénicos) y cavitarios (con centros anecoicos) son capaces de producir niveles óptimos de progesterona, por lo que ambos son funcionales.

Al momento de realizar la correlación, concluimos que conforme aumentan los niveles de progesterona, aumenta el tono del útero.

## **9. Recomendaciones.**

Se recomienda realizar investigaciones utilizando doppler para analizar la irrigación sanguínea y correlacionarse con los niveles de progesterona y las características que presenta el útero.

Se recomienda utilizar un inductor de la ovulación, para determinar con exactitud el momento de la ovulación y acortar el tiempo de los ciclos estrales, obteniendo datos de manera más oportuna.

Se recomienda trabajar la comparación de las morfo ecogenicidades durante más días, para obtener datos del pico máximo de niveles de P4.

Se recomienda utilizar el método ecográfico con la herramienta histograma para la evaluación de la morfo ecogenicidad del CL y del útero, además de asociarla a la palpación en la rutina de la reproducción de yeguas.

## 10. Bibliografía.

- Arruda RP, Visintin JA, Fleury JJ, Garcia AR, Madureira EH, Celeghini ECC, Neves Neto JR. (2001). Existen relaciones entre tamaño e morfoecogenicidade do corpo lúteo detectados pelo ultra-som e os teores de progesterona plasmática em receptoras de embriões equinos?. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 38(5): 233-239. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962001000500007>.
- Aurich C (2011). Reproductive cycles of horses. *Anim. Reprod. Sci.* 124: 220– 228
- Avila Peña, C. L. (2016). Implementación de un programa de transferencia de embriones en el criadero Las Islas.
- Azevedo MV, Souza NM, Sales FAB, Ferreira-Silva JC, Chaves MS, Travassos Vieira JI, Santos Filho JP, de Oliveira MAL. (2021). Evaluation of corpus luteum vascularization in recipient mares by using color doppler ultrasound. *Acta Scientiae Veterinariae*. 49(1792): 1-7 <https://doi.org/10.22456/1679-9216.110960>
- Bergfelt DR, Adams GP. (2007). The normal female reproductive system. Ovulation and corpus luteum development. In: Samper JC, Pycock JF, McKinnon AO, editors. *Current Therapy in Equine Reproduction*. Missouri: Saunders Elsevier. p. 1-13
- Brinsko SP, Blanchard TL, Varner DD, Schumacher J, Love CC, Hinrichs K, Hartman D (2011). *Manual of Equine Reproduction*. Missouri, Elsevier, 332 p.
- Brogan PT, Henning H, Stout TAE, de Ruijter-Villani M. (2016). Relationship between colour flow Doppler sonographic assessment of corpus luteum activity and progesterone concentrations in mares after embryo transfer. *Animal Reproduction Science*. 166: 22– 27. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.12.010>
- Cantatore, S. E., Bruno, S., Brust, A., & Fumuso, E. A. (2017). Factores relacionados con yeguas receptoras que afectan la eficiencia en la transferencia embrionaria.
- Castaño, D., Ramón, M., Gómez, J., & Oquendo, H. (2002). Transferencia de embriones en equinos: evaluación de un programa. *Revista Politécnica*, 66(2), 127–135.
- Castillo Real, D. A., & Baquero Martínez, W. A. (2018). Fisiología del ciclo estral de la yegua.
- Castro, C. T. (2014). Frecuencia, morfología y producción de progesterona in vitro en cuerpos lúteos de pequeños rumiantes domésticos.
- Chávez, E., Baltodano, J., & Caballero, C. (2018). Efecto del uso de acetato de deslorelina en la inducción de ovulación de yeguas Caballo Peruano de Paso. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 713-719.

- Cortes-Vidauri, Z., Aréchiga-Flores, C. F., López-Carlos, M. A., Hernández-Briano, P., Rincón-Delgado, M., & Valdez-Miramontes, C. E. (2021). Variación Estacional En La Actividad Ovárica De Yeguas Sacrificadas En Un Rastro Tif De Zacatecas [Seasonal Variation Of Ovarian Activity In Mares Slaughtered In A Federal Type Inspection Abattoir In Zacatecas, Mexico]. *Comité Editorial (DEPI-ITVO)*, 8, 59.
- Cortés-Vidauri, Z., Aréchiga-Flores, C., Rincón-Delgado, M., Rochín-Berumen, F., López-Carlos, M., & Flores-Flores, G. (2018). Revisión: el ciclo reproductivo de la yegua. *Abanico Veterinario*, 8(3), 14-41.
- Cuervo-Arango, J., & Newcombe, J. R. (2008). Repeatability of preovulatory follicular diameter and uterine edema pattern in two consecutive cycles in the mare and how they are influenced by ovulation inductors. *Theriogenology*, 69(6), 681–687. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.11.019>
- Dyce KM (2003). *Anatomía Veterinaria*. Mexico D.F, Mc. Graw-Hill Interamericana, 956 p.
- Gallego, R. S., Salazar, J. L., Orrego, M. G., RAM, L. C., & Londoño, B. V. (2018). Suplmentación con cuminum cyminum en la dieta nutricional de la yegua. *Revista Sinergia*, (2), 126-138.
- Getty R, Sisson S, Grossman JD, Martín Roldán R (1982). *Anatomía de los animales domésticos*. Filadelfia, MASSON, 1416 p.
- Ginther, DO y Pierson, RA (1984). Anatomía ultrasónica de los ovarios equinos. *Teriogenología*, 21(3), 471–483. doi:10.1016/0093-691x(84)90409-6 36
- Ginther, O. J. (1974). Occurrence of anestrus, estrus, diestrus, and ovulation over a 12-month period in mares. *Am J Vet Res*, 35, 1173-1179.
- Ginther, O. J., & Bergfelt, D. R. (1993). Growth of small follicles and concentrations of FSH during the equine oestrous cycle. *Reproducción*, 99(1), 105–111.
- Ginther, O. J., Gastal, E. L., Gastal, M. O., & Beg, M. A. (2007). Effect of prostaglandin F2 $\alpha$  on ovarian, adrenal, and pituitary hormones and on luteal blood flow in mares. *Domestic Animal Endocrinology*, 32(4), 315–328. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2006.04.006>
- Ginther, O., Gastal, E., Gastal, M. & Beg, M. (2008). Passage of postovulatory follicular fluid into the peritoneal cavity and the effect on concentrations of circulating hormones in mares. *Animal Reproduction Science*. 107:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.03.014>
- Ginther, O.J. (1992) *Reproductive Biology of the Mare, Basic and Applied Aspects*, 2nd edn. Equiservices, Cross Plains, Wisconsin, pp. 642. Ginther, O.J., Gastal, E.L., Gastal,

- M.O., Beg, M.A., (2005). Regulation of circulating gonadotropins by the negative effects of ovarian hormones in mares. *Biol. Reprod.* 73, 315–323
- Ginther, OJ, Gastal, EL, Gastal, MO, Utt, MD y Beg, MA (2007). Flujo sanguíneo lúteo y producción de progesterona en yeguas. *Ciencia de la reproducción animal*, 99(1-2), 213–220. doi:10.1016/j.anireprosci.2006.05.018
- Hafez ESE and BH (2000). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. Mexico D.F, McGraw-Hill, 519 p.
- Henry, M., Coryn, M., & Vandeplassche, M. (2010). Multiple ovulation in the mare. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A*, 29(3), 170-184.
- Hernández, P. J. E., Fernández, R. F., Cabrera, A. L., & Rodríguez, M. S. (2009). Evaluación por ultrasonido del crecimiento de la vesícula embrionaria y embrión en yeguas criollas de México. *Revista de Salud Animal*, 31(1), 46-49.
- López, J. J., Rodríguez, C. A., Atuesta, J. E., & Grajales, H. A. (2008). Nota sobre la dinámica ovárica y niveles de progesterona durante el ciclo estral de yeguas Criollas colombianas en la sabana de Bogotá-Colombia. [www.lrrd.cipav.org.co/lrrd20/10/lope20167.htm](http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd20/10/lope20167.htm)
- Losinno L; Alonso C; Rodriguez D; Douglas RH. Ovulation and embryo recovery rates in young and old mares treated with hCG or deslorelin. VIIth International Symposium on Equine Embryo Transfer, (96-97), 2012.
- McKinnon A, Squires E, Vaala W, Varner D (2011). *Equine Reproduction*, 2ª ed. Chichester, Wiley-Blackwell, 3288 p.
- Mocha B. Adriana N. (2023). Relación de calidad de cuerpo lúteo con características uterinas y niveles de progesterona en D5 post – ovulación, en yeguas. Trabajo de Integración curricular previo a la obtención del título de Médico Veterinario. UNL. Loja-Ecuador.
- Morel MCGD (2003). *Equine Reproductive Physiology, Breeding, and Stud Management*. Wallingford, Cabi, 417p.
- Morris LHA, Allen WR. 2002. Reproductive efficiency of intensively managed Thoroughbred mares in Newmarket. *Equine Veterinary Journal*. 34(1): 51-60. doi:10.2746/042516402776181222
- Muñoz, B. (2019). Importancia del uso sistemático de la ecografía en el manejo reproductivo de la yegua fina sangre de carrera. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 10(1).
- Palmer E (1978). Control of the oestrous cycle of the mare. *J. Reprod. Fert* 5: 495–505.
- Panzani, D., Di Vita, M., Lainé, A. L., Guillaume, D., Rota, A., Tesi, M., Vannozzi, I., & Camillo, F. (2017). Corpus Luteum Vascularization and Progesterone Production in Autumn and Winter Cycles of the Mare: Relationship Between Ultrasonographic

- Characteristics of Corpora Lutea and Plasma Progesterone Concentration in the Last Cycles Before Anestrus. *Journal of Equine Veterinary Science*, 56, 35–39. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.05.001>
- Paredes H, P., Jiménez E, C., & Hernández V, A. (2013). Diámetro del cuerpo lúteo y niveles de progesterona sérica, durante el ciclo estral en yeguas criollas colombianas. *Revista MVZ Córdoba*, 18(3), 3829–3835. <https://doi.org/10.21897/rmvz.154>
- Paredes Higuera, M. D. P. (2013). *Características del ciclo estral, desarrollo embrionario y determinación de la tasa de preñez en yeguas criollas colombianas* (Doctoral dissertation).
- Pérez, J. (2016). Punto de atención de la prueba: la evaluación ultrasonográfica de yeguas no preñadas y con preñez temprana. *Spei Domus*, 12(25).
- Ramírez, G., Gutiérrez, C., & Ramos, M. (2010). Dinámica folicular en yeguas Paso Fino Colombiano medido por ultrasonografía en la Sabana de Bogotá. *Revista de Medicina Veterinaria*, (19), 21-35.
- Ramírez, G., López, G., & Cifuentes, E. (2006). Involución uterina en yeguas Paso Fino Colombiano medida por ultrasonografía y citología endometrial. *Revista de Medicina Veterinaria*, (11), 25-33.
- Ramos Torres, J. H. (2013). Determinación de valores séricos de p4 en yeguas criollas colombianas y uso de p4 exógena en receptoras de embriones.
- Raz T, Aharonson-Raz K (2012). Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in the mare. *Isr. J. Vet. Med.* 67: 11–18.
- Roberts SJ (1979). *Obstetricia veterinaria y patologica de la reproducción*. Buenos aires, Hemisferio Sur, 2021 p.
- Rosales C. Tamara. (2021). Dinámica y tamaño folicular pre-ovulatorio de yeguas en la zona ecuatorial con y sin inducción de la ovulación. Trabajo de tesis previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. UNL. Loja-Ecuador.
- Romero-Márquez, C., Pérez-Anzúrez, G., Huerta-Bravo, M., López-Ordaz, R., & Ruíz-Flores, A. (2022). Fertilidad en yeguas y caracterización de la dinámica ovárica. *Nova scientia*, 14(28).
- Rosa, C. D. (2023). *Avaliação do corpo lúteo de éguas recetoras de embriões e sua relação com a progesterona* (Doctoral dissertation, Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária).
- Sales FABM, Azevedo MV, Souza NM, Ferreira-Silva JC, Chaves MS, Junior VR, Rocha JM, dos Santos Filho JP, Freitas VJF, Oliveira MAL. (2021). Correlations of corpus luteum blood

- flow with fertility and progesterone in embryo recipient mares. *Tropical Animal Health and Production* 53(280): 1-7. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02583-9>
- Sales, F. A. B. M. (2016). Avaliação por ultrassonografia doppler da vascularização do corpo lúteo em éguas receptoras de embriões.
- Samper JC (2009). *Equine Breeding Management and Artificial Insemination*. Missouri, Elsevier, 336 p.
- Samper JC, Pycock JF, McKinnon AO. (2007). *Current therapy in equine reproduction*. St. Louis Missouri: Saunders, Elsevier Inc.
- Torres, J. G. (2012). Puntos críticos en un programa de transferencia embrionaria. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(2), 108.
- Townson, D.H. and Ginther, O.J., (1989). Ultrasonic echogenicity of developing corpora lutea in pony mares. *Anim. Reprod. Sci.*, 20:143-153
- Vega Díaz, F. E. (2012). *Caracterización ultrasonográfica de la unidad útero-placentaria y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales* (Doctoral dissertation).
- Vidauri, ZC, Flores, CFA, Delgado, MR, Berumen, FR, Carlos, MAL y Flores, GF (2018). Ciclo reproductivo de la yegua: una revisión. *Abanico veterinario* , 8 (3), 14-41.

## 11. Anexos.

**Anexo 1.** Numero de pixeles  $\pm$  error estándar de base y punta de cuernos uterinos con morfologías lúteas diferentes de yeguas en D7 postovulación.

	Útero					
	Lado Izquierdo			Lado Derecho		
	Integro n=6	Cavitario n=6	Dobles n=11	Integro n=6	Cavitario n=12	Dobles n=13
Media	31,87 $\pm$ 5,10	38,08 $\pm$ 4,89	44,90 $\pm$ 4,67	36,27 $\pm$ 5,00	38,81 $\pm$ 5,10	37,59 $\pm$ 4,67
Mínimo	4,65 $\pm$ 2,73	9,20 $\pm$ 2,60	13,29 $\pm$ 2,49	6,99 $\pm$ 2,68	8,71 $\pm$ 2,70	10,87 $\pm$ 2,49
Máximo	104,70 $\pm$ 8,03	111,49 $\pm$ 7,79	123,94 $\pm$ 7,53	108,57 $\pm$ 7,83	110,67 $\pm$ 8,07	109,31 $\pm$ 7,53
Moda	23,88 $\pm$ 5,41	29,85 $\pm$ 5,17	35,58 $\pm$ 4,95	28,91 $\pm$ 5,31	33,68 $\pm$ 5,38	29,46 $\pm$ 4,95

No fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ )

**Anexo 2.** Numero de pixeles  $\pm$  error estándar de base y punta de cuernos uterinos con morfologías lúteas diferentes de yeguas en D7 postovulación.

	Útero			
	Integro		Cavitario	
	Base n=40	Punta n=40	Base n=56	Punta n=56
Media	38,36 $\pm$ 4,09	35,55 $\pm$ 4,09	38,01 $\pm$ 3,45	38,62 $\pm$ 3,45
Mínimo	7,34 $\pm$ 2,19	7,59 $\pm$ 2,19	9,23 $\pm$ 1,87	10,91 $\pm$ 1,87
Máximo	114,82 $\pm$ 7,07	102,10 $\pm$ 7,07	112,00 $\pm$ 5,87	112,68 $\pm$ 5,87
Moda	29,86 $\pm$ 4,06	28,65 $\pm$ 4,06	31,28 $\pm$ 3,42	29,85 $\pm$ 3,42

No fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ )

**Anexo 3.** Numero de pixeles  $\pm$  error estándar de base y punta de cuernos uterinos influenciados por el lado de ovulación de yeguas en D7 postovulación

	Útero			
	Lado Izquierdo n = 23		Lado Derecho n = 25	
	Base n=46	Punta n=46	Base n=50	Punta n=50
	Media	37,14 $\pm$ 3,26	39,43 $\pm$ 3,26	39,43 $\pm$ 3,27
Minimo	8,13 $\pm$ 1,68	9,96 $\pm$ 1,68	8,65 $\pm$ 1,69	9,07 $\pm$ 1,69
Máximo	114,46 $\pm$ 5,74	112,29 $\pm$ 5,74	112,96 $\pm$ 5,76	106,07 $\pm$ 5,76
Moda	29,09 $\pm$ 3,39	30,45 $\pm$ 3,39	32,71 $\pm$ 3,41	28,71 $\pm$ 3,41

No fue encontrada diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ )

**Anexo 4.** Correlación de morfología, número de pixeles y dimensiones de CL, número de pixeles de útero y características uterinas.



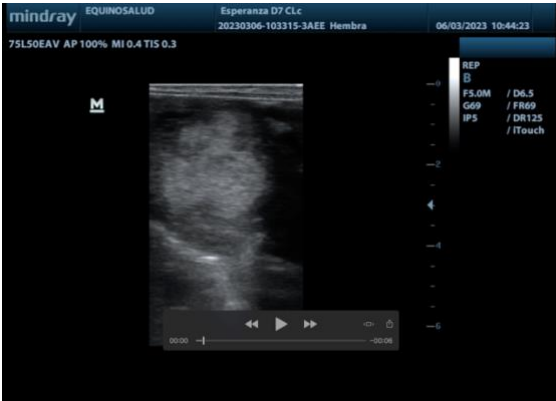


	MediaC	MinC	MaxC	ModaC	AreaT	AreaI	AreaC	Peri	Diam	NivP4	Media	Min	Max	Moda	Cervix	Utero	
<b>MediaC</b>	100.000	0.83794	0.75074	0.88437	0.10728	0.40698	-	0.21556	0.11181	0.11179	0.17047	0.55891	0.57954	0.33172	0.59297	0.29217	-0.20264
<b>MinC</b>	0.83794	100.000	0.56330	0.70740	0.14043	0.47695	-	0.23739	0.18310	0.18310	0.13881	0.52626	0.52855	0.34085	0.53674	0.21268	-0.06983
<b>MaxC</b>	0.75074	0.56330	100.000	0.59184	0.22747	0.12575	-	0.14121	0.10985	0.10983	0.07718	0.52688	0.58071	0.30793	0.56629	0.27918	-0.19590
<b>ModaC</b>	0.88437	0.70740	0.59184	100.000	0.05777	0.38139	-	0.24749	0.08126	0.08123	0.24821	0.44927	0.49907	0.19339	0.46078	0.17689	-0.23905
<b>AreaT</b>	0.10728	0.14043	0.22747	0.05777	100.000	0.46358	-	0.69685	0.69293	0.69294	0.23466	0.06024	0.06089	0.06510	0.03798	0.19503	0.01025
<b>AreaI</b>	0.40698	0.47695	0.12575	0.38139	0.46358	100.000	-	0.31237	0.46091	0.46090	0.13023	0.05590	0.04191	0.04100	0.11339	-0.06238	0.16304
<b>AreaC</b>	-	0.21556	-0.23739	-	0.69685	-0.31237	100.000	0.36950	0.36952	0.14554	0.11101	0.03049	0.10396	0.13361	0.26007	-0.12282	-
<b>Peri</b>	0.11181	0.18310	0.10985	0.08126	0.69293	0.46091	0.36950	100.000	100.000	0.07490	0.02678	0.12907	0.11726	0.04549	0.26937	0.01962	-
<b>Diam</b>	0.11179	0.18310	0.10983	0.08123	0.69294	0.46090	0.36952	100.000	100.000	0.07477	0.02688	0.12914	0.11715	0.04557	0.26945	0.01971	-
<b>NivP4</b>	-	0.17047	-	-	0.23466	0.13023	-	0.07490	-	-	100.000	0.14489	0.14604	0.03041	0.09941	-0.18367	0.34200
<b>Media</b>	0.55891	0.52626	0.52688	0.44927	-0.06024	0.05590	-	0.11101	0.02678	0.02688	0.14489	100.000	0.92826	0.77044	0.97643	0.26917	-0.05657
<b>Min</b>	0.57954	0.52855	0.58071	0.49907	0.06089	0.04191	-	0.03049	0.12907	0.12914	0.14604	0.92826	100.000	0.59101	0.92223	0.31275	-0.10081
<b>Max</b>	0.33172	0.34085	0.30793	0.19339	-0.06510	0.04100	-	0.10396	0.11726	0.11715	0.03041	0.77044	0.59101	100.000	0.69200	0.18464	-0.10717
<b>Moda</b>	0.59297	0.53674	0.56629	0.46078	-0.03798	0.11339	-	0.13361	0.04549	0.04557	0.09941	0.97643	0.92223	0.69200	100.000	0.26287	-0.02256
<b>Cervix</b>	0.29217	0.21268	0.27918	0.17689	0.19503	-0.06238	-	0.26007	0.26937	0.26945	0.18367	0.26917	0.31275	0.18464	0.26287	100.000	-0.21066
<b>Utero</b>	-	0.20264	-	-	0.01025	0.16304	-	0.12282	0.01962	0.01971	0.34200	0.05657	0.10081	0.10717	0.02256	-0.21066	100.000
<b>Utero</b>	-	0.20264	-	-	0.01025	0.16304	-	0.12282	0.01962	0.01971	0.34200	0.05657	0.10081	0.10717	0.02256	-0.21066	100.000

**Anexo 5.** Examen ginecologico realizado a las yeguas.



**Anexo 6.** Selección de imágenes ecograficas para posterior analisis.



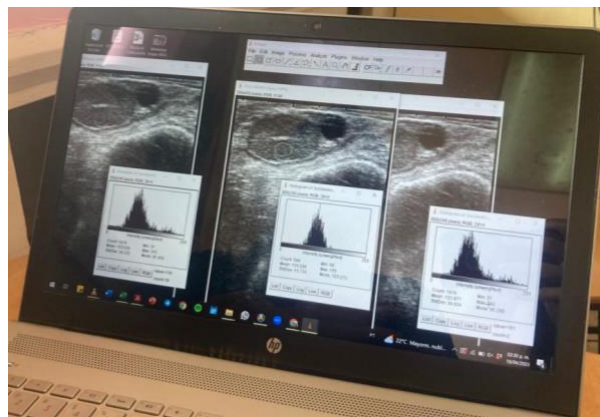
**Anexo 7.** Toma de muestra sanguinea.



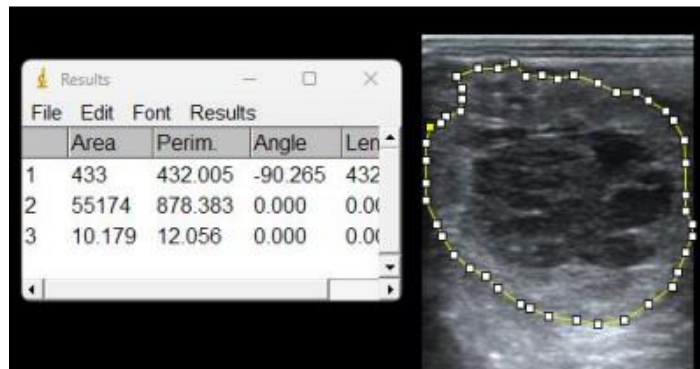
**Anexo 8.** Obtencion de suero para analisis de niveles de P4



**Anexo 9.** Analisis de imágenes ecograficas por medio de histograma para medida de pixeles tanto del CL como del utero.



**Anexo 10.** Analisis de imágenes ecograficas para obtener las dimensiones del CL.



**Anexo 11.** Cosideraciones eticas

Los animales fueron manejados con las normas para el cuidado y uso de animales en investigación según el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N° 983, Ecuador).

**Anexo 12.** Certificado de traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular del presente estudio.

Loja, 10 de enero del 2024

Yo, Lic. Elyan Miguel Torres Cabrera, con cédula de identidad 1150175055, docente del área de inglés, con registro 1031-2023-2749226, doy fe que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del trabajo de titulación denominado: Relación de la calidad de cuerpo lúteo con niveles de progesterona y características uterinas en yeguas el día 7 postovulación, de la estudiante Diana Paola Rojas Carrión, con cédula de identidad 1900648468 egresada de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo a la interesada hacer uso de la presente en lo que convenga a sus intereses.

f).



Elyan Miguel Torres Cabrera

Nº cédula: 1150175055

Nº celular: 0984661493