



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN
VOCACIÓN POR LA EXCELENCIA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

**USO DE ECOGRAFÍA DOPPLER PARA DETERMINAR PRESENCIA
EMBRIONARIA EN YEGUAS PURA RAZA CHILENA DONANTES
PREVIO A RECUPERACIÓN POR FLUSHING**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario.

Profesor Tutor: DCs Juana Paola Correa Galaz. MV

Estudiante: Javiera Valentina Vivallo Contreras.

®Javiera Valentina Vivallo Contreras, Juana Paola Correa Galaz.

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

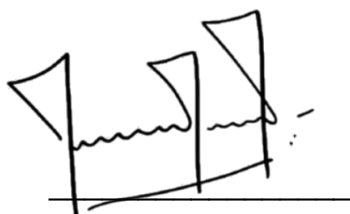
Concepción, Chile
2024

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 9 de julio de 2024, los abajo firmantes dejan constancia que la estudiante JAVIERA VALENTINA VIVALLO CONTRERAS de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MEDICO VETERINARIO con una nota de 6,7.



MCs Mónica Araya
Presidente Comisión



MCs Claudio Báez
Profesor Evaluador



Dcs Juana P. Correa G.
Profesor patrocinante

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	6
3. HIPÓTESIS	7
4. MATERIAL Y MÉTODO	8
5. RESULTADOS.....	14
6. DISCUSIÓN.....	17
7. CONCLUSIONES.....	20
8. REFERENCIAS	21
9. ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro resumen sensibilidad/especificidad.....	3
Tabla 2. Resumen de resultados al momento de realizar la ecografía Doppler Color.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A: Cambios vasculares uterinos a la ecografía Doppler previo a recuperación por flushing. B: Cambios vasculares uterinos a la ecografía Doppler en posible presencia embrionaria.....	10
Figura 2. Posicionamiento de yegua mientras se realiza flushing uterino a través de sonda Folley y tubo en Y.....	11
Figura 3. Embriones recuperados a través de flushing uterino vistos por microscopio estereoscópico para transferencia embrionaria.....	12
Figura 4. Cambios vasculares observados a la imagen Doppler Color a través de examen transrectal, momento previo a recuperación embrionaria.....	15
Figura 5. A: Cambios vasculares en ecografía Doppler color transrectal. B: ausencia de cambios vasculares previo a flushing uterino.....	15
Figura 6. Gráfico resumen de los resultados de sensibilidad/especificidad de ecografía Doppler.....	16

RESUMEN

La transferencia de embriones en yeguas ha sido ampliamente utilizada durante los últimos años, posicionándose actualmente como una de las biotecnologías más empleadas en reproducción equina. Sin embargo, luego de la monta o inseminación artificial, todavía es difícil tener certeza de que la yegua esté efectivamente preñada tan precozmente como al día 7-9 post ovulación. Esa confirmación, actualmente solo puede comprobar con la recuperación efectiva del embrión mediante flushing uterino, con algunos falsos positivos. Estudios previos han sugerido fenómenos de vasculogénesis y angiogénesis uterinas asociados a gestación tan temprana como menos de 10 días, así como aquellos coligados al posterior reconocimiento materno de la gestación.

La ultrasonografía Doppler es una técnica de imagen que hipotéticamente podría evaluar cambios vasculares uterinos como vasculogénesis y angiogénesis en yeguas presuntamente gestantes, donantes, y confirmar diagnóstico de preñez tan temprana como al día 7-9 de gestación. Esta detección temprana de la gestación permitiría insistir en la recuperación embrionaria por flushing uterino, evitando equivocadamente abandonar este proceso al tener la idea de que la yegua está “seca”, promoviendo en ella la inducción de un nuevo ciclo estral.

Es por esto, que surge la siguiente pregunta ¿existen cambios vasculares en el endometrio de yeguas donantes durante los días 7-9 de gestación asociados a la misma? Este estudio tuvo como objetivo caracterizar mediante ecografía Doppler color la vasculogénesis y angiogénesis durante la gestación temprana de 7-9 días en yeguas Pura Raza Chilena, confirmada por recuperación embrionaria.

Se realizaron ecografías Doppler color a 30 yeguas donantes entre los días 7-9 post servicio, registrándose las características del flujo vascular uterino en imágenes por ecografía Doppler color, relacionándolas con la presencia o no del embrión. En las imágenes se observó aumento del flujo sanguíneo en el 93,3% de los animales, obteniéndose una recuperación embrionaria del 83,3%. El Doppler color tuvo un 96% de sensibilidad, 20% de especificidad, un 83% de exactitud y un valor predictivo positivo de 86%, lo cual indicaría que es una prueba fiable para poder detectar gestación de manera precoz.

Palabras clave: Flushing uterino, preñez, ecografía Doppler, hemodinámica, flujo sanguíneo, yeguas donantes, recuperación embrionaria.

ABSTRACT

Embryo transfer in mares has been widely used during the last years and is currently one of the most used biotechnologies in equine reproduction. However, after mating or artificial insemination, it is still difficult to be certain that the mare is actually pregnant as early as 7-9 days post ovulation. Currently this confirmation can only be verified with the effective recovery of the embryo by uterine flushing, with some false positives. Previous studies have suggested phenomena of uterine vasculogenesis and angiogenesis associated with early gestation of 10 days, as well as those associated with subsequent maternal recognition of gestation.

Doppler ultrasonography is an imaging technique that hypothetically could be used to evaluate uterine vascular changes such as vasculogenesis and angiogenesis in presumed pregnant mares, donors, and to confirm pregnancy diagnosis as early as day 7-9 of gestation. This early detection of pregnancy certainty would allow insisting on embryo recovery by uterine flushing, avoiding mistakenly abandoning this process with the idea that the mare is “dry”, promoting the induction of a new estrous cycle.

Therefore, the following question arises: Are there vascular changes in the endometrium of donor mares during days 7-9 associated with gestation?

The aim of this study was to characterize vasculogenesis and angiogenesis during early gestation of 7-9 days in Chilean Purebred mares, confirmed by embryo recovery, by means of color Doppler ultrasound.

Color Doppler ultrasonography was performed on 30 donor mares between days 7-9 post service, recording the characteristics of uterine vascular flow in color Doppler images, relating them to the presence or not of embryo. The images showed an increase in blood flow in 93.3% of the animals, obtaining an embryo recovery of 83.3%. Color Doppler had 96% sensitivity, 20% specificity, 83% accuracy, and a positive predictive value of 86%, which would indicate that it is a reliable test for early detection of pregnancy.

Key words: Uterine flushing, pregnancy, Doppler ultrasound, hemodynamics, blood flow, donor mares, embryo recovery.

1. INTRODUCCIÓN

El útero de la yegua está conformado por un cuerpo relativamente largo, bien desarrollado y dos cuernos divergentes (Dyce et al., 1999). Este órgano se encuentra suspendido dentro de la cavidad pélvica y abdominal por el ligamento ancho, que aloja la irrigación e inervación (González, 2018). El útero está constituido por tres capas: el endometrio, la capa mucosa interna; el miometrio, la capa de músculo liso y el perimetrio, la capa serosa (Brinsko et al, 2011). El endometrio tapiza el útero con un tejido muy glandular cuya vascularización y grosor varían con los cambios hormonales determinados por el ovario y el propio estado de gestación (Frandsen & Spurgeon, 1992). La vascularización uterina está a cargo principalmente de cinco arterias pares: la arteria ovárica, arteria pudenda interna, arteria uterina, arteria vaginal y arteria vestibular (Konig & Liebich, 2005).

Según la etapa del ciclo reproductivo, el útero experimenta una definida sucesión de cambios anatómicos vasculares (Cortés-Vidauri et al., 2018). En 2005, Silva et al., concluyeron que tanto las yeguas gestantes como las no gestantes tienen similitudes en la vascularización endometrial, la cual es escasa en los primeros 8 días después de la ovulación. Sin embargo, entre el día 11 y 13 post ovulación se verifica un discreto aumento de la perfusión vascular en el cuerno uterino que contiene el móvil embrión (Ginther, 2014).

Por otra parte, el estado de gestación experimenta importantes cambios anatómicos topográficos asociados al tamaño, posición y estructura del útero (Hafez, 1993). En tanto, los vasos sanguíneos están muy modificados de tamaño y forman nuevas ramas (Sisson & Grossman, 1982). Luego, a medida que avanza la gestación, el útero experimenta una expansión gradual para dar cabida al feto en crecimiento (Jainudeen & Hafez, 1993). Dado que la presencia del embrión equino estimula la producción de grandes cantidades de estrógenos durante la preñez temprana, se cree que estos esteroides contribuyen al aumento de la vascularización uterina en la yegua preñada (Klein, 2016).

En la gestación, la arteria uterina, provee la mayor parte del riego sanguíneo al útero en la región del feto en desarrollo, de modo que agranda notablemente su diámetro al avanzar la gestación (Hafez, 1993). De esta forma, la perfusión uterina será mayor en la

fase luteal temprana, lo que se corresponde con el momento de la llegada del embrión al útero. De hecho, el aporte de sangre uterina es vital para la nutrición del embrión (Bollwein et al., 2003) y para el reconocimiento materno, definido como el proceso fisiológico que asegura que el organismo materno reconozca la presencia del embrión (Short, 1969) y se mantenga su supervivencia, evitando la lisis del cuerpo lúteo y, de este modo, resguarda la continuidad de la gestación (Swegen, 2021).

Actualmente no se conoce con exactitud la señal química que secreta el embrión equino gestante para su reconocimiento temprano por la madre y su posterior desarrollo, pero hay evidencias que el embrión sintetizaría importantes niveles de estrógenos alrededor del día 12 de gestación (Raeside et al., 2004; Raeside et al., 2009), un mecanismo mediante el cual daría señales de su presencia en el sistema endocrino materno, prolongando la permanencia de un cuerpo lúteo activo, una característica propia de la gestación de los mamíferos. Así, la mantención de la preñez requeriría la interacción recíproca entre el embrión y el endometrio (Spencer et al., 2004).

En reproducción animal el diagnóstico por imagen ecográfica constituye el mayor avance en el diagnóstico de la preñez y el monitoreo reproductivo en varias especies, incluidos humanos, ovejas, perros, caballos y ganado (Matsui y Miyamoto, 2009). En la yegua, en condiciones de campo, la ecografía transrectal se utiliza típicamente para el diagnóstico inicial de la gestación, tan pronto como el día 12 al 14 post ovulación, mientras que en condiciones experimentales este diagnóstico se puede adelantar al día 10 u 11 post ovulación (Vanderwall, 2008).

En 1842, el físico austriaco Christian Andreas Doppler describió el efecto Doppler como el cambio aparente en la frecuencia o longitud de onda de una onda cuando experimenta un movimiento relativo entre las fuentes de las olas y un observador (Katsi et al., 2013). La ultrasonografía Doppler se basa en el estudio del flujo sanguíneo de los diferentes órganos y estructuras de manera no invasiva (Yáñez et al., 2022). Por ello, ha sido de gran ayuda para identificar los cambios hemodinámicos a través de la velocidad y dirección del flujo sanguíneo están representados por imágenes con colores y tonos específicos (Ginther & Utt, 2004). Expresa el cambio de frecuencia Doppler en escala de color rojo-azul según la dirección del flujo, siendo el color rojo si el flujo se acerca al transductor y azul si se aleja, pudiendo ser de mayor o menor intensidad del color según

la velocidad del flujo sea mayor o menor. Proporciona por tanto una idea global sobre la presencia y dirección del flujo (Rubio et al., 2014).

En medicina reproductiva animal, inicialmente la ecografía Doppler color se empezó a utilizar en yeguas para evaluar la vascularización de la pared folicular. Los primeros estudios se basaron en la información obtenida en las grandes arterias (ovárica, uterina y vaginal), responsables de la vascularización sanguínea del aparato reproductor de la hembra equina (Gastal & Gastal, 2011). De acuerdo con las estadísticas J de Youden, se evidenciaron cambios en el flujo sanguíneo uterino en yeguas adultas preñadas en el día 7 con una sensibilidad del 80% y una especificidad del 85,5% y en el día 8 post ovulación con una sensibilidad del 97,2% y una especificidad del 85,7% a través de ecografía Doppler color (Nieto-Olmedo et al., 2020).

Las pruebas de diagnóstico permiten diagnosticar si un animal tiene o no una condición de interés. Para incorporar una nueva prueba de diagnóstico, primero se debe definir su validez a través de sus indicadores de desempeño, sensibilidad y especificidad (Rendón-Macías et al., 2020), donde la sensibilidad es la proporción de individuos con la condición de interés que poseen una prueba positiva y se calcula con la fórmula $A/(A+B)$ (**Tabla 1**), mientras que la especificidad es la proporción de individuos sin la condición de interés que poseen una prueba negativa o normal y se calcula con la fórmula $D/(B+D)$ (Vizcaíno, 2017). La exactitud es la probabilidad de que el resultado prediga de manera correcta la presencia o ausencia de la condición de interés, calculada con la fórmula $(A+D) / (A+B+C+D)$ (Bravo & Cruz, 2015). El valor predictivo positivo (VPP) es el poder predictivo de enfermedad cuando la prueba es positiva (Díaz et al., 2018) y se calcula con la fórmula $(A/A+B)$ (Pita & Pértegas, 2003).

Tabla 1. Cuadro resumen sensibilidad/especificidad.

		Condición de interés	
		Positivo	Negativo
Resultado de la prueba	Positivo	A: Verdadero positivo	B: Falso positivo
	Negativo	C: Falso negativo	D: Verdadero negativo

Elaboración propia

La transferencia de embriones es una técnica de reproducción asistida (ARTS) que consiste en explotar el potencial reproductivo desaprovechado de una hembra de alto valor genético, utilizando técnicas combinadas de sincronización del ciclo, inseminación artificial, colecta y siembra de embriones (Fernández, 2019). Es una biotecnología definida como el procedimiento mediante el cual se realiza la colección de embriones obtenidos a través del lavado uterino con solución Ringer lactato a temperatura ambiente en una yegua donante, que se encuentra entre los 6-10 días post ovulación (Torres, 2012). El embrión recuperado es transferido a la cavidad uterina de una yegua receptora que presenta exactamente el mismo tiempo del ciclo estral, lo cual debe ser sincronizado previamente con la yegua donante y que, además, es la que llevara el embrión / feto y la que da a luz al neonato (Balerdi, 2012-2013). Algunos autores (Vanderwall, 2000) revelan que el momento óptimo para realizar la transferencia embrionaria se logra cuando la yegua receptora ovula entre 1 día antes y 2 días después de la yegua donante o 3 días post ovulación de la yegua donante (Stout, 2006).

En esta biotecnología se puede esperar una tasa ideal de recuperación embrionaria del 50 a 80 % y una tasa de transferencias exitosas del 50 a 80 %, lo que determinaría un porcentaje de preñez real del 25 al 65 %. Asimismo, con esta técnica es posible obtener en promedio 4 o más potrillos por año, hijos de la misma yegua, pero existen evidencias de logros de 10 preñeces en la misma temporada reproductiva (Camps, 2009).

En consecuencia, la transferencia embrionaria tiene el potencial de aumentar la eficiencia reproductiva en la hembra equina (Losinno & Pietrani, 2018). De esta manera, los objetivos de la transferencia embrionaria en yeguas serían producir varios embriones de la misma yegua durante una sola temporada reproductiva, promover que las yeguas donantes continúen con su carrera deportiva y lograr embriones de yeguas con lesiones genitales o enfermedades que les impidan llevar una gestación a término (Dordas-Perpinya & François, 2019). La comprobación de la recuperación efectiva del embrión se realiza a través de un examen microscópico estereoscópico del suero recuperado contenido en el filtro para embriones luego del flushing uterino (Riera, 2009).

En atención con los antecedentes descritos, ha parecido de interés realizar un estudio preliminar sobre eventuales cambios vasculares uterinos diagnosticados por ecografía Doppler color en yeguas gestantes donantes Pura Raza Chilena de manera de confirmar

la presencia embrionaria en el periodo 7 a 9 días post ovulación, lo cual confirmaría la gestación y daría luces que indicaría si debiera continuar con el flushing uterino hasta la recuperación embrionaria.

La pregunta de investigación del presente estudio es ¿existen cambios vasculares en el endometrio de yeguas donantes durante los días 7-9 gestación asociados a la misma evaluables por ecografía Doppler Color?

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el uso de ecografía Doppler en yeguas Pura Raza Chilena gestantes donantes para determinar presencia embrionaria precoz.

Objetivos específicos

1. Identificar las características vasculares en el endometrio de yeguas donantes entre los días 7 y 9 de eventual gestación.
2. Relacionar los cambios vasculares endometriales de yeguas donantes en presencia de embrión entre los días 7 y 9 de gestación.

3. HIPÓTESIS

H0

La gestación no genera cambios vasculares en el endometrio de las yeguas Pura Raza Chilena donantes entre los días 7 y 9 de gestación.

H1

La gestación genera cambios vasculares en el endometrio de las yeguas Pura Raza Chilena donantes entre los días 7 y 9 de gestación.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1. Tipo de estudio

El presente corresponde a un estudio de carácter correlacional, observacional y descriptivo.

4.2. Material no biológico

- Xila10, 50 ml, DragPharma ®
- Ecógrafo portátil X5 SonoScape®, (USA).
- Sonda Foley 2 vías con balón, Cranberry®
- Tubos en Y, para colección de embriones equinos Spike, Minitube®
- Filtro de colección de embriones bovinos y equinos, Miniflush®
- Microscopio estereoscópico, 20x-40x, Konus®
- Suero Ringer Lactato 1000 ml, Sanderson®
- Jabón Líquido yoyado 0,8%, Ecolab®
- Jabón Glicerina líquida, Novel®
- Guantes mangas de palpación 100 Unidades, ABS®
- Guantes de nitrilo talla M, Tresor®
- Vaselina líquida 1 LT, Qualiti Pro®
- Toalla de papel absorbente interfoliada, Elite®
- Jeringas 5, 10 y 20 ml, Terumo® (Japan).
- Lazo sujeta cola.
- Computador HP®

4.3. Animales

- Yeguas Pura Raza Chilena adultas, multíparas. Los animales se evalúan en la Clínica Belart, especialista en reproducción asistida equina, ubicada en la ciudad de Los Ángeles, Región del Biobío (Chile, -37.311 LN, -72.272 LS), durante enero-febrero de 2024. Cada procedimiento es llevado a cabo por la Dra. Javiera Belart Lengerich y la estudiante Javiera Vivallo Contreras.

- **Criterios de inclusión:** Yeguas adultas, multíparas, gestantes donantes para transferencia embrionaria, ya sea por monta natural o inseminación artificial, cuyos propietarios acepten participar. Los animales se evalúan de 7 a 9 días servicio.
- **Criterios de exclusión:** Yeguas con endometritis, esto debido a que el proceso inflamatorio de la patología puede mostrar un aumento de la vascularización evidenciada a través de la ecografía Doppler color (Debertolis et al., 2016). Es posible diagnosticar a yeguas con endometritis a través de un examen clínico reproductivo, palpación rectal y/o ecografía transrectal del útero (Sneider et al., 2018).

4.4. Tamaño muestral: Criterio de conveniencia 30 yeguas Pura Raza Chilena, esto debido a que, generalmente, la cantidad de yeguas que llega al establecimiento para realizar transferencia embrionaria durante los meses de enero-febrero, es aproximadamente de 40-50 ejemplares, siendo el 30 un número representativo del grupo para poder realizar el examen ecográfico Doppler Color. Todos los animales son evaluados luego que sus propietarios o cuidadores leen y firman un consentimiento informado (**Anexos**).

4.5. Manejo de la yegua (donante).

4.5.1. Posicionamiento

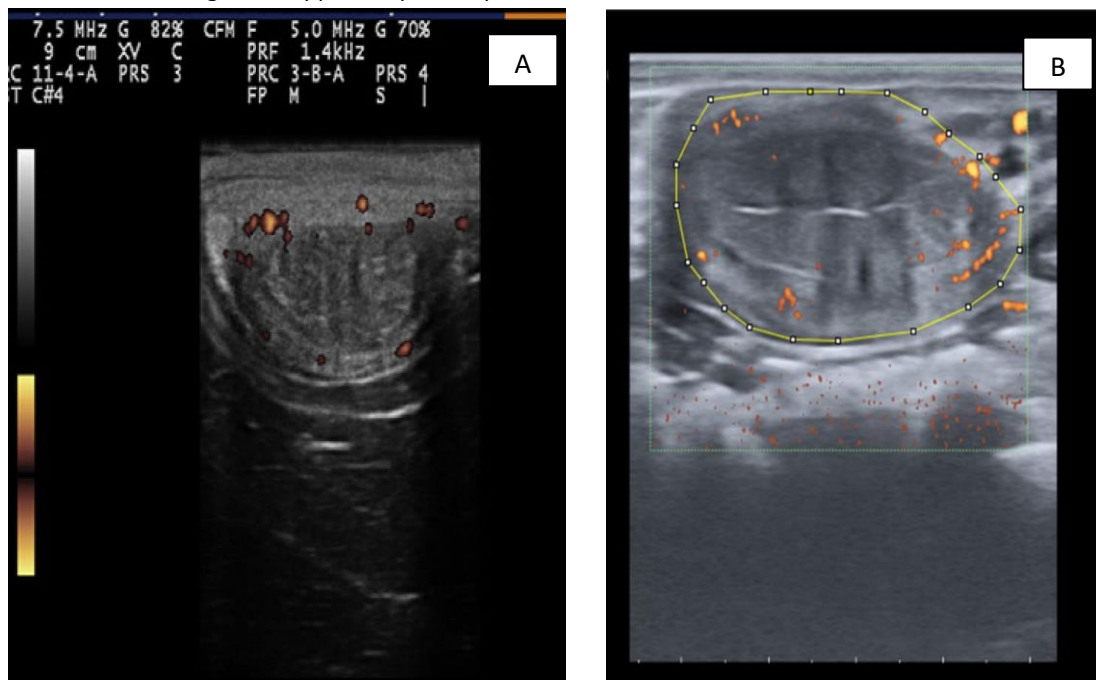
Primeramente, las yeguas donantes a evaluar se inmovilizan en un brete para su seguro manejo reproductivo y del operador. Los genitales de las hembras se exponen luego de sujetar la cola con un lazo y levantar sostenidamente para su examen ecográfico. En caso de que la paciente se encuentre inquieta, estresada, alterada, se emplea un agonista alfa-2 (xilacina) en dosis necesaria (0,5 mg/kg vía endovenosa) (Guzmán & Orozco, 2020) para evitar accidentes tanto para la paciente como para el operador.

4.5.2. Ultrasonido Doppler uterino

Provisto de guantes de nitrilo y una manga de palpación veterinaria para cubrir la mano y brazo del operador, y otra manga que cubre el transductor ecográfico, se lubrica con vaselina líquida el brazo y transductor ecográfico para ingresar vía transrectal y realizar el examen vascular del útero. El ultrasonido Doppler consiste en la exploración

sistemática, en arco, donde se realizan movimientos lentos recorriendo todo el aparato reproductor de la yegua. Estos movimientos son hacia los lados, hacía adelante en todo el útero y cuernos uterinos, con el objetivo de pesquisar presencia/ausencia en la vascularización del lumen uterino en eventual presencia de un embrión de 7-9 días de gestación, los que se evidencian a través de la ecografía Doppler Color por la gama de colores que van desde el azul, cuando el flujo de sangre se aleja del transductor, al rojo, cuando el flujo de sangre se acerca al transductor (Ramírez et al., 2019).

Figura 1.: A: Cambios vasculares uterinos a la ecografía Doppler previo a recuperación por flushing. B: Cambios vasculares uterinos a la ecografía Doppler en posible presencia embrionaria.



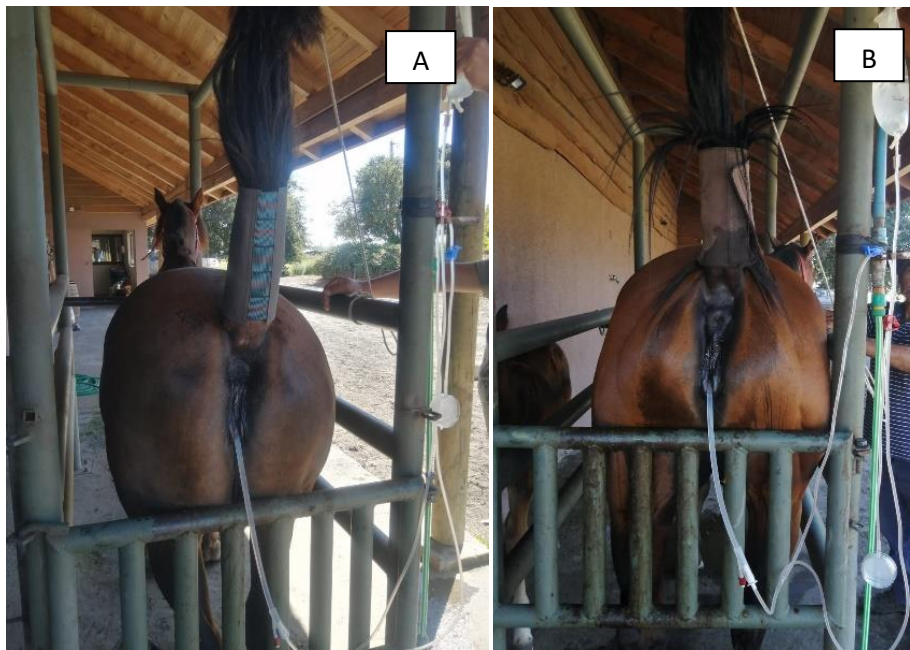
Nieto-Olmedo et al., 2020; Ortega-Ferrusola et al., 2022

4.5.3. Recuperación del embrión

Concluido el examen Doppler uterino, se realiza un lavado minucioso de la zona perianal y vulvar del paciente, empleando jabón de glicerina y aclaramiento con agua potable, por dos veces y, una tercera vez, con jabón yodado al 0,8% y aclaramiento y secado con papel toalla, procurando una zona higienizada previo al ingreso al útero. A continuación, el operador, provisto de una manga veterinaria en el brazo lubricada con vaselina estéril, introduce en la vagina un brazo de un tubo en Y, que cuenta con un balón, hasta el cuerpo

uterino, insuflando 40 ml de aire y traccionándolo de manera de dejar el cérvix impermeable (**Figura 2**). En seguida, el útero se lava (flushing) con 1-2 L de solución Ringer Lactato a temperatura ambiente de 3 a 4 veces. Completado esto, se evacua el suero a través de un filtro para embriones. Durante cada lavado el útero es masajeado a través del recto, lo que facilita que un eventual embrión quede suspendido en el medio acuoso para la exitosa recuperación (González & Wilde, 2011).

Figura 2: A y B. Posicionamiento de yegua mientras se realiza flushing uterino a través de sonda Folley y tubo en Y. Clínica Belart. Los Ángeles, Chile.

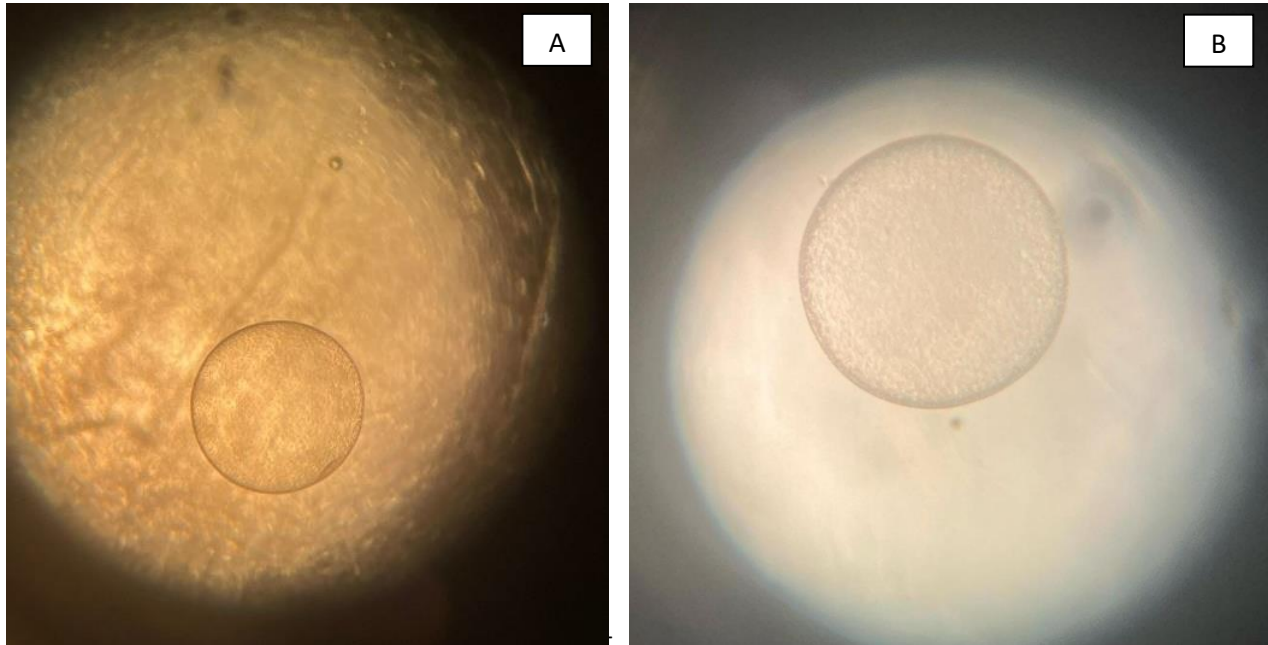


Vivallo, J. 2024

4.5.4. Microscopía estereoscópica del filtro embrionario

Una vez realizado cada evento de lavado, se extrae el filtro del dispositivo para examinar mediante microscopía estereoscópica (20X-40X) la eventual presencia de un embrión (**Figura 3**), lo cual, de ser positivo, sucede en uno de estos cuatro lavados.

Figura 3.A y B: Embriones recuperados a través de flushing uterino vistos por microscopio estereoscópico para transferencia embrionaria. Clínica Belart, Los Ángeles, Chile.



4.5.5 Cambios vasculares y presencia de embrión

Se realiza ecografías Doppler a 30 yeguas donantes Pura Raza Chilena en los días 7-9 post servicio (monta natural o inseminación artificial) y se registran las características del flujo vascular uterino en imágenes Doppler color obtenidas por el examen ecográfico transrectal, asociando con la presencia o no del embrión una vez realizado el flushing uterino. Esto se relaciona por la gama de colores observados en el Doppler Color, en caso de estar presentes, indica un aumento en el flujo uterino, es decir, la presencia de la gama de colores según se acerca o se aleja el flujo sanguíneo del transductor, siendo posible la presencia embrionaria.

4.6. Análisis de datos: Se realiza una recopilación de los siguientes datos:

- Presencia/ausencia de vascularización: a través de los colores obtenidos por la ecografía Doppler Color (**Figura 1**).
- Presencia/ausencia de embrión obtenido a través de flushing uterino (**Figura 3**).

- A través de una fórmula matemática se obtiene un porcentaje de aquellas yeguas que presenten o no cambios vasculares en presencia o ausencia embrionaria en yeguas entre los 7-26 años. Los datos se grafican en Excel para poder visualizarlos. Además, se realiza una evaluación de la sensibilidad, especificidad y exactitud del método diagnóstico (**Tabla 1**) con los datos obtenidos, comparando los resultados obtenidos de la ecografía Doppler (presencia/ausencia de vascularización) y la recuperación embrionaria (positiva/negativa).

5. RESULTADOS

5.1 Cambios vasculares pesquisados por ecografía Doppler Color

Se realiza 30 ecografías Doppler color a yeguas Pura Raza Chilena donantes para transferencia embrionaria, en las cuales el 93,3% (28 yeguas) muestra cambios evidentes en la vascularización a través de la ecografía Doppler Color. Sin embargo, no se observan diferencias al momento de realizar la ecografía Doppler color entre el día de realizado el flushing uterino (7, 8 o 9) ni en la edad de las pacientes, ya que no se presenta mayor variación en cuanto a la gama de colores obtenidos.

5.2 Recuperación embrionaria

Del total de 30 yeguas pura raza chilena donantes para transferencia embrionaria, al momento de realizar el flushing uterino, posterior examen al microscopio estereoscópico se obtiene una recuperación embrionaria exitosa del 83,3%, es decir, 25 yeguas donantes entre 7-26 años resultan preñadas, ya sea por monta directa o inseminación artificial, donde 4 de ellas presentan doble embrión.

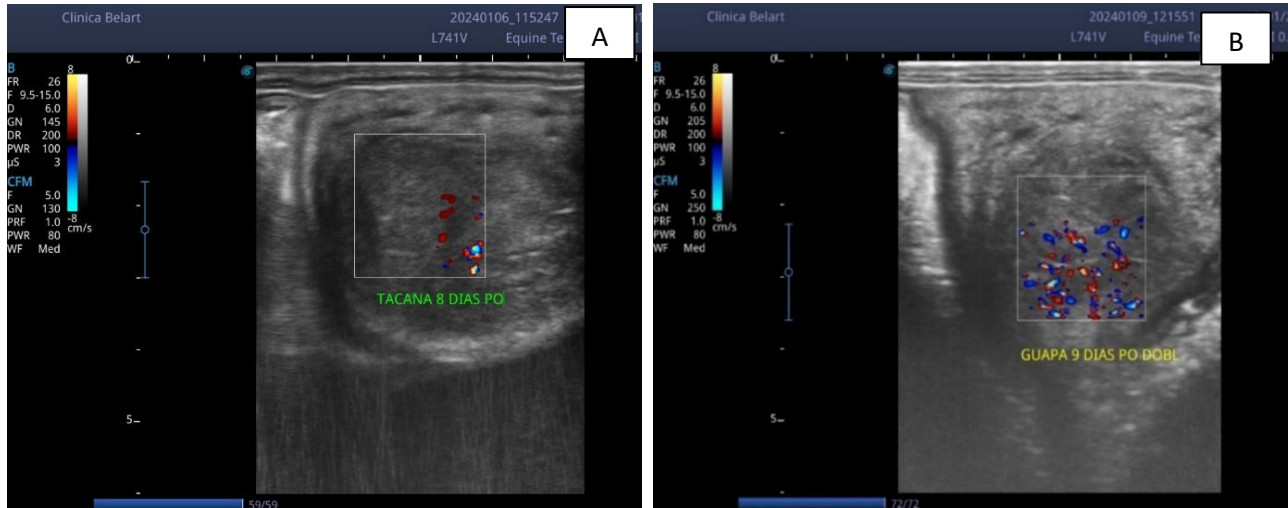
5.3 Relación recuperación embrionaria y ecografía Doppler color.

Una vez obtenidos los datos evaluados por la ecografía Doppler color y la recuperación embrionaria, se determina que:

- Un 80% de las yeguas presenta cambios vasculares uterinos evidenciados por la ecografía Doppler color (**Figura 4 y 5A**), siendo a su vez, positivas para la recuperación embrionaria, lo cual indica que la ecografía Doppler es adecuada para poder realizar el diagnóstico de gestación precoz entre los días 7-9 post ovulación.
- Un 13,3% de las yeguas presenta cambios vasculares uterinos al realizar la ecografía Doppler color, sin embargo, son negativas a la recuperación embrionaria, siendo así, los resultados clasificados como falsos positivos.
- Un 3,3% de las yeguas no presenta cambios vasculares uterinos al realizar la ecografía Doppler color, sin embargo, son positivas a la recuperación embrionaria por flushing uterino, clasificando los resultados como falsos negativos.

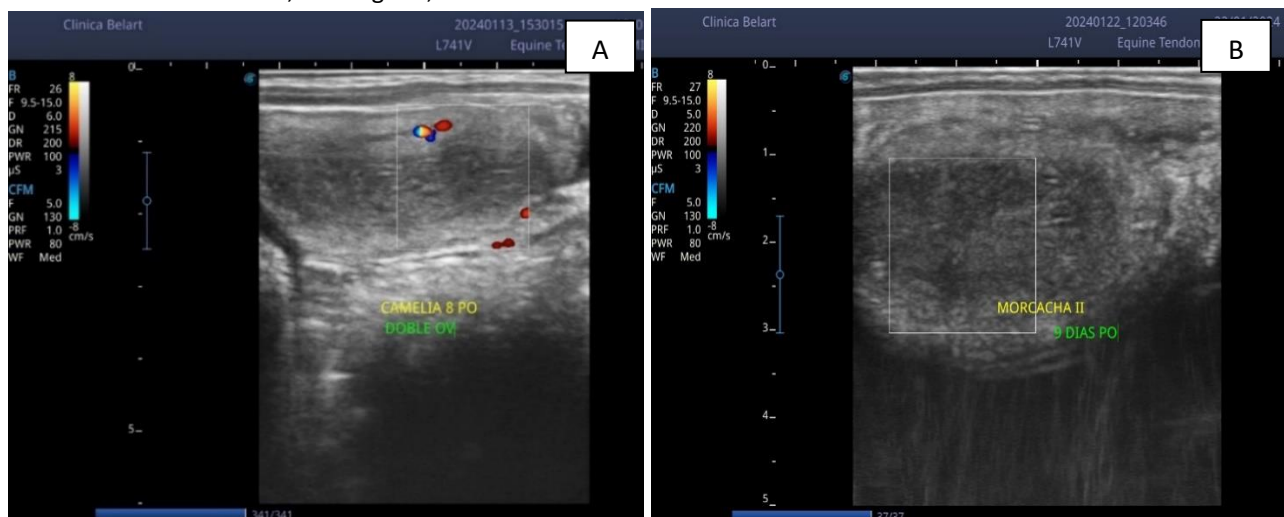
- Un 3,3% de las yeguas no presenta cambios vasculares uterinos al realizar la ecografía Doppler Color y son negativas a la recuperación embrionaria (**Figura 5B**).

Figura 4. A y B: Cambios vasculares observados a la imagen Doppler Color a través de examen transrectal, momento previo a recuperación embrionaria. Clínica Belart, Los Ángeles, Chile.



Belart, J. 2024.

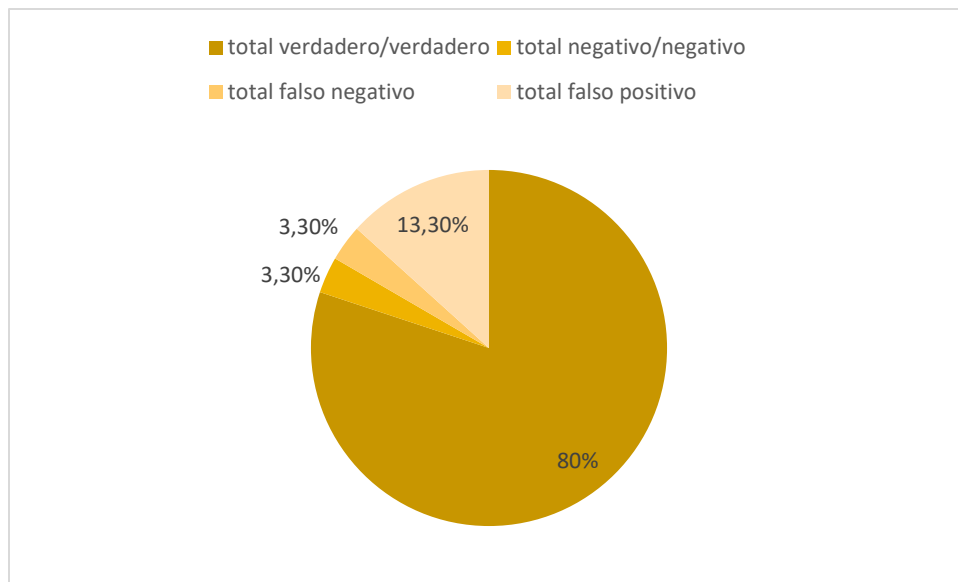
Figura 5. A.: Cambios vasculares en ecografía Doppler color transrectal en yeguas previo a flushing uterino, indicaría posible presencia embrionaria. B: ausencia de cambios vasculares previo a flushing uterino, lo que indicaría ausencia embrionaria. Clínica Belart, Los Ángeles, Chile.



Autoría propia

También, se evalúa la sensibilidad y especificidad de esta prueba diagnóstica, dando como resultado un 96% de sensibilidad, un 20% de especificidad, un 83% de exactitud y un valor predictivo positivo de 86% en base a los resultados obtenidos.

Figura 6. Gráfico resumen de los resultados de sensibilidad/especificidad de ecografía Doppler.



Autoría propia.

6. DISCUSIÓN

En el presente estudio se evalúa el uso de un método de diagnóstico de gestación de forma precoz, específicamente en un programa de transferencias de embriones en yeguas Pura Raza Chilena entre los días 7 a 9 post ovulación, para así poder ser utilizado en el momento previo al flushing uterino y evidenciar la posible presencia de un embrión. Tal como se señala anteriormente, las arterias uterinas experimentan una serie de variaciones en cuanto a su flujo sanguíneo, tanto en el ciclo estral como en la gestación, las cuales, de lograr identificar durante el examen ecográfico en modo Doppler, supone un punto clave para diferenciar hembras gestantes de aquellas que no lo están.

Durante la movilidad embrionaria en yeguas, se generan alteraciones vasculares en el útero causadas por el cambio de posición del embrión (Silva et al., 2005). Sin embargo, autores como Ginther (2014), reportan que estas alteraciones no se evidencian hasta aproximadamente el día 11-13, siendo contrapuesto con el estudio presente, ya que si se evidencian alteraciones vasculares entre los días 7-9 post ovulación a través de la ecografía Doppler Color.

Esto genera ser tema de interés los últimos años, donde se realizan varios estudios relacionados a diagnosticar gestación de manera precoz, tanto en yeguas como en hembras bovinas. En estas últimas, al evaluar la funcionalidad del cuerpo lúteo y útero en programas de transferencia embrionaria, se considera la evaluación del flujo sanguíneo en la arteria uterina con ecografía Doppler como un método fiable para el diagnóstico de gestación. Esto debido a que varios autores como Herzog y Bollwein (2007), Plata (2023), Silva (2011), Utt et al. (2009) y Yáñez et al. (2022) han encontrado ciertas diferencias en este parámetro entre hembras gestantes, presentando aumento de la vascularización uterina, y hembras vacías, que no presentan cambios vasculares en los estudios. Considerando lo previamente mencionado, y basándose en los resultados del presente estudio, se puede proponer la ecografía Doppler color como un método para diagnosticar gestación de manera precoz, ya que, efectivamente se logra evidenciar un aumento del flujo uterino en presencia embrionaria, la cual se confirma al momento de realizar la recuperación embrionaria a través del flushing. Por otra parte, las hembras no gestantes y cíclicas presentan una velocidad de flujo constantemente baja. A medida que

se aproxima el día del estro, la velocidad va en aumento, alcanzando su máximo valor antes de la ovulación, mientras que los niveles se ven disminuidos al momento de pasar a diestro (Bollwein et al., 2000). Lo anterior justifica que en la ecografía Doppler color no se puedan detectar cambios vasculares en yeguas no preñadas.

De acuerdo con Nieto-Olmedo et al. (2020), en su estudio de 52 yeguas Pura Raza Española, desde los 2 a 18 años, es posible evaluar el aumento de vascularidad en presencia embrionaria en yeguas durante los días 7-8 post ovulación. En este trabajo se observa una recuperación embrionaria del 75%, con aumento del flujo vascular en las yeguas preñadas y uno menor en las yeguas vacías, sin observar diferencias de la variación del flujo según la edad ni la presencia de más de un embrión. Lo anterior se debe a la migración del embrión a través del útero, lo que genera estimulación de este órgano en su presencia (Bollwein et al., 2003). Así también, Ferreira et al. (2010), en un estudio de 18 yeguas evaluadas desde el día 0-20 post ovulación, concluyen que se observan cambios uterinos debido a los cambios que produce la gestación.

De manera similar a Nieto-Olmedo et al. (2020) y Yáñez et al. (2022), el presente estudio obtuvo una recuperación embrionaria del 80% en yeguas Pura Raza Chilena, las que, además, presentan un aumento del flujo vascular uterino. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, debido a que la gestación si presenta cambios vasculares en el endometrio a los días 7 a 9 post ovulación. También, se observa una diferencia notable en el aumento de la vascularización uterina entre aquellas yeguas que, al momento de la recuperación embrionaria, se obtuvo 2 embriones (**Figura 5B**). Lo cual se puede relacionar a una estimulación mucho más alta del útero y aumento de flujo ante la presencia de 2 embriones. Sin embargo, esta diferencia podría contrarrestarse en el estudio de Nieto-Olmedo et al. (2018) donde refiere que no se observaron diferencias entre la presencia de 1 o 2 embriones.

Una de las limitaciones importantes en este estudio, es que, al realizarse en una clínica de reproducción equina, todas las pacientes ingresadas tienen un fin: cumplir con una preñez exitosa. Es decir, la reproducción de las hembras se lleva a cabo a través de monta natural o inseminación artificial, para que así quede gestante (Sadurní, 2020). Por lo tanto, la posibilidad de que ocurra fracaso de preñez es muy bajo, lo que influye en el cálculo de la especificidad de esta prueba diagnóstica, el cual es de un 20%.

También, el hecho de que la ecografía Doppler Color es sumamente sensible puede llevar a la presentación de errores asociados al estrés. Se sabe que los caballos son animales muy sensibles, sobre todo al estrés causado por factores ambientales, relación humano-animal, temperaturas extremas, olores, sonidos, entre otras (Koscinczuk, 2014). En estos momentos se produce cortisol en grandes cantidades (Martos & Ayala, 2003), generando hipertensión y aumento del volumen sanguíneo a nivel sistémico (Bakris, 2023). A causa de lo anteriormente mencionado, se podrían observar falsos positivos en la ecografía Doppler color, es decir, que al realizar este examen se presente aumento de la vascularización en el útero debido al estrés, pero con sin que exista recuperación embrionaria. Por lo tanto, para dilucidar una posible explicación a los falsos positivos, se propone evaluar los niveles de cortisol en aquellos animales que podrían presentar estrés debido a distintas causas, el cual tiene una concentración normal en plasma de 10-20 ug/dL, donde podría verse alterado por factores estresantes (González, 2023).

Las lecturas de la ecografía Doppler podrían estar alteradas por las altas temperaturas ambientales, las cuales influyen en los animales aumentando su temperatura corporal y la frecuencia respiratoria (Correa-Calderón et al., 2009). Debido a esto, el animal presenta vasodilatación periférica para disipar calor y mantener la homeostasis, por lo cual el aporte sanguíneo a los órganos como el útero disminuye (Bernabucci et al., 2010). En este caso, la ecografía Doppler color podría entregar un resultado falso negativo. Es decir, que al momento de realizar la prueba no se evidencie aumento del flujo sanguíneo visualizable, pero si puede presentar embrión al momento de realizar el flushing uterino. Pese a las limitaciones descritas previamente, la ecografía Doppler color es una prueba de gran sensibilidad diagnóstica, en la que se obtienen resultados exitosos al ser utilizada tempranamente, pudiendo calificarse como un apoyo importante cuando se realiza una transferencia embrionaria. Lo anterior debido a que, hasta el momento, el único método para verificar la presencia embrionaria es realizar el flushing uterino, sin saber si efectivamente hay un embrión presente al momento de comenzar con el lavado (Sieme et al., 2018).

7. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio al realizar 30 ecografías Doppler color a yeguas Pura Raza Chilena donantes para transferencia embrionaria, se determinó que el 80% de las yeguas presenta cambios vasculares uterinos evidenciados por la ecografía Doppler color, con una recuperación embrionaria exitosa del 83,3%. Por otra parte, la sensibilidad de la prueba diagnóstica es de un 96%, con una especificidad del 20%, una exactitud del 83% y un valor predictivo positivo de 86%.

Debido a lo anterior, se concluye que la ecografía Doppler Color es un método de diagnóstico fiable para evaluar la gestación de manera precoz, previo a la recuperación embrionaria entre los días 7 a 9 post ovulación, en yeguas Pura Raza Chilena entre los 7 a 26 años.

Se rechaza la hipótesis nula, debido a que, si existen cambios vasculares uterinos en la gestación de manera precoz y se cumple, tanto el objetivo general, como ambos objetivos específicos del presente estudio.

8. REFERENCIAS

- Bakris, G. (2023). *Hipertensión*. En MSD. Consultado el 05 de junio de 2024, de <https://www.msdmanuals.com/es-cl/professional/trastornos-cardiovasculares/hipertensi%C3%B3n/hipertensi%C3%B3n?query=hipertension%20arterial>
- Balerdi, A. (2012-2013). *Transferencia Embrionaria en Équidos*. [Curso] Transferencia embrionaria en équidos. Trabajo presentado en la asignatura de deontología y veterinaria legal de la Universidad Autónoma de Barcelona. [http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/103206/Transferencia embrionaria en equidos.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/103206/Transferencia_embri%C3%B3naria_en_equidos.pdf)
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L., Rhoads, R., Ronchi, B., & Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4(7), 1167-1183. DOI: [10.1017/S175173111000090X](https://doi.org/10.1017/S175173111000090X)
- Bollwein, H., Mayer, R., & Stolla R. (2003). Transrectal doppler sonography of uterine blood flow during early pregnancy in mares. *Theriogenology*, 60(4), 597-605. DOI: [10.1016/s0093-691x\(03\)00080-3](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00080-3)
- Bollwein, H., Meyer, H., Maierl, J., Weber, F., Baumgartner, U., & Stolla, R. (2000). Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow. *Theriogenology*, 53(8), 41-52. DOI: [10.1016/s0093-691x\(00\)00296-x](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(00)00296-x)
- Bravo, S. & Cruz, J.P. (2015). Estudios de exactitud diagnóstica: herramientas para su interpretación. *Revista Chilena de Radiología*, 21(4), 158-164. DOI: [10.4067/S0717-93082015000400007](https://doi.org/10.4067/S0717-93082015000400007)
- Brinsko, S., Blanchard, T., Varner, D., Schumacher, J., Love, C., Hinrichs, K., & Hartman, D. (2011) Chapter 1- reproductive anatomy of the mare. *Manual of Equine Reproduction* (3a ed., pp 1-9) Mosby Elsevier. DOI: [10.1016/B978-0-323-06482-8.00010-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-323-06482-8.00010-7)
- Camps, F. (2009). *¿Qué es trasplante embrionario?* Sitio argentino de Producción Animal. Consultado el 20 de septiembre de 2023. <http://www.produccion-animal.com.ar>

animal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embionario/15-transplante-embionario-equino.pdf

- Correa-Calderón, A., Santos, G., Avendaño, L., Rivera, F., Álvarez, D., Ardón, F., Díaz, R., & Collier, R. (2009). Enfriamiento artificial y tasa de concepción de vaquillas Holstein con estrés térmico. *Revista Archivos de Zootecnia*, 58(222), 231-239. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515286008>
- Cortés-Vidauri, Z., Aréchiga, C., Rincón, M., Rochín, F., López, M., & Flores, G. (2018) Revisión: El Ciclo Reproductivo de la Yegua. *Revista Abanico Veterinario*, 8(3), 14-41. DOI: [10.21929/abavet2018.83.1](https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.1)
- Debertolis, L., Mari, G., Merlo, B., Merbach, S., Schoon, H., Laciono, E., & Bollwein, H. (2016). Effects of induced endometritis on uterine blood Flow in cows as evaluated by transrectal Doppler sonography. *Journal of Veterinary Science*, 17(2), 189-197. DOI: [10.4142/jvs.2016.17.2.189](https://doi.org/10.4142/jvs.2016.17.2.189)
- Díaz, D., Beltrán, J., & Cueva, J. (2018). ¿Son suficientes los indicadores del rendimiento de una prueba o test diagnostico para evaluar su desempeño? *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 34(3), 94-109. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedgenint/cmi-2018/cmi183k.pdf>
- Dordas-Perpinya, M., & François, J. (2019). Practical aspects of equine embryo transfer. *Translational Research in Veterinary Science*, 2(1), 23-39. DOI: [10.12775/TRVS.2019.002](https://doi.org/10.12775/TRVS.2019.002)
- Dyce, K., Sack, W., & Wensing, C. (1999). Pelvis y órganos reproductores del caballo. *Anatomía veterinaria* (2a ed, pp. 601-626). McGraw-Hill Interamericana.
- Fernández, A. (2019) *La transferencia embrionaria en el día adecuado, ¿Es determinante para un embrión exitoso?* [Tesis de licenciatura, Universidad del Salvador]. Repositorio institucional Racimo. <https://racimo.usal.edu.ar/id/eprint/8167>
- Ferreira, J., Ignácio, F., & Meira, C. (2010). Uterine vascular perfusion and spectral-Doppler measurements early gestation in mares: new concepts of evaluation. *Animal Reproduction Science*, 121(1-2), 281-283. DOI: [10.1016/j.anireprosci.2010.04.110](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.04.110)

- Frandsen, R., & Spurgeon, T. (1992). Anatomía del sistema reproductor de la hembra. *Anatomía y fisiología de los animales domésticos* (5ª ed. pp. 410-419). McGraw-Hill Interamericana.
- Gastal, E., & Gastal, M. (2011). Equine preovulatory follicle: blood flow changes, prediction of ovulation and fertility. *Animal Reproduction*, 35 (2), 239–252. <http://cabra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v35n2/RB374%20Gastal%20pag239-252.pdf>
- Ginther, O.J. (2014). How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology*, 81(1), 112-125. 10.1016/j.theriogenology.2013.09.007
- Ginther, O.J., & Utt, M. (2004). Doppler Ultrasound in Equine Reproduction: Principles, Techniques, and Potential. *Journal of Equine Veterinary Science*, 24 (12), 516-526. DOI: [10.1016/j.jevs.2004.11.005](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2004.11.005)
- González, B. (2023). *Determinación de los niveles sanguíneos de cortisol en equinos (Equus caballus) aparentemente sanos en condiciones de altitud*. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista, Universidad politécnica Salesiana, Ecuador] Repositorio institucional. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25517>
- González, K. (2018). *Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la yegua*. Zoovet es mi pasión. Consultado el 26 de octubre de 2023, de <https://zoovetespasion.com/caballos/reproduccion-del-caballo/aparato-reproductor-de-la-yegua>
- González, F., & Wilde, O. (2011). *Transferencia embrionaria doble en una yegua de Raza Peruano de Paso Laureada*. Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado el 29 de septiembre de 2023. [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion equinos/produccion equina en general/119-transferencia embrionaria doble yegua.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion%20equinos/produccion%20equina%20en%20general/119-transferencia%20embrionaria%20doble%20yegua.pdf)
- Guzmán, L., & Orozco, W. (2020). *Manual de consulta en medicina clínica equina*. [Trabajo especial de graduación para el grado de licenciatura veterinaria, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4385>

- Hafez, E. (1993). Anatomía del aparato reproductor femenino. *Reproducción e inseminación artificial en animales* (6ª ed. pp. 20-54). McGraw-Hill Interamericana.
- Herzog, K., & Bollwein, H. (2007). Application of Doppler Ultrasonography in Clattle Reproduction. *Reproduction in Domestic Animals*, 42(2), 51-58. DOI: [10.1111/j.1439-0531.2007.00903.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00903.x)
- Jainudeen, M., & Hafez, E. (1993). Gestación, fisiología prenatal y parto. *Reproducción e inseminación artificial en animales* (6ª ed. pp. 203-224). McGraw-Hill Interamericana.
- Katsi, V., Felekos, I., & Kallikazaros, I. (2013). Christian Andreas Doppler: A legendary man inspired by the dazzling light of the stars. *Hippokratia*, 17 (2), 113-114. <https://www.hippokratia.gr/2019/03/04/christian-andreas-doppler-a-legendary-man-inspired-by-the-dazzling-light-of-the-stars/>
- Klein, C. (2016). Early pregnancy in the mare: old concepts revisited. *Domestic Animal Endocrinology*, 56(S), S212-S217. DOI: [10.1016/j.domaniend.2016.03.006](https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.03.006)
- Konig, H.E., & Liebich, H.G. (2005). *Anatomía de los animales domésticos* (2ª ed.). Editorial Medica panamericana.
- Koscinczuk, P. (2014). Ambiente, adaptación y estrés. *Revista Veterinaria*, 25(1), 67-76. DOI: [10.30972/vet.251555](https://doi.org/10.30972/vet.251555)
- Losinno, L., & Pietrani, M. (2018). Programas comerciales de transferencia embrionaria: consideraciones para mejorar la eficiencia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 13(2), 219-227. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4790>
- Martos, N. & Ayala, I. (2003). El estrés en los équidos. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 19, 121-128. <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/16981>
- Matsui, M., & Miyamoto, A. (2009). Evaluation of ovarian blood flow by colour Doppler Ultrasound: Practical use for reproductive management in the cow. *The Veterinary Journal*, 181(3), 232-240. DOI: [10.1016/j.tvjl.2008.02.027](https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.02.027)
- Nieto-Olmedo, P., Martín-Cano, F., Gaitskell-Phillips, G., Ortíz-Rodríguez, J., Peña, F., & Ortega-Ferrusola, C. (2020). Power Doppler can detect the presence of 7-8 day conceptuses prior to flushing in an equine embryo transfer program. *Theriogenology*, 145, 1-9. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2020.01.015](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.015)

- Nieto-Olmedo, P., Tapia, J., Peña, F., & Ortega-Ferrusola, C. (2018). The use of power mode doppler ultrasonography as a predictive tool of early pregnancy in the mare. *Journal of Equine Veterinary Science*, 66, 218-219. DOI: [10.1016/j.jevs.2018.05.106](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.05.106)
- Ortega-Ferrusola, C., Gómez-Arrones, V., Martín-Cano, F., Cruz Gil, M., Peña, F., Gaitskell-Phillips, G., & Silva-Álvarez, E. (2022) Advances in the ultrasound diagnosis in equine reproductive medicine: New approaches. *Reproduction in Domestic Animals*, 57(5), 34-44. DOI: [10.1111/rda.14192](https://doi.org/10.1111/rda.14192)
- Plata, J. (2023). Uso de la ecografía Doppler color para el diagnóstico reproductivo precoz en la transferencia de embriones en hembras bovinas en la ganadería el paraíso, Puerto Berrio- Antioquia. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional UCC. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/54193>
- Pita, S., & Pértegas, S. (2003). *Pruebas diagnósticas: sensibilidad y especificidad*. <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/pruebas-diagnosticas-sensibilidad-especificidad/>
- Raeside, J., Christie, H., Renaud, R., Walechli, R., & Betteridge, K. (2004). Estrogen metabolism in the equine conceptus and endometrium during early pregnancy in relation to estrogen concentrations in yolk-sac fluid. *Biology of Reproduction*, 71(4), 121-1127. DOI: [10.1095/biolreprod.104.028712](https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.028712)
- Raeside, J., Christie, H., Renaud, R., Walechli, R., & Betteridge, K. (2009). Estrogen metabolism by the equine embryo proper during the fourth week of pregnancy. *Reproduction*, 138(6), 953-960. DOI: [10.1530/REP-09-0235](https://doi.org/10.1530/REP-09-0235)
- Ramírez, J., Corcoll i, J., & Mudrychova, J. (2019) Manual d'ecografia clínica a l'atenció primària. Palma: Gerència d'Atenció Primària de Mallorca. <http://hdl.handle.net/20.500.13003/18158>
- Rendón-Macías, M., Valenzuela, M., & Villasis-Keever, M. (2020). Sesgos en los estudios de pruebas de diagnóstico: implicación en la estimación de la sensibilidad y especificidad. *Revista Alergia México*, 67(2). DOI: [10.29262/ram.v67i2.771](https://doi.org/10.29262/ram.v67i2.771)
- Riera, F. L. (2009). Equine Embryo Transfer. *Equine Breeding Management and Artificial Insemination*, 185–199. DOI: [10.1016/b978-1-4160-5234-0.00016-7](https://doi.org/10.1016/b978-1-4160-5234-0.00016-7)

- Rubio, I., Tirapu, M., Gómez, H., & Zabalza, J. (2014). *Ecografía Doppler: Principios básicos y guía práctica para residentes*. [presentación electrónica educativa]. SERAM 2014. Complejo hospitalario de Navarra, Pamplona. DOI: [10.1594/seram2014/S-0379](https://doi.org/10.1594/seram2014/S-0379)
- Sadurní, C. (2020). *Nuevos avances en tecnologías reproductivas en equinos. Revisión bibliográfica*. [Grado de veterinaria, Universidad de Lleida]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/10459.1/70507>
- Short, R.V (1969). Implantation and the maternal recognition of pregnancy. En G.E.W Wolstenholme y M. O'connor (Eds.), *Foetal autonomy* (pp. 2-25) J & A. Churchill Ltd.
<https://books.google.cl/books?id=66IUgTJfx2UC&lpg=PA2&lr&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
- Sieme, H., Rau, J., Tiedemann, D., Oldenhof, H., Barros, L., Sanchez, R., Blanco, M., Martinsson, G., Herrera, C., & Burger, D. (2018). Equine embryo transfer. *Animal Biotechnology*, 1, 179-192. DOI: [10.1007/978-3-319-92327-7_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92327-7_8)
- Silva, L. (2011). Local effect of the conceptus on uterine vascular perfusion and remodeling during early pregnancy in mares - New findings by Doppler Ultrasonography. *Acta Scientiae Veterinariae*, 29(1), 123-134. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=289060016020>
- Silva, L., Gastal, E., Beg, M., & Ginther, O. (2005). Changes in Vascular Perfusion of the Endometrium in Association with Changes in Location of the Embryonic Vesicle in Mares. *Biology of Reproduction*, 72(3), 755-761. DOI: [10.1095/biolreprod.104.036384](https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.036384)
- Sisson, S., & Grossman, J.D. (1982). Sistema urogenital de los equinos. En *Anatomía de los animales domésticos tomo I* (5ª ed.). (pp.585-614) Ed. Masson S.A.
- Spencer, T., Burghardt, R., Johnson, G., & Bazer, F. (2004). Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy. *Animal Reproduction Science*, 82-83, 537-550. DOI: [10.1016/j.anireprosci.2004.04.014](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.014)
- Sneider, R., Montoya, T., & Villa, K. (2018). Descripción diagnóstica de la endometritis aguda en yeguas. *Revista Sinergia*, (2), 25-37. <http://sinergia.colmayor.edu.co/ojs/index.php/Revistasinergia/article/view/33>

- Stout, T. A. (2006). Equine embryo transfer: review of developing potential. *Equine Veterinary Journal*, 38(5), 467-478. DOI: [10.2746/042516406778400529](https://doi.org/10.2746/042516406778400529)
- Swegen, A. (2021) Maternal recognition of pregnancy in the mare: does it exist and why do we care?. *Reproduction*, 161(6), R139–R155. DOI: [10.1530/REP-20-0437](https://doi.org/10.1530/REP-20-0437)
- Torres, J. G. (2012). Puntos críticos en un programa de transferencia embrionaria. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(2), 108-113. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/view/40088/38517>
- Utt, M., Johnson, G., & Beal, W. (2009). The evaluation of corpus luteum blood flow using color-flow Doppler ultrasound of early pregnancy diagnosis in bovine embryo recipients. *Theriogenology*, 71(4), 707-715. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2008.09.032](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.09.032)
- Vanderwall, D. (2000). Current Equine Embryo Transfer Techniques. En *Recent Advances in Equine Reproduction* por Ball B. (pp 1-18). EE. UU.: Ivis. <https://www.ivis.org/library/recent-advances-equine-reproduction/current-equine-embryo-transfer-techniques>
- Vanderwall, D. (2008). Early embryonic Loss in the Mare. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28(11), 691-702. DOI: [10.1016/j.jevs.2008.10.001](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2008.10.001)
- Vizcaíno, G. (2017) Importancia del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en el uso de las pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio. *Medicina & Laboratorio*, 23(7-8), 365-386. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2017/myl177-8e.pdf>
- Yáñez, U., Becerra, J., Herradón, P., Peña, A., & Quintela, L. (2022). Ecografía Doppler y su aplicación en reproducción bovina: revisión. *ITEA-Información técnica económica Agraria*, 118(1), 82-100. DOI: [10.12706/itea.2021.019](https://doi.org/10.12706/itea.2021.019)

9. ANEXOS

9.1 Consentimiento informado.

Propietario: _____ RUT: _____

Domicilio: _____

Paciente: _____ Especie: _____

Sexo: _____ Edad: _____

Quien suscribe, expresa su conformidad y autoriza a JAVIERA VALENTINA VIVALLO CONTRERAS, alumna tesista de la Universidad San Sebastián y a quien ella solicite colaboración, para poder realizar una ecografía Doppler para participar en el estudio de memoria de título denominado “Uso de ecografía Doppler para determinar presencia embrionaria en yeguas Pura Raza Chilena donantes previo a recuperación por flushing”. Declaro que todo dato personal sea anónimo.

Se deja constancia de que la obtención del examen no implica riesgos ni complicaciones para el paciente debido a que se considera una manipulación que genera una ligera incomodidad en el paciente.

Certifico con mi firma que he leído, comprendido y aceptado la presente autorización.

Nombre y firma del propietario

fecha:

9.2 Tabla 2. Resumen de resultados al momento de realizar la ecografía Doppler Color.

	<u>FLUSHING PRESENTE</u>	<u>FLUSHING AUSENTE</u>
<u>DOPPLER POSITIVO</u>	<u>80% (24)</u>	<u>13.3% (4)</u>
<u>DOPPLER NEGATIVO</u>	<u>3,3% (1)</u>	<u>3.3% (1)</u>

<u>SENSIBILIDAD</u>	<u>ESPECIFICIDAD</u>	<u>EXACTITUD</u>	<u>VPP</u>
<u>96%</u>	<u>20%</u>	<u>83%</u>	<u>86%</u>