Protocolo para el manejo reproductivo de las yeguas problema basado en terapias alternativas no convencionales.

Tesis de grado para optar por el título de medicina veterinaria

María José Gómez Larrea

Asesora

María Claudia Puerta Vásquez

Unilasallista Corporación Universitaria

Ciencias Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Caldas, Antioquia

2025

Contenido

Resumen **4**

Palabras clave **4**

Introducción **5**

Objetivo General **7**

Objetivos Específicos **7**

Justificación **8**

Marco teórico **9**

Materiales y métodos: **14**

Imágenes de los protocolos **16**

Resultados **19**

Discusión **22**

Conclusiones **24**

Referencias bibliográficas **25**

Tabla de figuras

Figura 1 16

Plasma rico en plaquetas PRP 16

Figura 2 17

Plasma rico en plaquetas (PRP) 17

Figura 3 17

Plasma rico en plaqueta ozonizado (PRP + Ozono) 17

Figura 4 18

Máquina de ozono 18

Figura 5 18

Plasma 18

Figura 6 19

Análisis de cariotipos animales – individuo 5 19

Fuente: Elaboración propia 19

Figura 7 20

Análisis de cariotipos animales – individuo 6 20

Resumen

A continuación, se presentará el ejercicio de práctica para optar por el título de médico veterinario, en el cual se abordará el problema de la subfertilidad en yeguas.

Dicha experiencia se centra en la aplicación de terapias alternativas no convencionales con potencial para brindar mejoras en dicho problema. Tales como: ozonoterapia, plasma rico en plaquetas (PRP), fitoterapia y homotoxicología para mejorar la fertilidad equina sin recurrir a antibióticos. Dicho estudio fue aplicado a 14 ejemplares que tenían previo historial de subfertilidad, los resultados mostraron alto potencial en la mejora en las tasas de reproducción, llegando a lograr embriones de hasta 85% de los participantes.

Se concluye que las terapias alternativas aplicadas tienen un gran potencial para la reproducción equina y se recomienda avanzar en la investigación, particularmente en hembras con endometritis y/o mosaicismo.

Palabras clave: Subfertilidad equina, Endometritis, Ozonoterapia, Plasma rico en plaquetas (PRP), Homotoxicología, Fitoterapia, Manejo reproductivo, Biopelícula bacteriana, Mosaicismo cromosómico.

Introducción

El caballo está en el centro de la historia y la cultura colombiana, desde su pasado colonial, hasta el presente, el caballo ha significado progreso, trabajo y desarrollo a nivel personal y económico. Sin embargo, esta industria no está exenta de retos y desafíos de múltiples índoles. En el presente se abordará uno de los temas más relevantes atendidos desde la medicina veterinaria, la reproducción.

Cuando se habla de rendimiento reproductivo nos referimos a la capacidad de una hembra en edad fértil de quedar preñada y criar un potro vivo a término. Múltiples factores intervienen en el rendimiento, ya sean externos, como es el caso de la asistencia humana, e internos como es el caso de la presencia de bacterias productoras de endometritis o fallas fisiológicas y anatómicas consecuencia de anomalías genéticas hereditarias, sea cual sea la causa de dicha disminución, afectará las poblaciones y a su vez la rentabilidad de los criaderos. La reproducción es crítica desde varios puntos de vista, inicialmente es básica para el mantenimiento de las poblaciones de razas colombianas, como el paso fino colombiano, el cual es parte integral de nuestra cultura. Además, la industria equina en Colombia representa hasta COP$6 billones anuales y genera 480.000 empleos directos (Diario La República, 2022). Por lo tanto, en la reproducción exitosa está basado mucho del éxito de la industria, tanto desde el punto de vista genético, social y económico. No hay que perder de vista, que en promedio por cada ejemplar se producen hasta 7 empleos, entre directos e indirectos (Diario La República, 2022).

El manejo reproductivo de las yeguas problema, basado en terapias alternativas no convencionales, resulta como una alternativa emergente ante los retos de satisfacer el mercado, conservar el material genético y mejorar el bienestar de las yeguas. El contexto productivo colombiano es altamente competitivo y comprometido con las mejores prácticas de manejo,

asegurar progenies de alta calidad, en tiempos óptimos para asegurar la estabilidad y la competitividad de la industria.

Para esto, en el presente trabajo se ha desarrollado un protocolo para el manejo reproductivo basado en terapias alternativas para el tratamiento de la subfertilidad en la hembra equina.

A continuación, se describirán la aplicación de diferentes técnicas basadas en medicina integrativa (ozonoterapia, plasma rico en plaquetas, fitoterapia, homotoxicologia) para recuperar la salud uterina en yeguas con problemas de subfertilidad en el oriente antioqueño. posterior a la recolección de estos, se realizaron los diagnósticos reproductivos de las hembras equinas mediante el uso de ultrasonografía para evaluar el estado reproductivo de las mismas.

Posteriormente, se realizaron en algunos casos puntuales, cultivos uterinos de bajo volumen para un diagnóstico más acertado de la hembra equina subfertil, y así desarrollar habilidades clínicas para el manejo de la reproducción.

Al final del recorrido, se mostrará cómo estas técnicas mejoran el desempeño de las hembras problema sometidas al presente estudio, obteniendo embriones, preñeces y crías vivas.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un protocolo para el manejo reproductivo basado en terapias alternativas para el tratamiento de la subfertilidad en yeguas.

Objetivos Específicos

Describir la aplicación de diferentes técnicas basadas en medicina integrativa (ozonoterapia, fitoterapia, homotoxicologia, fitoterapia, plasma rico en plaquetas) para recuperar la salud uterina en yeguas con problemas de subfertilidad.

Realizar diagnósticos reproductivos de la hembra equina mediante el uso de ultrasonografía para evaluar el estado reproductivo de la misma.

Realizar por medio de cultivos uterinos de bajo volumen un diagnóstico más acertado de la hembra equina subfertil.

Desarrollar habilidades clínicas para el manejo de la reproducción de la hembra equina, mediante diferentes técnicas diagnósticas y terapéuticas.

Justificación

La implementación de técnicas no tradicionales para manejar problemas como la subfertilidad tiene un directo impacto tecnológico al crear protocolos con demostrada aplicabilidad de las yeguas. Es reconocido, que la resistencia a los antibióticos y sus efectos en la fisiología del animal, pueden representar riesgos superiores en el tratamiento de las hembras con problemas como la endometritis, por lo que, para el tratamiento intrauterino de las yeguas, se busca alternativas diferentes para la obtención embriones o preñeces. La medicina homeopática por medio de diferentes equipos, ayuda al animal a regenerar tejidos, mejorar el sistema inmune, promueve mejoría en los mecanismos de defensa propios del animal, por lo que se puede obtener mejores resultados en la obtención de preñeces o embrión sin aumentar la resistencia bacteriana por el uso de antibióticos en el tratamiento convencional de la endometritis equina, adicionalmente, este tipo de prácticas enfocadas en el bienestar animal y el impacto económico, surgen como una mejora en aras de incrementar la rentabilidad y por tanto las progenies de raza del caballo criollo colombiano, entregando a los propietarios, productos genéticos de alta calidad en tiempos cortos, creando un mejor flujo de efectivo y mayor participación en el mercado equino nacional e internacional. Todo esto sin perder de vista que tener un criadero con varias reproductoras involucra múltiples ocupaciones que ayudan a generar empleo, tales como sus cuidadores, palafreneros, conductores que transportan los animales y alimentos, los mensajeros que transportan el semen y medicamentos, los herreros y muchas más personas que se benefician de este sector económico.

Marco teórico

La endometritis es la principal causa de reducción de la fertilidad en yeguas, además de generar grandes pérdidas productivas y económicas, dentro del mercado equino (Carneiro, 2020).

La endometritis es una inflamación interna del útero, propia del endometrio, del cual se presume es colonizado por bacterias, las cuales, son causales de un sin número de enfermedades que causan subfertilidad. Se conocen dos formas, una aguda la cual se caracteriza por una falla en la reacción inmunológica, acompañada de agresión de agentes bacterianos, la forma crónica provoca fibrosis endometrial, relacionada con terapia antimicrobiana intrauterina inadecuada. Los principales signos clínicos consisten en desordenes reproductivos tales como: repetición de celos, anestro (no presencia de celo), aumento en el número de servicios por concepción, ciclo reproductivo irregular, entre otros. Como ayudas diagnósticas se describe el examen clínico reproductivo, la palpación transrectal, ecografía, citología y cultivo entre otros (Gallego, *et al. 2018*).

Además, existen otros factores que desembocan en la subfertilidad en equinos, uno de éstos es el que se presenta como una anomalía del cariotipo, el número cromosómico diploide normal del *Equus caballus* es 2n = 64: 26 metacéntricos o submetacéntricos y 36 acrocéntricos (Richer *et al.,* 1990), el cromosoma X es el segundo submetacéntrico más grande del complemento y el cromosoma sexual y es similar en tamaño al autosoma más pequeño (Ronne *et al*, 1993; Smith, 2001).

Existen variaciones de este cariotipo, tanto en tipo como en número, que pueden afectar el comportamiento reproductivo de machos y hembras. Y para el caso de este estudio, se centrará en hembras, una de las más importantes es el mosaico 63,XO/64,XX (presencia de dos o más tipos de líneas celulares presentes en un organismo, de origen pre-cigótico o pos-cigótico disminuyendo el desempeño reproductivo de hembras fenotípicamente normales, dado que

afectan el tracto reproductivo, como lo son: ovarios pequeños o quísticos, cuerpos lúteos persistentes, atrofia endometrial y/o flacidez cervical; lo que se hace evidente por la presentación de ciclos irregulares, anovulatorios o anestros prolongados (MacFeely, 1990). El mismo autor menciona que el mosaicismo 64, XX/63, XO en yeguas es la tercera anomalía cromosómicas más frecuente después del síndrome de Turner o monosomía del X (63, XO) y el síndrome de sexo reverso o disgenesia gonadal (64, XY).

El plasma rico en plaquetas

La subfertilidad en hembras tiene diversos manejos desde la visión de la medicina integrativa, uno de éstos es el plasma rico en plaquetas (PRP), actúa como un inmunomodulador de la respuesta inflamatoria y se ha utilizado como método coadyuvante en el tratamiento de la endometritis en hembras, promoviendo la regeneración del endometrio lesionado (Monteiro *et al*., 2019). En (Verdugo & Melo 2022). El uso del PRP en el tratamiento de afecciones en diversas especialidades médicas humanas y veterinarias se introdujo desde la década de 1970 debido a sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y de proliferación celular (Esfandiari, *et al*., 2007).

El PRP actúa por varios mecanismos, aumentando la apoptosis de células proinflamatorias, la expresión de moléculas antiinflamatorias, como el antagonista del receptor de interleucina 1 y el receptor del factor de necrosis tumoral (TNFR), y disminuyendo la expresión de prostaglandinas y citoquinas proinflamatorias (il-1, tnfα) (Greenhalgh, 1996) en (Beca *at al.*2007)

Reghini *et al*. (2016), en (Carneiro, *et al*. 2023). Al examinar yeguas con endometritis crónica degenerativa, demostraron que la infusión uterina de PRP puede modular la respuesta inflamatoria local, reduciendo el número de neutrófilos polimorfonucleares en el lumen uterino y previniendo la retención de líquido intrauterino.

Carneiro *et al*. (2020) evaluaron los principales microorganismos involucrados en la endometritis, así como su virulencia, resistencia antimicrobiana y formación de biopelículas en microorganismos patogénicos del útero equino. Concluyeron que el PRP puede ser utilizado como coadyuvante en terapias de soporte para modular la respuesta inflamatoria en yeguas, mejorando así las tasas de fertilidad mediante la activación de plaquetas y la liberación de factores de crecimiento. En otras experiencias que validan la efectividad de la PRP, Sfakianoudis *et al*. (2019) en (Carneiro, *et al*. 2023). Han demostrado que el PRP puede emplearse como tratamiento de primera línea para la endometritis crónica persistente en mujeres, especialmente en pacientes que no responden a antibióticos convencionales, aumentando así la tasa de embarazo. Los resultados in vitro de un estudio sobre el potencial del PRP como promotor del desarrollo folicular refuerzan la hipótesis de que el PRP es una fuente dinámica de factores de crecimiento que apoyan eficazmente la regeneración y el crecimiento tisular (Hosseini *et al*., 2017).

Además, hay estudios que demuestran la eficacia del PRP para la terapia antimicrobiana, aunque sus mecanismos aún no están completamente elucidados. Sin embargo, se sabe que su actividad microbicida está determinada por la liberación de miembros de la familia de las cinocidinas, como el factor plaquetario 4 (pf-4) (Yeaman *et al*., 2007). La endometritis crónica en yeguas asociada a agentes microbiológicos es una condición que responde al tratamiento con PRP y puede instaurarse en casos donde las terapias convencionales no tienen éxito (Sfakianoudis *et al*., 2019).

El PRP ha demostrado ser una herramienta ventajosa en el tratamiento coadyuvante por sus efectos antimicrobianos e inmunomoduladores (Bielecki *et al*., 2007), además de ser de fácil aplicación y bajo costo (Yamada *et al*., 2012), ocupando así una posición de creciente interés en los estudios de la clínica veterinaria reproductiva.

Ozonoterapia

El ozono fue descubierto a mediados del siglo XIX y se ha demostrado que tiene muchos efectos terapéuticos, incluida su aplicación común como desinfectante para matar microorganismos en diversas condiciones. Las terapias con ozono se han utilizado para diversos propósitos desde su descubrimiento. El ozono es una molécula triatómica gaseosa que ha sido reconocida como una herramienta poderosa como agente antimicrobial, como defensa antioxidante, además de involucrar la respuesta inmune, potenciando el proceso de cicatrización (Wang, 2018).

En medicina veterinaria, se aplica mediante diversas técnicas, con autohemoterapia e insuflaciones en cavidades corporales. Recientes estudios han demostrado su utilidad en salud reproductiva, ayudando en problemas como la oclusión tubárica y la endometritis, y mejorando la fertilidad al crear un ambiente endometrial más saludable. En ovejas con infecciones uterinas, la terapia con ozono ha mostrado ser efectiva sin efectos secundarios negativos, en comparación con la terapia con antibióticos (Almeida, 2021).

Esta terapia se ha convertido en una alternativa en el tratamiento de la endometritis. Dado que ésta influye en las cadenas dobles de ácidos grasos insaturados de la membrana, lo cual conduce a la formación de peroxidasa, que tiene un papel muy relevante en los sistemas redox (reducción-oxidación), NADH/NAD (coenzima nicotinamida adenina dinucleótido que lleva electrones de una reacción a otra) y GSH/GSSG (glutatión reducido con poder antioxidante). La reacción de la peroxidasa con el glutatión incrementa la producción de 2,3 DPG (difosfoglicérido) e hidrogeniones facilitando la liberación de oxígeno a partir de la oxihemoglobina, principalmente en tejidos afectados por isquemia (González, 2012).

El ozono ayuda a estimular los linfocitos y monocitos para ayudar en la liberación de varias citocinas que mejoran la regeneración tisular e inician los procesos de tejido de

granulación y formación epitelial, además, éste descompone la membrana celular de los microorganismos. Los efectos de la ozonoterapia están relacionados con sus propiedades reparadoras, oxigenantes y antioxidantes, inmunomodulador, vasodilatador, analgésico y antiinflamatorio. Además, el O3 actúa tanto como germicida y fungicida debido al proceso oxidativo de los peróxidos presentes en la microbiota que es destruida por el ozono. Éste ataca la membrana plasmática de las bacterias por sus glicolípidos o aminoácidos como el triptófano y actúa sobre grupos sulfhidrilo de ciertas enzimas que interrumpen la actividad enzimática de las bacterias en (Carneiro, 2020), utilizando aceites vegetales ozonizados a dosis de 40 ml en la punta de cada cuerno uterino, se observó una eliminación eficiente del biofilm uterino en el 100% de las yeguas donantes de embriones tratados y con antecedentes de endometritis recurrente. Tasas de recuperación los embriónicos fueron 62,5% postratamiento (Carneiro, 2020).

La homotoxicologia combina la homeopatía con métodos convencionales de la práctica veterinaria para el beneficio del paciente, apoyado en la medicina interna, utiliza varias técnicas reconocidas como la ecografía, radiología y hematología entre otras, para obtener un diagnóstico adecuado. Bajo esta disciplina se considera que la enfermedad es causada por homotoxinas, las cuales son aquellos factores que alteran la salud del animal, pero que no actúan igual en todas las especies animales y razas. El mecanismo de acción de los medicamentos homotoxicológicos se basa en la reacción de asistencia inmunológica, la cual estimula y modula los mecanismos de defensa y reacciones orgánicas naturales, mediante la reestructuración bioquímica de los tejidos; comparada con la medicina alopática. Es así que la homotoxicología ha cambiado el enfoque del plan terapéutico, buscando estimular el organismo para que, de forma natural, mediante procesos inflamatorios, y de excreción, entre otros, eliminen las homotoxinas, sin suprimir los signos clínicos que son la respuesta del organismo para combatirlas (Hernández, 2027).

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en varios criaderos del oriente antioqueño, donde se tomó en una muestra de 14 yeguas de todas las edades, con buena condición corporal, catalogadas con problemas de subfertilidad, entre los meses de agosto y diciembre de 2024, a las cuales se les hizo la respectiva recepción. Inicialmente se les realizó inseminación, posterior se les hizo seguimiento y ante la observación de líquido en la parte del útero, al observar este líquido, se procedió a hacer un cultivo a dosis bajas de solución salina estéril, este procedimiento no se realizó en todas las yeguas, y en caso de que ser positivas, las íbamos a tratar. Por el contrario, las yeguas que salían negativas, se sometieron a observación para definir en que parte del ciclo estral se encontraban, ya que los tratamientos solo se podían realizar ante la presencia de edema.

En todas las yeguas se realizó un lavado con solución salina para humedecer el útero y sacar parte del líquido que hay dentro de éste y se procedió a realizar el protocolo a describir.

Homotoxicologia: se utilizó un preparado de medicamentos homeopáticos de la marca Heel® (Coenzyme Compositum, Ubichinon Compositum, Flamosin Compositum, Cutis Compositum N, Traumeel), para estimular el animal a iniciar el proceso de respuesta por sí mismo y el mismo sistema sea el que aprenda a tener una respuesta y pueda ser combatida.

Fitoterapia: se tomaron extractos de plantas medicinales, en infusión uterina por espacio de 24 a 48 horas, posterior a este, se realizó lavado.

Plasma rico en plaquetas: Este procedimiento se basa en limpieza y desinfección de la zona donde se hace la toma de la muestra de sangre, con la ayuda de un vacutainer se tomó la sangre de la vena yugular y se llenaron 12 tubos tapa azul (con citrato de sodio) llenando cada uno, y posteriormente colocando los primeros 6 tubos dentro de la centrifuga a una velocidad de 1.800 rpm por 5 min. Posteriormente se toman dos jeringas de 20ml con las cuales se

recuperaron las altas concentraciones de plasma. las cuales transportan citoquinas, macrófagos y neutrófilos. Además de diversos factores de crecimiento importantes debido a su incapacidad para reparar tejidos, efectos miogénicos, quimiotácticos, neurovasculares y antiinflamatorios. Se conoce que esta técnica puede provocar activación celular y regeneración local.

En algunos casos solo fue posible aplicar plasma vía uterina, pero cuando se quiso que actúe mucho mejor, se adicionó ozono al plasma, cuyo proceso serio, mediante una jeringa vacía y estéril de 20ml, tomar ozono y proceder a la mezcla y así obtener plasma ozonizado, el cual también se administra vía uterina.

Capa superior: Plasma pobre en plaquetas.

Capa intermedia (buffy coat): Contiene plaquetas y leucocitos.

Capa inferior: Glóbulos rojos

Recolección del PRP: Se extrae con jeringa, (algunas veces se adiciona procaína. Si no hay Ozono), la capa intermedia y parte del plasma superior para obtener un concentrado con alta cantidad de plaquetas.

Plasma rico en plaquetas ozonizado:

El plasma rico en plaquetas ozonizado se prepara de forma homóloga al paso 3, por centrifugación simple. Adicional a dicho paso, se carga la jeringa con ozono, y de aquí en más se procede a mezclar el PRP con el ozono por medio de una aguja larga. Posterior a éste se carga el PRP ozonizado en una jeringa larga y se procede a su aplicación vía uterina. Todo el proceso aseguró el máximo nivel de esterilidad.

Mediante una jeringa vacía y estéril de 20ml, tomar ozono y proceder a la mezcla y así obtener plasma ozonizado, el cual también se administra vía uterina.

Ozono

Se utilizó un equipo para producción de O3 en fase gaseosa, el cual se utilizó para enriquecer PRP, este se puede realizar de muchas formas, a una solución salina podemos inyectarle el ozono al 40% continuo maso menos de 30 a 40 min y con este puedes hacer un lavado uterino. También podemos ozonizar el plasma como lo explicamos en el procedimiento anterior, también podemos ozonizar solución salina y aplicarlo por medio de un catéter introducimos la solución hasta el momento nos falte 100ml empezamos a devolver la sangre para que se revuelva con la solución ozonizada y le aplicamos 20ml más de ozono y luego devolvemos por la misma vía hasta que termine.

Imágenes de los protocolos

Figura 1

Plasma rico en plaquetas PRP

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Plasma rico en plaquetas (PRP)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3

Plasma rico en plaqueta ozonizado (PRP + Ozono)

Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Máquina de ozono

Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Plasma

Fuente: Elaboración propia.

Resultados

En dicho estudio se aplicaron las metodologías mencionadas en el estudio. Se registró como variable categórica la aplicación de un tratamiento, la obtención de un embrión y la obtención de preñez.

Adicionalmente se obtuvieron dos análisis extras, en individuo 5, por ejemplo, se le realizó cariotipo que mostró mosaicismo. Hembra que tiene una hija nacida y produjo un embrión dentro del estudio. Demostrando que con dichas terapias si se pueden obtener productos viables.

Figura 6

Análisis de cariotipos animales – individuo 5

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA UNIDAD DE CITOGENÉTICA Y DE GENOTIPIFICACIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS				INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CARIOTIPOS ANIMALES		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ
				CÓDIGO : B-MVZ-CT-FT-10.003.002	Versión: 13.0	AÑO 2023
REFERENCIA INFORME	EQUINO 21-23	EXAMEN SOLICITADO:		CÓDIGO LC-FMVZ-UN		No. de Transferencia o Consignación
FECHA INFORME	29/06/2[redacted]	ANÁLISIS DE CARIOTIPO		Equino 21-23		91239933
PROPIETARIO O RESPONSABLE	[redacted]		DIRECCIÓN	Rionegro, Antioquia	TELÉFONO Y/O FAX	3113713096
DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLAR						
ESPECIE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD	NOMBRE DEL EJEMPLAR	No. REGISTRO / MICROCHIP
Equino	criollo colombiano		hembra	50 meses	[redacted]	
PROCEDENCIA:	Rionegro, Antioquia					
TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	PROFESIONAL QUIEN TOMA LA MUESTRA		FECHA DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE CÉLULAS	FECHA DE COSECHA DEL CULTIVO DE CÉLULAS	
Sangre + anticoagulante (Heparina Sódica)	6/06/2023			7/06/202[redacted]	10/06/202[redacted]	
PROCESADO POR :	CARLOS ARTURO SÁNCHEZ ISAZA - DMV MP[redacted] - MgSc en Producción Animal.					
RESULTADOS:	Se analizaron al microscopio de luz un total de 175 células en metafase, se encuentran células con número cromosómico normal 64,XX (60,6%) y células con números cromosómicos anormales 63,X (37,1%) y 65,XXX (2,3%).					
DIAGNOSTICO:	El caso corresponde a un ejemplar que presenta la condición denominada Mosaicismo con tres lineas celulares: 64,XX / 63,X / 65,XXX.					
OBSERVACIONES:						

Atentamente,

ORIGINAL FIRMADO
LIGIA MERCEDES JIMENEZ ROBAYO
DMV MP: 7090 MgSc. PhD.
Director Unidad de Citogenética y de Genotipificación de Animales Domésticos
Profesor Asociado Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

Universidad Nacional de Colombia. Unidad de Citogenética y de Genotipificación de Animales Domésticos. Tel. 3165631 3165000, ext. 19468 Bogotá D.C. Avda (Cra) 30 No- 45-03, Ciudad Universitaria, Edificio 561-B
E-mail: labcitog_fmvzbog@unal.edu.co, lmjimenezr@unal.edu.co, casanchezis@unal.edu.co
Este informe expresa fielmente el resultado de los análisis realizados sobre la muestra recibida. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los resultados entregados.
La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia no autoriza la reproducción parcial ni total de este informe.

Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, también se tuvo la oportunidad de realizar cultivo a la hembra denominada individuo 6, la cual también muestra mosaicismo, como se puede observar en la imagen 2. La cual produjo 4 embriones dentro del estudio, demostrando la efectividad de dichos tratamientos aplicados.

Figura 7

Análisis de cariotipos animales – individuo 6

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA UNIDAD DE CITOGENÉTICA Y DE GENOTIPIFICACIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS				INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CARIOTIPOS ANIMALES			UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ
				CÓDIGO : B-MVZ-CT-FT-10.003.002	Versión: 10.0	AÑO 2021	
REFERENCIA INFORME	EQUINO 04-21	EXAMEN SOLICITADO:		CÓDIGO LC-FMVZ-UN		No. de Factura o Consignación	
FECHA INFORME	[redacted]	ANÁLISIS DE CARIOTIPO		Eq 04-21		72227865	
PROPIETARIO O RESPONSABLE	ESTEBAN VELASQUEZ		DIRECCIÓN	Carrera 56 A # 26 A - 36 Medellín, Antioquia		TELÉFONO Y/O FAX	3214600054
DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLAR							
ESPECIE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD	NOMBRE DEL EJEMPLAR	No. REGISTRO	MICROCHIP
Equino	criollo colombiano	zaino	hembra	14 años	[redacted]	260795	94.263.815
PROCEDENCIA:	Rionegro, Antioquia						
TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	LUGAR TOMA DE MUESTRA	PROFESIONAL QUIEN TOMA LA MUESTRA		FECHA DE SIEMBRA DE MUESTRA	FECHA RECOLECCIÓN DE CULTIVO	
anticoagulante (Heparina	19/08/2021		ESTEBAN VELASQUEZ		[redacted]	[redacted]	
PROCESADO POR	CARLOS ARTURO SÁNCHEZ ISAZA - DMV MP[redacted] - MgSc en Producción Animal.						
RESULTADOS:	Se analizaron al microscopio de luz un total de 147 células en metafase, se encontraron células con número cromosómico anormal 63,X (50,3%) y células con número cromosómico normal 64,XX (49,6%).						
DIAGNOSTICO:	El caso corresponde a un ejemplar mosaico con dos lineas celulares: 63,X / 64,XX.						
OBSERVACIONES:							
Atentamente,							
ORIGINAL FIRMADO LIGIA MERCEDES JIMENEZ ROBAYO DMV MP: 7090 MgSc. PhD. Director Unidad de Citogenética y de Genotipificación de Animales Domésticos Profesor Asociado Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia							
Universidad Nacional de Colombia. Unidad de Citogenética y de Genotipificación de Animales Domésticos. Tel. 3165631 3165000, ext. 19468 Bogotá D.C. Avda (Cra) 30 No- 45-03, Ciudad Universitaria, Edificio 561-B E-mail: lmjimenezr@unal.edu.co, casanchezis@unal.edu.co Este informe expresa fielmente el resultado de los análisis realizados sobre la muestra recibida. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los resultados entregados. **La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia no autoriza la reproducción parcial ni total de este informe.**							

Fuente: Elaboración propia.

Con el uso de las diferentes técnicas de este estudio, se lograron en total:

Se obtuvieron 12 embriones y 6 hembras preñadas.

Lo que representa un 85 % de éxito en términos de obtención de embriones y un 50% de preñes.

En el tiempo del estudio, se logró observar, que solo individuo 5 tiene una hija nacida, e individuo 6, con dos hijas nacidas.

Uno de los logros más notables de este estudio se observó en individuo 13, donde dicha yegua se encontró vacía desde el 2018 y le habían hecho antibióticos y siempre tenía líquido, de ésta se puede observar que se obtuvo un embrión. Demostrando la efectividad de la terapia.

Discusión

Se encontraron resultados prometedores relacionados con el uso de terapias alternativas, las cuales propiciaron la obtención de embriones y preñeces por encima de lo reportado en la literatura.

Se sabe que el mosaicismo cromosómico en yeguas es un factor que afecta la función reproductiva al generar alteraciones en el tracto reproductivo, como ovarios pequeños o quísticos, cuerpos lúteos persistentes y atrofia endometrial (MacFeely, 1990). En Pirosanto (2024), Estudios previos han señalado que las yeguas con mosaicismo 63, XO/64, XX tienen ciclos irregulares y una menor respuesta a los tratamientos convencionales (MacFeely, 1990).

Bajo los resultados obtenidos, se encuentra bastante prometedor que dos yeguas con mosaicismo lograron producir embriones viables tras la aplicación del protocolo con PRP, ozonoterapia y fitoterapia, lo que sugiere que el posible efecto de estas terapias puede ser ampliamente positivo en cuanto a la respuesta inmunológica de las yeguas, aumentando la viabilidad uterina de las yeguas.

En comparación con estudios previos donde las yeguas mosaico tenían bajas tasas de preñez (<10%) sin intervención (MacFeely, 1990), el protocolo desarrollado en este estudio logró tasas de éxito superiores. Se sugiere por tanto aprovechar este primer vistazo a este protocolo, para estandarizar las futuras intervenciones y obtener mayores muestras y poder validar resultados. Sin embargo, a priori estos hallazgos respaldan la hipótesis de que el uso de terapias regenerativas, como el PRP y la ozonoterapia, pueden mejorar la receptividad uterina y permitir la implantación de embriones, incluso en yeguas con alteraciones cromosómicas.

Ya es ampliamente conocido que la endometritis es la principal causa de infertilidad en yeguas, afectando hasta el 60% de las hembras reproductoras (Carneiro *et al*., 2020). Se ha demostrado que las infecciones uterinas crónicas generan la formación de biopelículas

bacterianas, que dificultan el tratamiento con antibióticos convencionales (Carneiro *et al.,* 2023).Se observó como la aplicación de ozonoterapia pudo representar la eliminación de biopelículas bacterianas en varias yeguas con antecedentes de endometritis recurrente, concordando con estudios previos, donde la ozonoterapia ha demostrado ser efectiva en la descontaminación uterina y en la reducción del líquido intrauterino como en el caso de (Almeida *et al.,* 2021).

Siendo estos resultados, de carácter preliminar son promisorios y se requiere conocer mas y mejor el comportamiento de las yeguas mediante:

1. Un mayor tamaño de muestra para confirmar la efectividad de estos tratamientos en diferentes poblaciones.
2. Aumentar el plazo de los estudios
3. Comparar los tratamientos con protocolos tradicionales.

Conclusiones

Se cambió de un 85% de hembras con subfertilidad a un 85% de hembras con al menos un embrión producido

Se logró la obtención de un 50% de preñeces en los individuos intervenidos en el estudio

Las prácticas no tradicionales aplicadas en el presente estudio, como lo fueron, homotoxicologia, fitoterapia, plasma, plasma ozonizado, PRP, fitoterapia, ozono son un aliado muy importante para solucionar problemas de fertilidad en yeguas.

Referencias

Almeida, B. F. M. De, Amatti, L. Z., De Souza, G. G., Garcia, L. V., Montechiesi, D. F., Ignácio, F. S., Rubio, C. P. (2021). Effect Of Uterine Ozone Therapy And Anticoagulant Sampling On Oxidative Stress Parameters In Mares. Research In Veterinary Science, 136, 503–511. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.04.002

Argüelles, D., Carmona, J. U., Pastor, J., Iborra, A., Viñals, L., Martínez, P., ... & Prades, M. (2006). Evaluation Of Single And Double Centrifugation Tube Methods For Concentrating Equine Platelets. *Research In Veterinary Science*, *81*(2), 237-245. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2005.12.008

Beca, T., Hernández, G., Morante, S., & Bascones, A. (2007). Plasma Rico En Plaquetas: Una Revisión Bibliográfica. *Avances En Periodoncia E Implantología Oral*, *19*(1), 39-52. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-65852007000200005

Carneiro, G. F., Xavier, G. R., Pinto, G. D. O. A., Tobal, L. F. M., Silva Filho, A. B. D., Catão, E. D. F. L., & Sobral, G. G. D. (2023). Ozonioterapia, PRP, Fitoterapia, Misoprostol E Imunomodulação: Novas Abordagens Terapêuticas Para A Solução De Velhos Problemas. *Rev. Bras. Reprod. Anim*, *47*(2), 92-100. https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1435007

Carneiro, G. F. (2020). Endometrite Em Éguas: Diagnóstico E Tratamentos Convencionais E/Ou Alternativos. *Ciência Animal*, *30*(4), 113-122. https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9837

Dawod, A., Miro, J., Elbaz, H. T., Fahmy, H., & Abdoon, A. S. (2021). Effect Of Intrauterine Infusion Of Equine Fresh Platelets-Rich Plasma (PRP) Or Lyophilized PRP (L-Gfequina) On Ovarian Activity And Pregnancy Rate In Repeat Breeder Purebred Arabian Mares. *Animals*, *11*(4), 1123. https://doi.org/10.3390/ani11041123

Greenhalgh, D. G. (1996). The Role Of Growth Factors In Wound Healing. *Journal Of Trauma And Acute Care Surgery*, *41*(1), 159-167. https://doi.org/10.1016/S0039-6109(05)70569-7

Esfandiari, N., Khazaei, M., Ai, J., Bielecki, R., Gotlieb, L., Ryan, E., & Casper, R. F. (2007). Effect Of A Statin On An In Vitro Model Of Endometriosis. *Fertility And Sterility*, *87*(2), 257-262. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2006.06.040

Gallego, R. S., Henao, T. V. M., & Quintero, K. J. V. (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

González, E. (2012). Ozonoterapia En Flebología. *Flebologia Y Linfologia–Lecturas Vasculares*, *7*(17), 1029-1033.

Hernández, K. A. G., & Reyes, E. E. F. (2017). Homotoxicología Aplicada En La Medicina Veterinaria. *Revista Sistemas De Producción Agroecológicos*, *8*(1), 47-68. https://doi.org/10.22579/22484817.695

Hosseini, L., Shirazi, A., Naderi, M. M., Shams-Esfandabadi, N., Boroujeni, S. B., Sarvari, A., ... & Akhondi, M. M. (2017). Platelet-Rich Plasma Promotes The Development Of Isolated Human Primordial And Primary Follicles To The Preantral Stage. *Reproductive Biomedicine Online*, *35*(4), 343-350. https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2017.04.007

Macfeely R. A. 1990. Domestic Animal Cytogenetic. Vol 34. Academic Press. Inc.

Moncaleano, J. S., Jiménez, L. M., & Sánchez, C. A. (2007). Mosaicismo Leucocitario Asociado A Infertilidad En Cuatro Yeguas. *Orinoquia*, *11*(1), 87-91. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89611109

Murcia, J.D. (2022, agosto 6). *"La Industria Equina Mueve $6 Billones Anuales Y Genera 480.000 Empleos Directos"*. Diario La República. https://Www.Larepublica.Co/Economia/La-Industria-Equina-Mueve-6-Billones-Anuales-Y-Genera-480-000-Empleos-Directos-3418433

Pirosanto, Y. (2024). *Determinación de factores genéticos asociados a la infertilidad en la especie equina* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).https://doi.org/10.35537/10915/167893

Richer C. L.; Power M. M.; Klunder L. R.; Macfeely R. A. And Kent M. 1990. Standard Karyotype Of The Domestic Horse (*Equus Caballus*). *Hereditas*, 112: 289-293. https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1990.tb00069.x

Ronne M. Gyldenholm C. O. 1993. The Rbg Banded Karyotype Of Equus Caballus At The 525 Band Stage. Hereditas 118:195-199. https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1993.00195.x

Sfakianoudis, K., Simopoulou, M., Nitsos, N., Rapani, A., Pantou, A., Vaxevanoglou, T., ... & Pantos, K. (2019). A Case Series On Platelet-Rich Plasma Revolutionary Management Of Poor Responder Patients. *Gynecologic And Obstetric Investigation*, *84*(1), 99-106. https://doi.org/10.1159/000491697

Verdugo Martínez, L. V., & Melo Sánchez, C. E. (2022). *Uso Terapéutico De Plasma Rico En Plaquetas (PRP) En Endometritis Persistente Inducida Por Reproducción*. [Tesis de Pregrado – Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional. https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/be0bb712-4d31-4ca5-917d-ba4359090318

Wang, X. (2018). Emerging Roles Of Ozone In Skin Diseases. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao. Yi Xue Ban= Journal Of Central South University. Medical Sciences*, *43*(2), 114-123. https://doi.org/10.11817/j.issn.1672-7347.2018.02.002