



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Posgrado de Ciencias de la Producción y de la
Salud Animal

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

“Caracterización del perfil hormonal y conductual de la relación madre-cría y el efecto de la paridad en Yeguas durante el periparto”

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestra en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal

PRESENTA:

M.V. Z. Yenifer Citlali Sánchez Montes

TUTORA PRINCIPAL:

Dra. Angélica María Terrazas García / FES Cuautitlán

COMITÉ TUTORAL

Dra. Tamara Tadich Gallo (Universidad Austral de Chile)

Dr. Héctor Jiménez Severiano (INIFAP-AJUCHITLÁN)

Cuautitlán Izcalli Edo. de México 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A través de estos dos años puedo confirmar que todos los cambios, aunque a veces incomprensibles, nos hacen crecer de manera exorbitante, como la línea temporal que nunca retrocede nos permite sólo experimentar el presente y esperanzarnos con el futuro. De cualquier forma, hay seres que permanecen inquebrantables en nuestra vida hasta que culmina. Por supuesto, este trabajo se lo dedico a quienes me acompañan sin considerar la parte física, su esencia, pensamiento e inclusive palabras las llevo, me hacen mejorar y no permiten que caiga.

Mi familia quienes son el ejemplo constante de superación y fuerza, las cuales admiro, todo eso que aprendí de ustedes me convierten en la mujer que soy, cada una demostrándome que todas las adversidades pueden ser derrocadas si nos apasiona lo que hacemos, con la increíble vocación de la enseñanza que continúa hasta la fecha. Les amo infinitamente.

A mi familia Montes, a pesar de que las circunstancias nos separaron estos dos años es increíble saber que procedo de un estrato lleno de valores, éxito, amor, respeto y sobre todo aliento constante.

A mis amigos, en especial a Diego Álvarez Leguizamo, quien sin sus valiosas contribuciones y su increíble trabajo no podría haber aguantado todas esas jornadas. Santiago Zona, Paty Aguilar, Manuel Salcedo me encantó trabajar con ustedes. A esos amigos lejanos, Paz González, Mafer, Oscar Leguizamo, Rodrigo Trejo, en algún punto de este trabajo me impulsaron de una u otra forma.

A Carlos Ceciliano, por abrirme las puertas, por la enorme confianza depositada en mí además de todas las enseñanzas cada día me hacen creer en que cualquier aspecto lo puedo lograr.

AGRADECIMIENTOS

La investigación plasmada en el presente escrito fue realizada gracias al financiamiento por **UNAM-PAPIIT IN224220, FESC-UNAM-PIAPI2052 y UNAM-FESC CI2245.**

La realización de esta tesis no hubiera sido posible sin la colaboración y apoyo de la Dra. Angélica María Terrazas García, la cual fungió como una excelente tutora, brindándome el apoyo en todo momento sobre el experimental, análisis y redacción de una investigación llena de retos, así como satisfacciones, estoy infinitamente agradecida por la guía a través de estos dos años.

Durante el experimental:

Agradecimiento al rancho Pozo de Luna en San Luis Potosí por brindarme la oportunidad de desarrollar mi investigación, así como a su propietario y al Dr. Oscar Pérez quienes abrieron la puerta a la investigación del comportamiento materno, espero que dicha puerta se mantenga abierta.

A las personas que me brindaron su ayuda durante toda la fase experimental, a los MVZ. Manuel Salcedo y Santiago Zona de quienes aprendí, su amistad y consejos los llevaré siempre conmigo. Al igual que a Paty, Diego, Viridiana, con los cuales pudimos realizar esta investigación siempre dispuestos a auxiliarme a altas horas de la noche para obtener datos precisos, por supuesto también a los trabajadores del rancho quienes siempre se mantuvieron cordiales y dispuestos a auxiliarme.

En el laboratorio para las determinaciones hormonales:

A la M.C. Ana Delia Rodríguez Córtez de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, así como a su equipo de trabajo en el Departamento de Reproducción en los servicios de endocrinología por la ayuda para la determinación de las concentraciones hormonales, por su guía y auxilio en todo momento, así como su disposición para trabajar conmigo, mejorar mi análisis, además del apoyo infinito durante mi estancia en el laboratorio.

Al comité tutorial:

Al Dr. Héctor Jiménez Severiano y la Dra. Tamara Tadich Gallo, quienes fungieron como mi comité tutorial. Agradezco su guía e invaluable apoyo en las evaluaciones tutoriales, así como sus valiosas observaciones que enriquecieron este trabajo.

A la evaluación de la tesis:

A los doctores Miryam Boeta Acosta, Mariano Hernández Gil y Felipe de Jesús Cortes Delgadillo por sus valiosas aportaciones hacia este escrito, sus observaciones son infinitamente valiosas para mi crecimiento profesional y mejora en el presente documento.

1.-RESUMEN

En los equinos la etapa neonatal es el periodo de mayor riesgo, con un alto porcentaje de mortalidad que alcanza hasta el 22%. El rechazo materno puede ser un factor predisponente a esa mortalidad. De esta manera se ha reportado que las yeguas primíparas tienden a rechazar más frecuentemente a su potrillo que las multíparas. No se han establecido de forma concreta y clara las causas por las cuales las yeguas rechazan a sus crías. En el caso particular de la experiencia materna hasta donde tenemos conocimiento no existen estudios en yeguas que evidencien la relación entre niveles hormonales con la paridad materna y, por consiguiente, con el rechazo del potrillo. El objetivo de la investigación fue caracterizar el comportamiento materno en yeguas primíparas y multíparas, antes, durante y después del parto, de acuerdo con el número de partos, así como estudiar la relación con las concentraciones plasmática de progesterona, estradiol y concentraciones séricas de prolactina. Se utilizaron 18 yeguas (5 primíparas y 13 multíparas) las cuales fueron observadas durante tres etapas: a) en el periodo preparto, b). - durante la expulsión y las primeras horas postparto y c). - en los primeros tres días de lactancia. En el preparto se registraron por el método de observación focal, conductas propias de la motivación materna, conductas del potro y algunas variables productivas como el peso y altura de los potros. En la lactancia se registraron conductas de la actividad de amamantamiento entre la madre y la cría. Finalmente se tomaron muestras sanguíneas 4 semanas previas al parto, el día del parto y tres días posteriores a éste, para determinar la concentración de progesterona (P4), estradiol (E2) y prolactina (PRL).

En las conductas previas al parto se observó que la inactividad fue mayor en yeguas multíparas, a tres días previos al parto, en comparación con yeguas primíparas ($p=0.03$). Se observó que las yeguas primíparas mostraron menor frecuencia de consumo de alimento en comparación con las multíparas ($p<0.0001$). Además, las hembras primíparas estuvieron en menor frecuencia en cuadripedestación en comparación con las multíparas ($p<0.001$). En las primeras horas postparto no se encontraron diferencias significativas entre grupos en los comportamientos registrados, sin embargo se observó que los potros de yeguas multíparas tuvieron mayor peso y altura en comparación con los de yeguas primíparas ($p=0.058$). Para las conductas durante los primeros tres días de lactancia se encontró que las yeguas multíparas tuvieron mayores frecuencias de aceptación al amamantamiento en comparación con las primíparas ($p=0.047$). Así mismo, los primeros tres días postparto, las yeguas primíparas tuvieron mayores frecuencias de rechazos al amamantamiento que las multíparas ($p<0.05$). Para las concentraciones hormonales las de estradiol fueron mayores en multíparas comparado con las primíparas en los periodos de 72, 48 y 24 horas previas al parto ($p=0.05$). Resultados similares en las concentraciones de estradiol se encontraron posterior al parto a las 2, 4, 6, 8, 12, 24 y 48 horas posterior al parto ($p=0.004$). Respecto a las concentraciones de progesterona no se encontraron diferencias entre primíparas y multíparas, sin embargo si se encontró un efecto significativo del tiempo ($p=0.030$), los niveles de progesterona fueron mayores en la semana 3 y 2 previas al parto, en comparación con el resto de las mediciones, se encontró, además una tendencia en la interacción tiempo por paridad ($p=0.09$). Por otra

parte las concentraciones de prolactina fueron significativamente mayores en yeguas multíparas a comparación de las primíparas a las 4, 6, 12, 24 y 48 horas posparto ($p < 0.5$).

Al correlacionar algunas conductas con los niveles de las hormonas registradas se encontró que la progesterona (P4) presentó coeficiente de correlación negativo con el total de episodios de amamantamiento ($R_s = -0.51$, $p = 0.04$) además la frecuencia de aceptación al amamantamiento se correlacionó negativamente con la concentración de P4 ($R_s = -0.51$, $p = 0.04$). El estradiol presentó una correlación positiva con la duración de los episodios de amamantamiento ($R_s = 0.69$, $p = 0.004$).

Se concluye que si existen variaciones debido al número de partos entre primíparas y multíparas en las conductas mostradas por las yeguas previo al parto y durante los tres días posteriores de lactancia, lo cual podría estar asociado a las diferencias hormonales encontradas entre primíparas y multíparas.

2.- ABSTRACT

In horses, the neonatal stage is the period of greatest risk, with a high percentage of mortality that reaches up to 22%. Maternal rejection may be a predisposing factor for this mortality. Thus, it has been reported that primiparous mares tend to reject their foal more frequently than multiparous mares. The reasons why mares reject their offspring have not been specifically and clearly established. In the particular case of the maternal experience, as far as we know, there are no studies in mares that show the relationship between hormonal levels with maternal parity and, consequently, with the rejection of the foal. The objective of the research was to characterize the maternal behavior in primiparous and multiparous mares, before, during and after parturition, according to the number of births, as well as to study the relationship with plasma concentrations of progesterone, estradiol and serum concentrations of prolactin. Eighteen mares (5 primiparous and 13 multiparous) were used, which were observed during three stages: a) in the prepartum period, b). - during the expulsion and the first postpartum hours and c). - in the first three days of lactation. In prepartum, behaviors typical of maternal motivation, behaviors of the foal and some productive variables such as weight and height of the foals were recorded by the focal observation method. In lactation, behaviors of suckling activity between mother and calf were recorded. Finally, blood samples were taken 4 weeks prior to delivery, on the day of delivery and three days after delivery, to determine the concentration of progesterone (P4), estradiol (E2) and prolactin (PRL).

In behaviors prior to parturition, it was observed that inactivity was greater in multiparous mares, three days prior to parturition, compared to primiparous mares ($p=0.03$). It was observed that primiparous mares showed a lower frequency of feed intake compared to multiparous mares ($p<0.0001$). In addition, primiparous females were less frequently quadruped compared to multiparous ($p<0.001$). In the first postpartum hours, no significant differences were found between groups in the behaviors recorded, however it was observed that the foals of multiparous mares had greater weight and height compared to those of primiparous mares ($p=0.058$). For the behaviors during the first three days of lactation, it was found that multiparous mares had higher frequencies of acceptance of suckling compared to primiparous mares ($p=0.047$). Likewise, the first three days postpartum, primiparous mares had higher frequencies of suckling rejection than multiparous mares ($p<0.05$). For hormonal

concentrations, estradiol concentrations were higher in multiparous mares compared to primiparous mares in the periods of 72, 48 and 24 hours prior to delivery ($p=0.05$). Similar results in estradiol concentrations were found postpartum at 2, 4, 6, 8, 12, 24, and 48 hours postpartum ($p=0.004$). Regarding progesterone concentrations, no differences were found between primiparous and multiparous, however, if a significant effect of time was found ($p=0.030$), progesterone levels were higher in weeks 3 and 2 prior to delivery, compared to the rest of the measurements, it was also found a trend in the interaction time by parity ($p=0.09$). On the other hand, prolactin concentrations were significantly higher in multiparous mares compared to primiparous mares at 4, 6, 12, 24 and 48 hours postpartum ($p<0.5$).

When correlating some behaviors with the levels of the hormones recorded, it was found that progesterone (P4) presented a negative correlation coefficient with the total number of episodes of breastfeeding ($R_s=-0.51$, $p=0.04$). In addition, the frequency of acceptance of breastfeeding was correlated negatively with the concentration of P4 ($R_s=-0.51$, $p=0.04$). Estradiol presented a positive correlation with the duration of breastfeeding episodes ($R_s=0.69$, $p=0.004$).

It is concluded that there are variations due to the number of births between primiparous and multiparous in the behaviors shown by the mares prior to birth and during the three days after lactation, which could be associated with the hormonal differences found between primiparous and multiparous.

ÍNDICE

| Tema | Página(s) |
|--|------------------|
| 1 Resumen | 4 |
| 2 Abstract | 6 |
| 3 Introducción | 15 |
| 4 Marco teórico | 16 |
| 4.1 Comportamiento madre-cría en equinos | 16 |
| 4.1.1 Definición de conducta materna | 16 |
| 4.1.2 Patrones de conducta antes del parto en la yegua | 16 |
| a) Cambios en la conducta social | 16 |
| 4.1.3 Patrones de conducta en el parto de la yegua | 17 |
| 4.1.4 Patrones de conducta en la yegua durante cada fase del parto | 17 |
| a) Fase 1. Preparación | 18 |
| b) Fase 2. Expulsión del feto | 18 |
| c) Fase 3. Expulsión de las membranas fetales | 19 |
| 4.1.4 Patrones de conducta con el neonato | 19 |
| 4.1.4.1 Lamido | 20 |
| 4.1.4.2 Olfacción | 21 |
| 4.1.4.3 Lactancia | 21 |
| 4.1.5 Patrones de conducta del neonato | 22 |
| 4.2 Hormonas implicadas en la gestación | 23 |
| 4.2.1 Progestágenos | 23 |
| 4.2.2 Gonadotropina coriónica equina | 24 |
| 4.2.3 Relaxina | 24 |
| 4.2.4 Estrógenos | 25 |
| 4.2.5 Oxitocina | 26 |
| 4.2.6 Prostaglandina | 27 |
| 4.3 Eventos fisiológicos alrededor del parto | 27 |
| 4.4 Endocrinología del parto | 28 |
| 4.5 Mediciones hormonales durante la gestación y el parto | 29 |
| 4.5.1 Progesterona | 29 |
| 4.5.2 Estrógenos | 30 |
| 4.5.3 Prolactina | 30 |
| 4.6 Hormonas relacionadas con el comportamiento materno | 30 |
| 4.6.1 Estrógenos y progesterona | 30 |
| 4.6.2 Prolactina | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 4.7 Problemas en la relación madre-cría | 33 |
| 4.7.1 Rechazo materno | 34 |
| 4.7.2 Tratamiento contra el rechazo materno | 35 |
| 5 Hipótesis | 38 |
| 6 Objetivos | 38 |
| 7.- Material y métodos | 39 |
| 7.1 Animales y condiciones de alojamiento | 39 |
| 7.2 Grupos experimentales | 39 |
| 7.3 Proceso experimental | 39 |
| 7.3.1 Medición de conductas de las yeguas antes del parto | 39 |
| 7.4 Medición de comportamiento de las yeguas y sus potros durante las primeras horas postparto | 41 |
| 7.5 Medición de las conductas de amamantamiento durante los primeros tres días posteriores al parto | 41 |
| 7.6 Registros no conductuales | 45 |
| 7.7 Muestras de sangre y determinaciones hormonales | 44 |
| 7.8 Análisis estadístico | 46 |
| 8 Resultados | 47 |
| 8.1 Conductas de las yeguas antes del parto | 47 |
| 8.1.1 Conducta de inactividad | 47 |
| 8.1.2 Conducta de consumo de agua | 47 |
| 8.1.3 Conducta de consumo de alimento | 49 |
| 8.1.4 Conducta de inquietud | 49 |
| 8.1.5 Conducta de cuadripedestación | 51 |
| 8.1.6 Conducta de estar caminando | 52 |
| 8.2 Comportamiento de las yeguas y sus potros durante las primeras horas postparto | 53 |
| 8.2.1 Comportamiento durante el parto de las yeguas | 53 |
| 8.2.2 Tipo de parto (Eutócico o Distócico) de acuerdo con el grupo | 54 |
| 8.2.3 Posición para parir | 55 |
| 8.2.4 Horario del parto | 56 |
| 8.2.5 Conductas en el potro durante las primeras dos horas postparto | 57 |
| 8.2.6 Proporción de potros que requirieron ayuda para levantarse | 57 |
| 8.2.7 Proporción de potros que requirieron ayuda para amamantar | 58 |
| 8.3 Conductas de amamantamiento durante los primeros tres días posteriores al parto | 59 |
| 8.3.1 Frecuencia de aceptación al amamantamiento | 58 |
| 8.3.2 Frecuencia de rechazo al amamantamiento | 59 |
| 8.3.3 Frecuencia total de episodios de amamantamiento | 61 |
| 8.3.4 Frecuencia de episodios de amamantamiento donde inicia el potro | 62 |
| 8.3.5 Frecuencia de episodios de amamantamiento donde finaliza el potro | 63 |
| 8.3.6 Frecuencia de episodios de amamantamiento donde inicia la yegua | 64 |
| 8.3.7 Frecuencia de episodios de amamantamiento donde finaliza la yegua | 65 |
| 8.3.8 Duración total de los episodios de amamantamiento acumulados | 66 |
| 8.4 Determinaciones hormonales | 67 |
| 8.4.1 Estradiol | 67 |

| | |
|---|-----------|
| 8.4.2 Progesterona | 68 |
| 8.4.3 Prolactina | 69 |
| 8.5 Correlaciones de las conductas al parto y en la lactancia con las concentraciones hormonales | 70 |
| 8.5.1 Estradiol | 70 |
| 8.5.2 Progesterona | 71 |
| 8.6 Parámetros no conductuales | 73 |
| 8.6.1 Duración de la gestación | 73 |
| 8.6.2 Sexo de la cría | 74 |
| 8.6.3 Altura del potro | 75 |
| 8.6.4 Peso del potro | 75 |
| 8.6.5 Temperatura del potro | 75 |
| 9 Discusión | 77 |
| 9.1 Conductas de las yeguas antes del parto | 77 |
| 9.2 Conductas inmediatamente posteriores al parto | 79 |
| 9.3 Conductas en el periodo de lactancia temprana | 80 |
| 9.4 Concentraciones hormonales | 83 |
| 9.5 Correlaciones hormonales y comportamiento | 84 |
| 9.6 Parámetros no conductuales | 85 |
| 10 Conclusiones | 87 |
| 11 Bibliografía | 88 |

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | | |
|---------------------|---|----|
| Figura 1.- | <i>Conductas normales de una yegua con su potro durante y posterior al parto.</i> | 18 |
| Figura 2.- | <i>Conducta de lamido de una yegua recién parida.</i> | 20 |
| Figura 3.- | <i>Olfacción de una yegua múltipara a su neonato</i> | 21 |
| Figura 4.- | <i>Yegua echada</i> | 40 |
| Figura 5.- | <i>Episodio de amamantamiento en un neonato equino</i> | 43 |
| Figura 6.- | <i>Toma de muestra de una yegua de 72 horas posparto</i> | 45 |
| Figura 7.- | <i>Conducta de inactividad</i> | 46 |
| Figura 8.- | <i>Conducta de consumo de agua</i> | 47 |
| Figura 9.- | <i>Conducta de consumo de alimento</i> | 48 |
| Figura 10.- | <i>Conducta de inquietud</i> | 49 |
| Figura 11.- | <i>Conducta de cuadripedestación</i> | 50 |
| Figura. 12.- | <i>Conducta de estar caminando</i> | 51 |
| Figura 13.- | <i>Proporción de yeguas que tuvieron partos distócicos o eutócicos</i> | 53 |
| Figura 14.- | <i>Proporción de posición para parir</i> | 54 |
| Figura 15.- | <i>Horario de parto</i> | 55 |
| Figura 16.- | <i>Proporción de potros que requirieron ayuda para levantarse</i> | 57 |
| Figura. 17.- | <i>Proporción de potros que requirieron ayuda para amamantar</i> | 57 |
| Figura 18.- | <i>Frecuencia de aceptaciones al amamantamiento</i> | 58 |
| Figura 19.- | <i>Frecuencia de rechazos al amamantamiento</i> | 59 |
| Figura 20.- | <i>Total de episodios de amamantamiento</i> | 60 |
| Figura 21.- | <i>Episodios de amamantamiento donde inicia el potro</i> | 61 |
| Figura 22.- | <i>Episodios de amamantamiento donde finaliza el potro</i> | 62 |
| Figura. 23.- | <i>Frecuencia de episodios de amamantamiento iniciados por la yegua</i> | 63 |
| Figura 24.- | <i>Frecuencia de episodios de amamantamiento donde finaliza la yegua</i> | 64 |
| Figura 25.- | <i>Duración total de los episodios de amamantamiento</i> | 65 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| Figura 26.- | <i>Concentraciones séricas de estradiol</i> | 66 |
| Figura 27.- | <i>Concentraciones séricas de progesterona</i> | 67 |
| Figura 28.- | <i>Niveles plasmáticos de prolactina</i> | 68 |
| Figura 29.- | <i>Tiempo de gestación</i> | 71 |
| Figura 30.- | <i>Sexo de la cría</i> | 72 |
| Figura 31.- | <i>Altura del potro</i> | 73 |
| Figura 32.- | <i>Peso del potro</i> | 74 |
| Figura 33.- | <i>Temperatura del potro</i> | 69 |
| Tabla 1.- | <i>Conductas registradas de las yeguas en el postparto</i> | 52 |
| Tabla 2.- | <i>Conducta en el potro durante las primeras horas postparto</i> | 56 |

ABREVIATURAS

GMP. - guanosín monofosfato cíclico

SLP. - San Luis Potosí

CL. Cuerpo Lúteo

FSH. Hormona Folículo Estimulante

LH. Hormona Luteinizante

eCG, Gonadotropina coriónica equina

P4. Progesterona

P5. Pregnenolona

E2. Estradiol

PRL. Prolactina

PSI. Pura Sangre Inglés

IV. intravenoso

PO. Oral

PGF2 α . Prostaglandina F2 alfa

S. Segundos

pg. Picogramos

ml. Mililitros

r.p.m Revoluciones por minuto

nm. Nanómetros

3.- INTRODUCCIÓN

La cría de equinos en México permite posicionarlo en el segundo lugar como exportador de ejemplares en todo el mundo (FEM, 2015) lo que determina la importancia de optimizar todos los aspectos relacionados con su desarrollo. La etapa neonatal (Bateson, 1979) es el periodo de mayor riesgo para un equino con un alto porcentaje de mortalidad que puede llegar hasta el 22% (Cameron *et al.*, 2008; Madigan y Ramiro 2019). El rechazo materno puede ser un factor predisponente en este porcentaje debido a que suele presentarse desde el momento del nacimiento lo que imposibilita al potro adquirir una adecuada inmunidad (McCue, 2014). Estudios previos han reportado que las yeguas primerizas tienden a rechazar más frecuentemente a su potrillo que las que han pasado por múltiples partos (Haupt, 2002; Berlin, *et al.* 2018). No se han establecidos de forma concreta y clara las causas de este factor en las yeguas que rechazan a sus crías, se ha especulado que procede del nerviosismo de la madre, poca experiencia o dolor durante el parto (Berlín, *et al* 2018). En el caso particular de la experiencia materna hasta donde tenemos conocimiento no existen estudios en yeguas que evidencien la relación entre concentraciones hormonales con la paridad materna, por consiguiente, con el rechazo del potrillo (Haupt, 2002), lo cual se ha explorado en otras especies como es el caso de los ovinos. La oveja muestra su capacidad materna de manera evidente inmediatamente después del parto, por lo que la madre se siente fuertemente atraída por el líquido amniótico que cubre a su recién nacido, lamiéndole y formando un vínculo exclusivo con su cordero, lo que implica el rechazo a los demás corderos (Dwyer y Lawrence., 2000; Hernández *et al.*, 2012). A pesar de esta aptitud materna, en la oveja existen diversos estudios que han demostrado un fuerte efecto del número de partos y el rechazo del cordero, las ovejas primerizas son quienes con mayor frecuencia muestran dicho comportamiento (Dwyer y Lawrence., 2000 y 2014; García y González *et al.*, 2015) y además esta falla se relaciona con las concentraciones bajas de hormonas esteroideas, particularmente de estradiol y una menor relación progesterona/estradiol (Keverne y Kendrick 1991; Dwyer et al., 2003). Las influencias hormonales se demostraron, en el cual las inyecciones de esteroides ováricos (estradiol y progesterona) indujeron el rango normal de comportamiento materno (incluyendo lamer un cordero extraño y aceptarlo en la ubre) en aproximadamente 50% de las ovejas no preñadas en un estudio experimental (Le Neindre *et al.*, 1979; Poindron y Le Neindre, 1980; Soto *et al.*, 2021). Existen limitados experimentos de inducción de la

conducta materna con yeguas, un trabajo realizado en yeguas ponis adoptantes se comparó grupos con tratamiento hormonal utilizando estradiol, progesterona y un antagonista de la dopamina, además se realizó estimulación vaginocervical manual, mientras que a otro grupo sólo se le aplicó el tratamiento farmacológico. Las yeguas aceptaban a sus potros con cualquiera de los dos tratamientos, pero, se determinó que las hembras que habían sido estimuladas de forma vaginocervical y tratamiento hormonal tuvieron menor latencia de aceptación del potro a adoptar (Porter *et al.*, 2002). El efecto positivo de este tratamiento sobre la aceptación materna puede sugerir una liberación de oxitocina provocada por la estimulación vagino cervical, como lo que se ha demostrado en ovejas (Pondron *et al.*, 2007a) y en cabras; (Poindron *et al.*, 2007b)

El presente estudio tuvo por objetivo determinar las diferencias del comportamiento entre yeguas múltiparas y primíparas durante el periodo preparto, inmediatamente posterior al parto y durante los primeros días de lactancia. De la misma manera se determinaron las concentraciones plasmáticas de prolactina así como las concentraciones séricas de estradiol y progesterona, en las mismas etapas que el comportamiento, así como su relación con las distintas conductas y el papel de la paridad.

4.-Marco Teórico

4.1 Comportamiento madre-cría en equinos.

4.1.1.- Definición de conducta materna

La conducta materna es el proceso que resulta de la combinación de factores neuronales, hormonales y sensoriales, cuyo fin lleva al individuo a nutrir y cuidar a su progenie mediante la expresión de diversos patrones conductuales dirigidos a incrementar la viabilidad de la cría (González-Mariscal y Poindron., 2002; Numan e Insel, 2006). En mamíferos la supervivencia de la descendencia es un factor crítico para la eficacia reproductiva y conservación de la especie. (Bridges, 2015).

4.1.2- Patrones de conducta antes del parto en la yegua

a). - Cambios en la conducta social.

Cada vez más cerca de la fecha de parto, generalmente 2-3 horas son frecuentes las micciones y conductas de ansiedad en la yegua, la cual busca separarse de su grupo entre 1.5-2 km dependiendo del relieve terrestre, sin embargo, permanece el contacto visual y auditivo de su manada. (Zhusypbekovich y Nurzhankyzy, 2016).

En una investigación con diez yeguas multíparas Cuarto de Milla se observó su comportamiento desde el día 320 de la gestación y hasta el día del parto, para proporcionar rangos de referencia y cambios específicos de comportamiento, como vocalizaciones, micciones y la cantidad de pasos dados, los cuales eran medidos mediante podómetros. En este experimento no hubo consistencia en los cambios de comportamiento en las yeguas, lo cual sugiere poca información para determinar aspectos conductuales cercanos al parto. (Egan *et al.*, 2006) Sin embargo, en otros estudios en donde las observaciones fueron durante las 24 horas en las 5-6 semanas previas a la fecha de parto, se observaron cambios significativos en el comportamiento social y las interacciones de las yeguas previas al parto (Dierendonck *et al.*, 2004)

En otro estudio se estableció que 30-40 días previos al nacimiento el comportamiento de las yeguas cambió drásticamente, las yeguas se movían lentamente y trataban de evitar grupos grandes, aumentó su agresividad en donde mostraba conductas tales como amenazas de

mordidas o mordidas y patadas, estas conductas se incrementaron de 3-7 veces por día, una semana previa al parto. Aparentemente esta característica del comportamiento en las yeguas en el último mes de gestación se puede clasificar como una reacción a la protección y preservación del feto (Zhusypbekovich y Nurzhankyzy, 2016).

4.1.3.- Patrones de conducta en el parto de la yegua

El parto es definido como el proceso que ocurre debido al desarrollo final del feto en un periodo adecuado de gestación (Purohit, 2010). Durante éste se forma un vínculo afectivo entre madre y cría (Lévy, 2016). Hipótesis previas señalan que el vínculo entre la yegua y el potro ocurren durante las primeras horas post parto, pero el reconocimiento que tiene el potro hacia su madre puede tardar varios días (Houpt, 2002)

Bajo el manejo doméstico, el cuidado del potro generalmente se limita a la madre, cuando la yegua está con equinos desconocidos, suele tener una actitud de hipervigilancia hacia el potro, probablemente debido a las conductas previas de agresión observadas en la yegua antes del parto (McDonnell, 2012). En vida natural los individuos de una misma manada pueden mostrar una actitud ambivalente o positiva hacia una madre y su cría, incluso los ejemplares castrados presentan comportamiento protector hacia la madre o el potro (Houpt, 2002). Por consiguiente, la madre podrá permitir el acercamiento del neonato a algunos ejemplares de la manada.

4.1.3.1 Patrones de conducta en la yegua durante cada fase del parto

a). - Fase 1. Preparación

El equino no realiza un nido, observado en algunas otras especies domésticas como los cerdos o las aves, por lo tanto, se sospecha que fue sometido a una presión natural importante que trajo como consecuencia una rápida evolución, y que indujo a tener crías precoces que necesitaban adaptarse a un ambiente extrauterino de forma rápida y efectiva (Conley, 2016). De la misma manera se piensa que desarrollaron ritmos circadianos como comportamiento adaptativo que particularmente afectaba la hora del parto de la yegua. Los estudios demuestran que la mayor parte de los partos tienen lugar en la noche: el 86% se produce entre las 7 pm y 7 am, con una incidencia máxima entre las 10 y las 11 de la noche (Zurek y Danek, 2011). Se establece algunas proporciones en otro estudio de 152 yeguas

paridas el porcentaje de parto fue de 16.4% parió entre 18-24 horas, el 18.2% parió entre las 24-2 de la mañana, mientras que el 56.5% tuvo su parto entre las 2-6 de la mañana, sólo 8.9% parió de 6 a 18 horas (Zhusypbekovich y Nurzhankyzy, 2016)

b) Fase 2. Expulsión del feto

Tan pronto como se asoma la cabeza del neonato, la yegua realiza un descanso breve, la segunda fase termina cuando sale completamente el feto, si el parto es extenuante la yegua descansa unos minutos tratando de acostarse para alcanzar al potro (Neary y Hepworth 2005), en estos movimientos el cordón umbilical se rompe, si esto no ocurre es la yegua quién morderá con los incisivos el cordón umbilical, ya que aparentemente genera dolor en la zona vulvar (Tibary y Pearson., 2012). La duración del parto ocurre entre 15-35 minutos, las yeguas pueden levantarse entre 5-32 minutos posterior al parto, aunque hay algunas que no se levantan y comienzan a olfatear y lamer al neonato, empezando por los belfos, las fosas nasales, cuerpo y cuello del potro. La yegua realiza constantemente el signo de flehmen para identificar al recién nacido (Figura 1).

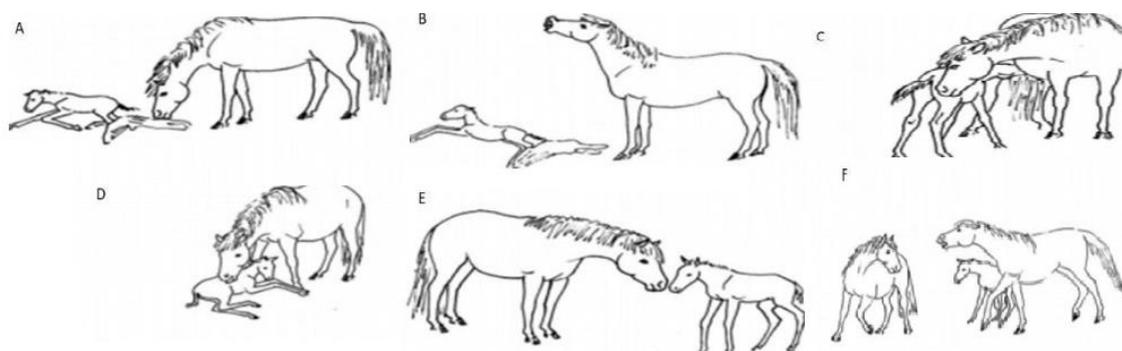


Figura. 1. Conductas normales de una yegua con su potro durante y posterior al parto. A) La yegua se interesa por las membranas fetales posterior a la expulsión del potro, B) La madre realiza flehmen cuando está en contacto con los fluidos fetales y el potro, C) La yegua permite el acercamiento del neonato y la succión de la ubre. D) La conducta de lamido se realiza una vez que la yegua expulsa al potro, estimulándolo y reconociéndolo. E) El contacto constante entre la madre y su cría se observa también cuando el potro se levanta por primera vez, F) La protección es una conducta típica en una yegua en el postparto. Modificado de (McDonnell, 2012) Derechos de cita.

c). - Fase 3.- Expulsión de membranas fetales

En condiciones naturales, la estrategia de las yeguas con los fluidos y las membranas fetales que atraen a los depredadores es alejarse del lugar del parto lo antes posible. En estudios observacionales se determinó que las yeguas sin importar su paridad olfateaban la placenta y tenían contactos con esta, pero ninguna la consumía (McDonnell, 2012; Zhusypbekovich y Nurzhankyzy, 2016).

Poco después del parto, el olfato y el gusto, junto con los eventos hormonales y físicos dan como resultado la identificación del potro por su madre. El apego de la yegua a su recién nacido se forma dentro de las primeras horas después del parto, mientras que la formación de un vínculo que une al potro con su madre tiene lugar después de unos días (Jung *et al.*, 2021). Las yeguas a menudo ayudan a sus recién nacidos a encontrar la ubre, sin embargo, suelen poner fin a las sesiones de amamantamiento (Zurek y Danek, 2011) La comunicación más fuerte de la yegua con su potro se da los primeros 65 días, se expresa en amamantamiento frecuente y un aseo mutuo (Van Dierendonck *et al.*, 2004).

Existen formas de cuantificar la fuerza del vínculo materno como la frecuencia y duración de los episodios amamantamiento, el aseo mutuo, los elementos de agresión materna y la prevalencia de actividades que mantienen la proximidad entre la yegua y el potro (Zurek y Danek, 2011)

4.1.4. Patrones de conducta con el neonato

Posterior al proceso de parto la yegua mostrará patrones de conducta generalmente de cuidado, así como de atención positiva, mediante efectos sensoriales y hormonales se establece el fuerte vínculo entre madre y cría (Ransom y Cade, 2009)

Los caballos han sido clasificados como especie “seguidora” en los primeros días después del parto la madre enseña al neonato la respuesta de seguimiento mediante un comportamiento de mantenimiento cerca y rechazo hacia otros potros, con lo que el neonato permanece cerca de la yegua (su madre) que no lo agredirá (Tozer *et al.*, 2006). Los cambios en el comportamiento de la yegua afectan significativamente la forma y frecuencia de la interacción social entre la madre y los demás miembros de grupo (Zurek y Danek, 2011)

4.1.4.1 Lamido

El lamido frecuente (Figura 2) del recién nacido es un procedimiento muy importante ya que aumenta el tono de los músculos y en 25-60 minutos son capaces de levantarse para amamantarse. Se ha observado que, si la madre no lame a su recién nacido, el tono muscular se mantiene débil, retrasando la cuadripedestación hasta en 1 a 1.5 horas (Zhusypbekovich y Nurzhankyzy, 2016) El lamido, además, seca el pelaje exterior, estimula la circulación sanguínea y la respiración del potro, esta conducta disminuye con el tiempo después del parto. Sólo pocas yeguas lamen a sus potros después de dos horas del parto (Haupt y Virga, 2001)



Figura.2 Conducta de lamido de una yegua recién parida. Se observa el lamido constante en el dorso del potro. (Imagen tomada por Sánchez-Montes, 2021)

4.1.4.2. Olfacción

En la oveja se ha demostrado que la estimulación cervical ocurrida después del parto desencadena la liberación de oxitocina no sólo desde la hipófisis, sino también en el bulbo olfativo, donde el óxido nítrico y el GMP (guanosín monofosfato cíclico), se liberan en la sinapsis entre las células granulares, señalando así un periodo crítico durante el cual el olor encontrado del recién nacido se recordará (Lévy *et al.*, 2004). Además del lamido, el comportamiento maternal consiste en actividades como: acicalarse, evitar pisar o tumbarse sobre el neonato, permitir y facilitar la lactancia, proteger al neonato de los intrusos (Zurek y Danek, 2011) Esto también es observado en la yegua quien olfatea constantemente a su neonato (Figura 3) intercalándolo con vocalizaciones y lamidos (McDonnell, 2012).



Figura.3 Olfacción de una yegua múltipara a su neonato. En la imagen se observa a la yegua haciendo contacto y olfateando los ollares del potrillo. (Imagen tomada por Sánchez-Montes, 2021)

4.1.4.3 Lactancia

La lactancia es la forma más costosa de cuidados maternos en mamíferos. Las necesidades de nutrientes de las yeguas son específicas durante este periodo. Las yeguas con mayor experiencia maternal dirigen su inversión en la lactancia los primeros 20 días después del parto, que es el periodo más crítico para la supervivencia del potro (Neary y Hepworth, 2005)

En un estudio realizado por Cameron *et al.* (2000), las yeguas múltiparas permanecían más cerca y se acercaban a su potro con más frecuencia durante los primeros 20 días en los episodios de amamantamiento. Los potros, por otra parte, tenían contactos más eficientes con la ubre, golpeándola menos veces y teniendo intentos fallidos menores que en las yeguas primíparas. Además de las interacciones observadas en otros estudios se ha determinado que las yeguas juegan un papel activo en la regulación del tiempo de la lactancia temprana al ejercer comportamientos de aceptación o rechazo del amamantamiento con sus crías. (Duncan *et al.*, 1984).

4.1.5. Patrones de conducta del neonato

En sus primeros movimientos coordinados después del nacimiento, incluso antes de ponerse en cuadripedestación, el potro parece orientarse hacia la madre, alcanzando su cabeza y buscando el contacto con los ollares. Posteriormente, el potro es atraído visualmente para seguir los bordes horizontales a la altura de los ollares, lo cual facilita encontrar la ubre (McDonnell, 2012). Además de la ubre, el calostro caliente define las formas de búsqueda, para que el potro pueda encontrarla repetidas veces (Zhusypbekovich y Nurzhankyzy, 2016)

El potro al nacer posee tres reflejos alimentarios desarrollados en el curso de la evolución de la especie *Equus*. El primero es el reflejo de succión, desarrollado de los 5-15 minutos posteriores al nacimiento. El segundo es la extensión del cuello y el tercero es la capacidad de consumir una cantidad importante de leche, ya que el flujo lácteo es por periodos (Larsen y Grattan, 2012).

Más tarde, cuando el potro conoce bien a la madre, al tener miedo, la yegua lo acepta y se coloca en una pose característica para que el potro pueda amamantarse (Heitor y Vicente, 2008)

4.2.- Hormonas implicadas en la gestación

4.2.1.- Progestágenos

Son hormonas que colaboran en el mantenimiento de la preñez. La progesterona es el primer progestágeno producido por el cuerpo lúteo, éste comienza a aumentar después de la ovulación, independientemente del estado de la gestación, con el desarrollo del cuerpo lúteo (CL) (Brinko, 2014). El aumento inicial de progesterona es principalmente lineal sobre los primeros días; para el día 5 después de la ovulación la progesterona sérica es de aproximadamente 4 ng/ml. (Alegría *et al.*, 2001). Si la yegua está preñada, la progesterona producida por el cuerpo lúteo mantiene la gestación. Este es llamado el CL primario (Alegría *et al.*, 2001. Kelleman, 2013). Las concentraciones plasmáticas se elevan de 7.8 ng/ml a los 6 días, se mantienen a este nivel durante las 4 primeras semanas de gestación y llega a un pico de 10-15 ng/ml alrededor del día 28 ocurriendo ocasionalmente un descenso transitorio alrededor del día 28 post ovulación y se eleva hasta un nuevo pico en los 80 a 90 días de gestación debido a la formación de los cuerpos lúteos accesorios por acción de la FSH sobre

los folículos y la influencia de la eCG (McCue, 2014). La progesterona de origen ovárico es necesaria para el mantenimiento precoz de la gestación hasta el día 45 (Morel, 2008). A partir de los 120 días la preñez es mantenida por los progestágenos producidos por la unidad feto-placentaria. El sustrato para estos progestágenos es el colesterol materno, que se metaboliza en pregnenolona y luego a 5 α pregnenolona y otros progestágenos (Berlín, *et al.*, 2018). Los sitios de conversión de progestágenos incluyen tejidos útero-placentarios, así como las gónadas fetales y las glándulas suprarrenales (Kelleman, 2013).

Durante el ciclo estral y la gestación los niveles plasmáticos de progesterona (P4) pueden ser usados para monitorear el crecimiento, mantenimiento y regresión del cuerpo lúteo (CL) y para confirmar una posible preñez; sin embargo, no hay grandes variaciones en los niveles de P4 a partir del día 12 postovulación ni en el diámetro del CL, por tanto, es posible que estos aspectos no tengan un valor diagnóstico sobre el mantenimiento de la gestación (Amer *et al.*, 2008)

4.2.2.- *Gonadotropina Coriónica Equina (eCG por sus siglas en inglés)*

Anteriormente conocida como gonadotropina sérica de yegua gestante. Esta hormona es detectable sistémicamente entre los días 35 a 40. Es de origen glicoprotéico, compuesta de subunidades alfa y beta. La subunidad alfa consta de 96 aminoácidos (Hoppen, 1994).

Esta hormona estimula el ovario y causa desarrollo folicular, seguido de una luteinización (sin ovulación). Se producen así nuevas estructuras lúteas, llamadas cuerpo lúteo secundarios o suplementarios. Las copas endometriales forman estas hormonas a partir del 2° mes de gestación. Se secreta en el sistema circulatorio de la yegua alrededor del día 40 y alcanza una concentración máxima entre los días 50 y 70 post monta. Las concentraciones de eCG siempre disminuyen a lo largo de la gestación y normalmente alcanzan niveles basales en los días 100-120 (Allen, 1993; Allen 2001).

La importancia de eCG y por qué sólo se secreta durante un corto período de la gestación no es clara. Sin embargo, varias hipótesis sugieren que puede tener un papel en la prevención

del rechazo inmunológico fetal por parte de la madre, en la formación y mantenimiento del CL secundario (Morel, 2008).

4.2.3.- *Relaxina*

Hormona de la gestación sintetizada en la unidad placentario-uterina, producida por las células del trofoblasto placentario (Ryan *et al.*, 2009). De origen peptídico más conocida por su acción durante la segunda mitad de la gestación, en particular por su efecto relajante sobre los ligamentos pélvicos que ayuda en la preparación del canal de parto para la expulsión del feto. Su secreción comienza hacia el día 75 de la gestación, alcanza un pico el día 180 y desciende hasta el 8° mes, momento en el que aumenta de nuevo hasta el parto. Se sospecha que actúa junto con la prolactina en el mantenimiento de la preñez e impidiendo contracciones uterinas espontáneas (Klein, 2016). En la yegua, la relaxina en suero se eleva en el primer trimestre de la gestación y permanece así hasta el parto. Posparto, las concentraciones de relaxina son indetectables en la circulación de la yegua, lo que sugiere que la placenta es la principal fuente de relaxina circulante en la misma (Taverne y Noakoes., 2019). Durante la gestación temprana, la relaxina promueve la angiogénesis endometrial a través de la regulación de la expresión endometrial de factor de crecimiento endotelial vascular (Klein, 2016).

4.2.4.- *Estrógenos*

El estrógeno juega un papel endocrinológico en la gestación temprana, los embriones producen pequeñas cantidades de actividad local. Sin embargo, no es hasta el día 35 que aumenta el estrógeno sistémico. La fuente de éste es el ovario, más específicamente los cuerpos lúteos y posiblemente los folículos. En estudios recientes se ha pensado que los estrógenos no son necesarios para el mantenimiento de la gestación, porque las yeguas ovariectomizadas que se les administró solo progestágenos exógenos, mantenían la gestación (Kelleman, 2013). Las concentraciones en sangre periférica comienzan a incrementarse, posiblemente debido a la influencia de la gonadotropina coriónica equina sobre el desarrollo folicular, hasta mantenerse constantes entre los días 40-60 (3ng/ml). Los estrógenos al final de la gestación llegan en su concentración máxima al día 210 y posteriormente ocurre un descenso lento hasta el parto y un descenso rápido posparto (Zimri *et al.*, 2018)

También se puede determinar la producción de estrógenos en suero obtenido de la yegua y utilizado como indicador de la salud fetoplacentaria. Las gónadas fetales producen precursores de estrógenos que luego se metabolizan a nivel de la placenta en varias hormonas estrogénicas (Douglas, 2004). Las concentraciones circulantes de estrógenos maternos son paralelas al aumento y la disminución del tamaño de las gónadas fetales entre los días 150 y 280 de gestación (Zimri *et al.*, 2018). Los estrógenos alcanzan su punto máximo en el segundo trimestre y luego disminuyen gradualmente. Así del día 150 a 300 pueden ser menor a 1000 pg / ml. Después de este tiempo, normalmente la concentración será menor a medida que se acerca el parto (Kelleman, 2013). Las concentraciones máximas de estrógeno total ocurren alrededor de los 210 días de gestación. Se sintetizan dos tipos de estrógenos a partir de precursores producidos por las gónadas fetales, estrona, estradiol-17 α y β , y los estrógenos insaturados del anillo B únicos en equino, equilina y equilenina. Estos estrógenos no son esenciales para el mantenimiento de la gestación, ya que la extracción de las gónadas fetales no afecta la duración de la gestación en la yegua. Sin embargo, el trabajo de parto es prolongado, lo que sugiere que los estrógenos pueden afectar la contractilidad uterina y el flujo sanguíneo en el caballo (Zimri *et al.*, 2018). En otras especies, el aumento preparto de los estrógenos promueve la síntesis de prostaglandinas, aumenta los receptores de oxitocina, las uniones del miometrio, y promueve un cambio de contracciones miométriales irregulares de baja amplitud a contracciones regulares del trabajo de parto de alta amplitud. Un patrón similar está emergiendo en yeguas preñadas por el cual la actividad electromiográfica uterina se eleva durante la última semana antes del parto, particularmente por la noche, y se correlaciona con aumentos nocturnos en las concentraciones plasmáticas de estradiol 17 β (Douglas, 2004).

4.2.5.- Oxitocina

El aumento de la secreción de prostaglandina activa las contracciones miométriales, que estimulan la liberación de oxitocina a través de un reflejo neuroendocrino (Fowden *et al.*, 2008). Posterior al parto las prostaglandinas y la oxitocina juegan un papel fundamental en la involución uterina, (Gündüz, *et al.*, 2008). La oxitocina también tiene algunas acciones terapéuticas en el vínculo materno y en el desarrollo de la capacidad maternal y puede usarse para aumentar el comportamiento de una yegua hacia su nuevo potro, en donde una

estimulación vaginocervical puede promover la liberación de oxitocina beneficiosa para la aceptación del neonato (McCue, 2014). Cabe señalar que una yegua postparto tiene una alta regulación del receptor de oxitocina (Losinno y Aguilar, 2002., Porter *et al.*, 2002)

Las concentraciones plasmáticas de oxitocina son bajas en yeguas preñadas durante la gestación y sólo aumentan durante el parto. Se ha sugerido que la oxitocina puede actuar de manera paracrina dentro de los tejidos útero-placentarios y que los receptores de oxitocina altos son más importantes que las concentraciones altas de esta hormona circulante. Aunque los receptores uterinos de oxitocina no se han cuantificado en la yegua preñada, es probable que estén presentes en altas concentraciones debido a la marcada sensibilidad del útero de la yegua a dosis bajas de ésta (Zimri *et al.*, 2018).

4.2.6.- Prostaglandinas

Las prostaglandinas juegan un papel esencial durante el periodo perinatal en las yeguas, las concentraciones de estas hormonas son bajas durante la gestación ya que son reguladas por la progesterona, sin embargo casi a término éstas comienzan a aumentar, su regularización es gracias al eje hipotálamo - pituitaria - adrenal del potro. Evidencias recientes indican que las citoquinas proinflamatorias son los mediadores de la síntesis de prostaglandinas posterior al parto (Brinsko, 2011). Por su parte la contractibilidad uterina es necesaria para el aclaramiento del líquido intrauterino después de la perfusión bacteriana en las yeguas cíclicas y éstas son mayormente segregadas para la motilidad uterina (Gûndûz *et al.*, 2007).

4.3. Eventos fisiológicos alrededor del parto

Además del comportamiento, los eventos fisiológicos que anteceden al parto son reconocibles de forma externa, ya que el aumento de algunos órganos como la ubre o laxitud de ligamentos son necesarios para la preparación del organismo al proceso de parto (Numan e Insel, 2006) Un signo importante ocurre en los ligamentos pélvicos, especialmente los ligamentos sacrociáticos, estos se relajan progresivamente a medida que se acerca el parto, (Stuttgen, 2003)

En la ubre los cambios más notorios son en su crecimiento, en las yeguas, por ejemplo, hay salida de calostro suficientes para crear un tapón (denominado comúnmente tapón de cera) que indica la proximidad al parto de 24 a 48 horas (Rossdale *et al.*, 1991) Además de estos

cambios el flujo de sangre hacia la glándula se aumenta (Canisso y Ellerbrock 2016). Los cambios en la concentración de electrolitos son evidentes en la yegua, ya que aumenta el calcio (hasta unas 500 ppm) y el sodio al final de la gestación, lo cual puede ser medido para determinar la aproximación del parto 24 a 48 horas previas con un 72% de probabilidad de ocurrencia (McCue, 2014).

4.4. - Endocrinología del parto

El mecanismo del parto en el equino es poco comprendido, como se ha mencionado los altos índices de progestágenos y bajos niveles de estrógenos son característicos del control endócrino de la gestación tardía. Con el rápido crecimiento fetal en el último tercio de gestación, el tejido uterino se “estresa” por estiramiento físico, haciendo que el miometrio sea más contráctil (Fowden *et al.*, 2008). Los altos niveles de progestágenos son necesarios para la inactividad uterina, que continúa hasta justo antes del momento del parto. Estos progestágenos promueven enzimas que inactivan las prostaglandinas bloqueando sus efectos contráctiles (Allen, 2001).

En todas las especies de mamíferos, el período que rodea el nacimiento se caracteriza por un aumento de los niveles plasmáticos de estradiol, prolactina y cortisol, y por la activación del sistema oxitocinérgico en el momento del parto (Lezama-García, 2019) Al final de la gestación un cambio dramático se produce en el medio hormonal, los progestágenos caen precipitadamente. Esta caída coincide con la maduración del eje hipotalámico pituitario adrenal fetal, que ocurre muy tarde en la gestación y es necesario para que el feto indique el comienzo del parto. Las glándulas suprarrenales del feto producen el precursor pregnenolona (P5) que es metabolizado por la placenta a los progestágenos, a medida que aumenta la hormona adrenocorticotrófica fetal (ACTH), lo que ocurre 1 o 2 días antes del parto. Finalmente, el reflejo neuroendocrino de Ferguson, resultante de la distensión fetal del cuello uterino y la vagina, causa grandes cantidades de liberación de Oxitocina, ésta, junto con picos de secreción de prostaglandinas causa la ruptura del corioalantoides (Bridges, 2016).

En la mayoría de las especies domésticas como son los bovinos u ovejas, los niveles de progesterona materna disminuye y existe el aumento de los estrógenos los cuales aumentan en los últimos 5 a 10 días antes del parto, en respuesta a la activación del eje hipotalámico-

hipofisario-adrenal fetal y al aumento de las concentraciones de cortisol fetal (Matamoros *et al.*, 2002). En la yegua hay poca progesterona en el plasma materno durante la gestación tardía y tanto los progestágenos como los estrógenos son producidos por la unidad fetoplacentaria que utiliza precursores suministrados por el feto para sintetizar esteroides, muchos de los cuales son exclusivos del equino. De hecho, las concentraciones totales de progestágenos aumentan y los niveles totales de estrógenos disminuyen en la yegua durante los últimos 20-30 días de gestación y sólo muestran los cambios típicos del parto inminente en las últimas 24-48 horas antes del parto. El producto primario de la glándula suprarrenal fetal parece ser pregnenolona (P5) y no el cortisol (Fowden *et al.*, 2008).

4.5.- Mediciones hormonales durante la gestación y el parto

Avances analíticos, especialmente métodos que utilizan tándem de cromatografía de gases o líquidos y la espectrometría de masas, ha permitido una medición más específica y confiable de múltiples hormonas, por ejemplo, esteroides en el plasma de las yeguas durante y posterior a la gestación, la medición de gonadotropina coriónica equina, progesterona, oxitocina y cortisol (Conley, 2016). La medición hormonal se ha realizado en la yegua como un aspecto importante para determinar el adecuado desarrollo de la gestación, por tal motivo la existencia de múltiples pruebas ha logrado determinar valores adecuados y confiables. (Grogan y McDonnell, 2005).

4.5.1.- Progesterona

Los ensayos de progesterona disponibles en el mercado tienen una reacción cruzada considerable con los pregnanos y otros progestágenos producidos por la unidad fetoplacentaria. Por lo tanto, los laboratorios de diagnóstico utilizan un ensayo de progesterona para medir los progestágenos totales, que es la suma de la progesterona y otros progestágenos fetoplacentarios de reacción cruzada. Se tiene que tomar en cuenta que los ensayos de laboratorio para la progesterona varían en su capacidad de reacción cruzada y cuantificar los diversos progestágenos equinos (Higuera, *et al.* 2012). Por lo tanto, los progestágenos totales determinados en una muestra de suero de una yegua grávida y

analizada en dos laboratorios diferentes, funcionando dos ensayos diferentes de progesterona pueden mostrar diferencias considerables en los valores totales. Es mejor quedarse con un laboratorio al enviar en serie muestras para determinación de progestágenos totales de yegua preñada (Lévy, 2016). Los rangos de referencia normales han sido determinados mediante el ensayo en BET Laboratories en Kentucky. Los progestágenos totales normalmente varían de 4 a 10 ng/ml hasta aproximadamente 300 a 320 días de gestación. Después de este tiempo, los progestágenos pueden aumentar a más de 40 ng/ml (Kelleman, 2013).

4.5.2.- Estrógenos

Desde 1930 se ha determinado que la sangre y orina de las yeguas gestantes tienen niveles altos de estrógeno, los estrógenos durante la gestación en la yegua, al igual que los progestágenos están conjugados con sulfatos y representan la fracción unida o son estrógenos libres o unidos como estrona y estradiol. Los kits de medición son una opción factible para la medición de estrógeno, debe recordarse que este sistema de ensayo en particular no tiene suficiente sensibilidad para distinguir entre los estrógenos ováricos y los estrógenos fetales y placentarios antes del día 100 de gestación. (Douglas, 2004)

La producción de estrógenos también se puede determinar en suero obtenido de la yegua y utilizado como Indicador de salud fetoplacentaria (Zimri *et al.*, 2018).

4.5.3. Prolactina

Aislada en 1979 se ha medido por inmunohistoquímica con resultados confiables (Thompson y Oberhaus, 2015). Se sabe mucho sobre los factores que afectan su secreción, mientras que sus efectos sobre las funciones fisiológicas se conocen mucho menos. En un estudio se analizó la prolactina sérica por duplicado en un ensayo utilizando el kit Horse Prolactin ELISA (Cusabio), que tiene un rango de detección de 2,5 a 1000 ng/ml, (Berlin, *et al.*, 2018).

4.6.- Hormonas relacionadas con el comportamiento materno

4.6.1.- Estrógenos y progesterona.

El cuidado parental de los mamíferos es proporcionado esencialmente por la madre y ocupa la mayor parte del período reproductivo de la hembra. Esta sincronía temporal se logra

mediante cambios hormonales que subyacen tanto al inicio del comportamiento materno como al parto y la lactancia (Levy, 2016). Las hormonas y los neuropéptidos asociados con el parto preparan a la madre fisiológicamente y también contribuyen a la elevada capacidad de respuesta materna mostrada por la madre recién parida (Fowden *et al.*, 2008) En mamíferos se han estudiado algunas hormonas implicadas en el comportamiento materno, por ejemplo, en ovejas, primates y roedores, (Rosenblatt, 2002).

El equilibrio de esteroides en torno al parto juega un papel fundamental en la inducción hormonal de la conducta materna en casi todos los mamíferos que se han estudiado (González, *et al.* 2002). Además, cuando las ratas preñadas son histerectomizadas al final de la gestación, un alto porcentaje de hembras muestra comportamiento materno después de 1 día de exposición a las crías (Siegel y Rosenblatt 1975). Este alto nivel de respuesta es el resultado de los efectos endócrinos de la histerectomía, incluida una disminución de la Progesterona (P4) ovárica seguida de un aumento de los estrógenos. Si los animales que se someten a histerectomía también se ovariectomizan al mismo tiempo, muestran una disminución tanto de P4 como de estrógeno; cuando se prueban con crías ajenas, estos animales no muestran un comportamiento materno rápido. Sin embargo, la inyección con estrógeno revierte estos efectos y la respuesta materna inmediata en su primera exposición a las crías. Además, un pretratamiento con P4 reduce la dosis efectiva de estrógeno (Siegel y Rosenblatt 1975).

En las ovejas, la aceptación de un cordero ocurre sólo cuando los niveles de estrógeno son altos, en el estro y al final de la gestación (Poindron y Le Neindre, 1980) Además, se han encontrado correlaciones entre los niveles plasmáticos de estrógenos y la latencia para acicalar a la cría (Shipka y Ford, 1991). Una sola inyección de estrógenos puede prolongar un día el período durante el cual las ovejas parturientas responden a los corderos (Poindron, *et al.*, 1979) y, en dosis farmacológicas, puede inducir la respuesta materna en ovejas no gestantes (Poindron y Le Neindre, 1980). Finalmente, en ovejas se ha demostrado que cuando éstas han sido ovariectomizadas y reciben un tratamiento corto de esponjas (durante 14 días) con acetato de medroxiprogesterona, una inyección de benzoato de estradiol y una estimulación vaginocervical, se induce en mayor medida la conducta materna al ser expuestas a un cordero ajeno, asimismo se reduce la respuesta a la separación social (Soto *et al.*, 2021). Se ha observado que las hormonas clave sobre el comportamiento materno son el estradiol y

la progesterona, además de algunos péptidos como la prolactina, las cuales tienen la capacidad de cruzar la barrera hematoencefálica para ejercer acciones sobre las poblaciones neuronales a través de receptores expresados en regiones específicas. Las hormonas esteroides como el estradiol y progesterona acceden fácilmente al cerebro y pueden influir en receptores específicos expresados en una amplia gama de centros neuronales. Las hormonas peptídicas, como la prolactina, se transportan específicamente al cerebro y, de manera similar, pueden actuar sobre los receptores expresados en numerosas regiones del cerebro. Un objetivo particular de estas hormonas es el hipotálamo, donde está íntimamente relacionado con el comportamiento desarrollado por la madre (Grattan y Dama 2020)

4.6.2 Prolactina

La mayoría de los estudios que relacionan el comportamiento materno y la prolactina se han desarrollado en roedores (Bridges *et al.*, 1985), donde se sugiere que esta hormona en la gestación temprana ejerce efectos a largo plazo que influyen en el estado de ánimo materno posparto y desarrollo de la descendencia. En otras especies como aves parece desempeñar un papel importante en el establecimiento del comportamiento materno (González-Mariscal y Poindron, 2002; Numan e Insel 2006). En humanos se ha observado, por ejemplo, que durante la gestación aumenta la neurogénesis en la zona subventricular del ventrículo lateral, además una disminución aumenta la ansiedad posparto y crea un comportamiento materno notablemente (Larsen y Grattan, 2012). Se ha determinado que las infusiones de este péptido estimulan el inicio rápido de la atención materna en ratas nulíparas adultas (Bridges *et al.*, 1985; Anderson *et al.*, 2006, Berlin, *et al.*, 2018). Mientras que en otras especies como los conejos la prolactina se relaciona estrechamente con la construcción de nidos, acarreo de pajillas y cuidado neonatal (Levy, 2016).

4.7.- Problemas en las relaciones madre-cría en caballos

4.7.1.- Rechazo materno

Como se ha mencionado anteriormente el rechazo materno en diversas razas puede ir desde el 1% (Pura Sangre Inglés) hasta 9.5% en la raza Árabe. Además, compromete el bienestar del neonato, ejerciendo dificultad de alimentación, protección e inmunización que provocan hasta la muerte de dicha cría. El rechazo que presenta una madre hacia su descendencia puede

deberse a múltiples factores, generalmente comprometen la integridad del potro. Se ha establecido una clasificación de acuerdo con Grogan y McDonnell, (2005), los cuales establecen que existen seis tipos de rechazo:

- 1) **Sobre protección del potro:** pero mal interpretada como agresividad. Los espacios pequeños suelen estar relacionados con este aspecto donde la yegua intenta colocarse entre la amenaza y el potro, pero los movimientos restringidos pueden lesionarlo, creando un ambiente de nerviosismo para la yegua con una alta probabilidad de daño hacia el neonato.

- 2) **Ambivalencia:** generalmente de yeguas primíparas o con dolor al momento del parto, este incluye un desinterés en el potro con recuperación de 18 a 36 horas posterior al parto, también es comúnmente observado con potros muy débiles o enfermos, al igual que en potros donde existió manipulación al momento del parto o posterior a este, afectando la impronta de la yegua y su cría. Si el comportamiento normal no se reanuda y ambos animales están sanos, una separación momentánea del potro y la madre se ha recomendado para evaluar y / o estimular el comportamiento materno (Davis, y Crowell. 2007). El comportamiento materno normal cuando se separa del potro incluye: caminar, dar vueltas, patear y vocalizar. El potro puede exhibir estos mismos comportamientos, lo que puede estimular a la yegua a responder. Las yeguas pueden ser estimuladas para que protejan a sus potros con la amenaza de que se acerquen otros caballos, incluso si están en pastizales adyacentes (Grogan y McDonnell, 2005).

- 3) **Miedo al potro:** El miedo al potro es más común en yeguas primíparas, éstas exhiben un comportamiento de huida ante el neonato, ya sea que éste se acerque intentando mamar o que ellas traten de olfatearlo, si ambos permanecen en un sitio con espacio reducido se compromete en gran medida la integridad del animal, debido a que la yegua puede mostrar conductas de agresión (Haupt, 2002). La yegua puede mostrar un comportamiento de miedo explosivo que podría poner en peligro al potro (Crowell-Davis y Haupt. 1986). Colocarlos en un área más grande permite que la yegua evite al potro sin lastimarse así misma o al neonato (McDonnell, 2012). La

desensibilización gradual del potro también se puede aplicar recompensando a la yegua por su comportamiento tranquilo a medida que el potro se acerca más y más (Kortterba *et al.*, 1990).

- 4) **Agresividad sólo al momento de amamantarse:** Esta se puede deber a nerviosismo, miedo o incomodidad, inclusive yeguas con dolor son las que más presentan este tipo de rechazo, se ha vinculado que los problemas de la glándula mamaria como mastitis son causantes de este comportamiento (Haupt, 2002). Las yeguas que no toleran la succión del potro suelen ser más tolerantes al ordeño manual. Estas yeguas pueden ser ordeñadas y el potro alimentado de una botella sostenida en la región inguinal de la yegua y luego el potro puede ser finalmente estimulado para mamar de la ubre (Chavatte, 1991).

- 5) **Ataque al potro:** Este no es del todo entendido, el rechazo puede surgir justo después del nacimiento o días después, aun teniendo una unión adecuada entre la madre y su cría. Generalmente la yegua es muy agresiva y no permite el acercamiento del potrillo en ninguna circunstancia (Haupt, 2002). La madre puede levantar, sacudir, arrojar o estampar y mantener al potro en el suelo. Puede haber o no un comportamiento de vinculación normal, dependiendo de cuándo la yegua se volvió agresiva hacia el potro (McDonell, 2012). El aspecto de agresión por parte de la yegua es el más peligroso, su comportamiento puede ir desde tener posturas amenazantes cuando el neonato se acerca hasta perseguir al potro, morderlo o patearlo (McCue, 2014)

- 6) **Robo de potro:** Aunque en muy poco común se ha identificado en yeguas que no tienen una buena producción láctea, el potro intenta mamar de otra yegua, si esta lo permite, su madre suele exhibir un comportamiento de poco interés hacia el potro “robado”.

A pesar de que otros autores sólo clasifican en tres los tipos de rechazo materno todos concuerdan con su prevalencia en yeguas primíparas, a pesar de diversos estudios sobre el control hormonal del parto no se ha evaluado una correlación en la cantidad de hormonas y la paridad de las yeguas (McDonell, 2003; Morel, 2008). El rechazo materno no sólo implica

un fuerte desapego entre la yegua y su cría, es un aspecto peligroso para la vida del recién nacido, el calostrarse es vital para su supervivencia, si la madre no lo permite se requiere de manejo rápido y cuidadoso para administrarlo al potro.

La mayoría de las yeguas primíparas y las que no lo son, pero son altamente agresivas eventualmente pueden aprender a aceptar a su potro. En casos en que el comportamiento de la yegua no cambie, es necesario separar al potro de la madre y darlo con una yegua adoptiva (Berlín, *et al.* 2018). Además, no sólo aspectos en la yegua pueden generar rechazo, también se ha comprobado que potros que son separados en intervalos largo en el posparto temprano son más comúnmente rechazados, así como aquellos con compromisos sistémicos importantes, (McCue, 2014).

Otro aspecto relevante es la crianza posterior del neonato huérfano, se ha relacionado que los potros criados por humanos exhiben vínculos humanos anormales (prefieren a las personas en vez de su especie) muestran comportamientos orales excesivos y desarrollan estereotipias, además de tener problemas para interactuar con otros equinos, haciéndose temerosos o con nerviosismo (Lawrson, 2012).

4.7.2.- Tratamientos contra el rechazo materno.

Se recomienda que las yeguas que exhiben una tendencia al rechazo materno (es decir, en partos anteriores lo han presentado) se monitoreen durante las primeras 48 horas posparto. La gran mayoría de las interacciones conductuales de rechazo ocurren dentro de las primeras 12 horas después del nacimiento (McCue, 2014).

Dependiendo de cómo la yegua se comporte con el potro, o el grado de rechazo que presente se pueden tomar ciertas medidas, entre las primeras incluye mantener a la yegua sujeta al ronzal o a la cuerda para corregirla. En caso de que presente algún comportamiento agresivo al potro, ofrecer heno o concentrado para distraerla, también se puede colocar a la yegua en una caja de manejo que reduzca sus movimientos y el alcance del potrillo (Van Dierendonck, *et al.* 2004). Se ha utilizado la implementación de otras yeguas nodrizas, inducir la lactación en yeguas no gestantes podría ser de gran utilidad para la producción equina, ya que son frecuentes los problemas en las yeguas madres, dejando potrillos huérfanos de alto valor económico y/o sentimental, sin embargo, aunque exista una fuente láctea se requiere

aceptación de la yegua para permitir el acercamiento del neonato a una nueva madre (Mateauda-Espinosa y Morales Trujillo *et al.*, 2019).

A).- Tratamiento farmacológico

Aunque la mayoría de estos son tranquilizantes, se ha comprobado su utilidad en casos de agresividad materna en equinos. La acepromacina (0.044–0.066 mg/kg IV) o sedada con una combinación de detomidina (0.0088–0.011 mg/kg IV) y butorfanol (0.011–0.022 mg/kg IV) para disminuir la agresión. Otro tipo de fármacos son las hormonas sintéticas que tienen cierto efecto positivo, progesterona vía oral, altrenogest (0.044–0.088 mg / kg PO, cada 24 horas) o bien algún analgésico debido a una posible relación del dolor durante el parto con un rechazo evidente (McCue, 2014)

B).- Tratamientos propioceptivos

Otros tratamientos incluyen la estimulación vagino cervical para inducir el aumento de oxitocina mientras el potro amamanta, colocar a la yegua y al potrillo en un corral adyacente a otra yegua para que de forma natural se externe el comportamiento materno entre diversos procedimientos más (McDonnell, 2003).

En un estudio se realizó una combinación de tratamiento hormonal y estimulación vagino cervical, induciendo en 16 yeguas no gestantes la lactancia mediante una combinación de estradiol, progesterona y un antagonista de la dopamina, ocho de las yeguas recibieron dos periodos de 3 minutos de estimulación vagino cervical cuando se introdujo el potro adoptivo, esto refleja una liberación de oxitocina desencadenada por este tratamiento (Porter *et al.*, 2002).

Recientemente se ha establecido un tratamiento con prostaglandinas sintéticas, observando no sólo una aceptación en el 95.2% de las yeguas tratadas, también una reducción del tiempo de aceptación (Barker *et al.*, 2018). En este estudio se recopilaron datos de los registros clínicos de 2014 a 2018, de yeguas a los que se les realizó este tratamiento, se tomaron algunos datos como la edad de la yegua adoptiva / tratada, la raza, historial reproductivo, tratamientos administrados junto con PGF2a, formulación y dosis de PGF2a, edad del potro, resultado y observaciones. La administración de PGF2a para inducir la conducta materna fue exitosa en 20 de 21 (95.2%) casos y en 20 de 25 (80.8%) intentos. En tres casos, el procedimiento se intentó dos o tres veces. En los casos de crianza, el procedimiento fue eficaz

en 17 yeguas y en el rechazo de potros fue eficaz en tres de las cuatro yeguas. El único caso en el que el tratamiento falló fue el de una yegua Árabe que rechazó a su propio potro, en el que se intentó el procedimiento dos veces. La edad media de la yegua adoptiva fue 13 años (rango 6-25; n = 12) y la yegua que rechaza a su propio potro fue 6.5 años (rango 4-9; n = 4), además, las yeguas que rechazaron fueron todas primíparas. No fue necesaria la estimulación vaginal-cervical, las dosis utilizadas fueron de 25 mg como dosis única de prostaglandinas (Lutalice® 5mg/ml)

Como se ha determinado, el comportamiento materno está fuertemente ligado con las concentraciones hormonales y éstas pueden influir de acuerdo con la paridad de las hembras, a pesar de los aspectos establecidos en otras especies todavía falta determinar algunos factores importantes en los equinos.

5.-HIPÓTESIS

Las yeguas que por primera vez experimentaron el parto muestran un comportamiento materno deficiente, lo cual está relacionado con cambios endócrinos (progesterona, prolactina, estradiol) diferenciales al final de la gestación y durante el parto, en comparación con yeguas multíparas.

6.- OBJETIVOS

- 1.- Caracterizar el comportamiento materno de las yeguas antes y después del parto, con el fin de evaluar el efecto del número de partos sobre el proceso de vinculación madre-cría.
- 2.- Evaluar el perfil hormonal (progesterona, estradiol y prolactina) antes y después del parto y su relación con el número de partos (primero o múltiples partos) y la expresión del comportamiento materno.
- 3.- Evaluar los periodos de amamantamiento durante los 3 días posteriores al parto con el fin de determinar si existen cambios significativos entre primíparas versus multíparas así como los niveles hormonales.

7.- MATERIALES Y MÉTODOS

Nota ética: Este proyecto fue revisado y aprobado por el subcomité interno para el cuidado y uso de los animales de experimentación del Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal (SICUAE/UNAM) con número de aprobación **SICUAE.MC-2021/2-5**.

7.1- Animales y condiciones de mantenimiento.

Se utilizaron 18 yeguas de la raza Pura Sangre Inglés las cuales fueron identificadas de acuerdo con sus señas particulares. Se monitorearon tres días previos a su fecha probable de parto y tres días posparto. Todas permanecían en un criadero privado ubicado en San Luis Potosí, en praderas de 6-8 hectáreas con forraje *ad libitum* (trébol blanco y pasto nativo) concentrado dos veces al día (8:00 am y 2:00pm) y agua *ad libitum*. El manejo de todas las yeguas fue realizado todo el tiempo por los mismos cuidadores y las gestaciones fueron monitoreadas durante el último tercio mediante ultrasonido transrectal.

7.2.- Grupos experimentales.

Para el proceso de registro las yeguas fueron divididas en dos grupos de acuerdo con su paridad: a) Primíparas (n=5) las cuales no habían tenido partos previos y con edades en promedio de 6 años, así como peso promedio de 557.57 kg y b) Multíparas (n=13) las cuales poseían más de un parto previo y con una edad de 15 años en promedio, como un peso promedio de 568.7 kg, Las yeguas fueron mantenidas en potreros de 3-4 hectáreas los cuales se asignaban de acuerdo con su tiempo de gestación y con una carga animal de 5 yeguas por potrero.

7.3- Proceso experimental

7.3.1.- Medición de conductas de las yeguas antes del parto

Los animales fueron monitoreados desde las 72 horas antes de la fecha estimada de parto, se realizaron observaciones diariamente con el método de barrido o escaneo (Bateson y Martin, 2021) durante 3 horas por la mañana (08:00 a 11:00) y 3 horas por la tarde (14:00 a 17:00 horas), los escaneos se hicieron cada 15 minutos con el fin de registrar las conductas preparto. Las conductas registradas en las yeguas al momento del barrido fueron:

Aislamiento social: La yegua se aleja de la manada y permanece así hasta 30 minutos

Intolerancia social: No permite el contacto con otras yeguas, realiza conductas agresivas hacia ellas tales como colocación de las orejas hacia atrás, patadas, mordidas o persecuciones.

Relinchos: Vocalizaciones de larga duración emitidas por la yegua.

Inquietud: Muestra signos de dolor, se revuelca, mira sus flancos, orina, extiende miembros anteriores y posteriores (alagarta).

Camina: Las yeguas se desplazan de un punto A a B al paso.

Comiendo: Ingiere alimentos ya sea concentrado o pasto.

Corre: La yegua se desplaza al trote o galope de un punto A a B.

Inactiva: Permanece en un sitio, en cuadripedestación con movimientos ligeros de la cola.

Bebe: La yegua ingiere agua.

Echada: Permanece en decúbito lateral o esternal (Figura 4).



Figura.4.- Yegua echada. Se observa al fondo de la imagen una yegua en decúbito esternal, mientras que en la parte inferior izquierda una yegua gestante realizando la conducta de alimentación y en la parte inferior derecha una yegua caminando. (Imagen tomada por Sánchez-Montes, 2021).

7.4.- Medición de comportamiento de las yeguas y sus potros durante las primeras horas postparto

Cuando se detectaron los signos inminentes al parto los cuales fueron incomodidad junto con la presentación de la bolsa y líquido amnióticos, se inició una observación directa mediante el método de registro focal, los datos fueron anotados en hojas reformateadas, esta observación tuvo una duración de 2 horas a partir de la presencia de los signos inminentes de parto.

Las conductas registradas en las madres fueron:

Latencia de asomar de la bolsa amniótica: Tiempo desde los signos de incomodidad hasta la aparición de la bolsa amniótica.

Latencia de asomar las extremidades: Tiempo transcurrido entre el asomar la bolsa amniótica y el asomar las extremidades.

Latencia de expulsión de la cría: Tiempo desde que se asomó la bolsa amniótica hasta que salió todo el potro del canal del parto.

Latencia de lamer: Tiempo en que la yegua comenzó a lamer a su cría desde la expulsión.

Amamantamiento: Latencia y duración en que la yegua permite al neonato acercarse a la ubre y amamantarse, asimismo la yegua flexiona el cuello y estimula el acercamiento del potro.

Vocalizaciones: Sonidos tipo relinchos de la madre u otros sonidos maternos.

Posición de parto: Se registró si la yegua parió en decúbito esternal, lateral derecho, lateral izquierdo o en cuadripedestación.

Latencia de levantarse: Tiempo en que la yegua se colocó en cuadripedestación desde que expulsó al potro.

Agresión a la cría: Se registraron agresiones tales como posicionamiento de las orejas hacia atrás, intentos de patadas hacia la cría, intentos de mordidas, o intento de huida del neonato, también se registraron si estas ocurrían.

Motivación materna: Esta variable se registró en la madre mientras al potro se le realizaban las estimaciones de peso y temperatura corporal. El interés materno fue categorizado en tres niveles de acuerdo con la escala establecida por (Dwyer y Lawrence 2000):

1 = Poco o nulo interés: cuando a la madre no le interesa el manejo de su cría, se voltea o hace otra cosa y tampoco emite vocalizaciones.

2 = Mediano interés: cuando la madre no se acerca a su cría, pero si la sigue con la vista y le emite vocalizaciones.

3 = Muy interesada: cuando la madre sigue al lugar en donde está su cría, se acerca a ella, la olfatea y lame, además de vocalizar continuamente.

Las conductas registradas en los potros fueron:

Latencia de expulsión: Tiempo entre asomar la bolsa amniótica y expulsión completa del potrillo.

Intentos de incorporarse: Frecuencia del neonato para colocarse sobre decúbito esternal y apoyarse en sus miembros anteriores y posteriores sin lograr ponerse en cuadripedestación por más de 5 segundos.

Latencia de incorporarse: Tiempo que tardó el potro en lograr ponerse en cuadripedestación desde la expulsión, logrando permanecer durante al menos 5 segundos en dicha postura.

Búsqueda de la ubre: Latencia de iniciar la búsqueda de la ubre desde que el potro se colocó en cuadripedestación. El potro utilizó sus belfos para hallar la ubre teniendo contacto con la madre, ya sea en los miembros anteriores, posteriores o el abdomen de la yegua.

Latencia de alcance a la ubre: Tiempo en el que el neonato llegó a la ubre desde la expulsión y logró su alcance e ingirió calostro.

Duración del primer episodio de amamantamiento: Tiempo total del primer episodio de amamantamiento desde que el potro toma el pezón e ingiere el calostro.

Vocalizaciones: Número de sonidos tipo relinchos leves emitidos por el potro.

7.5.- Medición de las conductas de amamantamiento durante los primeros tres días posteriores al parto

Se registraron conductas del potro y la yegua a las 24, 48 y 72 horas posparto. Los potrillos fueron identificados mediante sus marcas particulares, para poder realizar las observaciones a distancia (10-15 m) y con ayuda de binoculares. Durante esta observación se registraron los ritmos de amamantamiento en dos periodos al día: 3 horas continuas por la mañana y 3 por la tarde (08:00 a 11:00 y de 14:00 a 17:00 h). Este registro se hizo mediante el muestreo

focal por intervalos de tiempo (Bateson y Martín, 2021), el cual iniciaba una vez que se detectaba el inicio de un episodio de amamantamiento. Durante esta observación se anotaban las siguientes conductas en una hoja preformateada:

- Identidad de quien inicia el episodio de amamantamiento (potro o yegua)
- Identidad de quien finalizó el episodio (potro o yegua).
- Duración total del episodio (en minutos o segundos).
- Respuesta de la yegua al amamantamiento (categorizada en rechazo o aceptación).
- Total de episodios de amamantamiento a lo largo de la observación (Figura 5).



Figura 5.- Episodio de amamantamiento en un neonato equino. (Imagen tomada por Sánchez-Montes 2021)

7.6.- Registros no conductuales.

a).- En la yegua

Duración de la gestación: Se registró el tiempo (en días) de duración total de la gestación considerada a partir de la monta y hasta el momento del parto.

Ayuda al parto: Se registró si la yegua requirió de asistencia para concluir el parto, y el tipo de distocia notada.

b) En el potrillo

Peso corporal.: Se estimó el peso corporal 3 horas después del nacimiento con ayuda de una cinta métrica y con la cual se hizo la medición del diámetro torácico,

estableciendo el peso mediante la fórmula $DT (m) ^3 \times 90$ validada para potros recién nacidos (Marcenac y Aublet, 1964).

Altura del potro: Mediante una cinta métrica 3 horas después del nacimiento se midió desde la cruz hasta el piso la altura del neonato

Temperatura rectal.- A las 3 horas de nacidos se midió su temperatura rectal con ayuda de un termómetro mercurial.

Sexo de la cría: Registro del sexo (hembra o macho) del potro.

Ayuda para levantarse: Se registró si los potros requirieron ayuda para incorporarse.

Ayuda para amamantar: Se registró si los potros requirieron manejo para dirigirlos a la ubre o al pezón de la yegua.

7.7.- Muestras de sangre y determinaciones hormonales.

Se midieron las concentraciones plasmáticas de las siguientes hormonas: progesterona, prolactina y estradiol a cada una de las yeguas. Los horarios de toma de muestra se establecieron en la mañana de (8:30 a 11:00 am), las yeguas fueron sujetadas por una persona ya conocida por ellas mediante un almartigón y ronzal, se realizó limpieza de la zona mediante torundas de algodón impregnadas con alcohol, obliterando la vena yugular en la porción distal al sitio de la punción, las cuales fueron colectadas en dos tubos de 5 ml c/u, uno con EDTA y el otro sin anticoagulante Los momentos de toma de muestra (Figura 6) fueron. 1) Una muestra semanal durante las 4 últimas semanas de gestación 2) Una muestra diaria desde las 72 horas de la fecha estimada de parto 3) Posteriormente a las 1,2,4,8,12,24,48 y 72 horas postparto

Una vez obtenidas las muestras fueron resguardadas y refrigeradas a 4°C hasta su procesamiento (no mayor a 4 horas). Estas muestras fueron centrifugadas a 3500 r.p.m, durante 20 minutos. Una vez separado el plasma o suero fue vaciado en tubos Eppendorf, las muestras fueron identificadas y colocadas en un congelador a -20°C para su conservación hasta las determinaciones. Se utilizó el plasma para medir progesterona y estradiol, mientras el suero fue utilizado para medir la prolactina debido a las especificaciones del fabricante del reactivo. Las determinaciones de las tres hormonas se hicieron mediante la técnica de ELISA.

Para la evaluación de todas las hormonas se utilizaron kits de inmunoensayo enzimático DRG® para la determinación cuantitativa en plasma de progesterona y estradiol, además de la utilización de suero para la prueba de prolactina utilizando un anticuerpo monoclonal (de ratón) dirigido hacia un sitio antigénico, posteriormente mediante un lector de microplacas calibrado a 450 nm se realizaron las determinaciones. Dichos ensayos obtuvieron curvas estándar adecuadas, además de ser validados previamente para la cuantificación de progesterona, estradiol y prolactina en yeguas (Relave, *et al.* 2007). Todas las curvas y ensayos fueron válidas (evaluadas con la apreciación de la pendiente, ajuste de curva).



Figura 6. Toma de muestras 72 horas posteriores al parto. Se obtenían 10 ml de sangre divididos en 2 tubos (6ml sin anticoagulante y 4ml con anticoagulante). Imagen tomada por Álvarez Leguizamo, (2021).

7.8.- Análisis estadístico

Las variables fisiológicas y productivas fueron sometidas a un análisis multivariado para observaciones repetidas. Mientras que los comportamientos fueron analizados con las pruebas de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney para comparaciones entre grupos, así como las pruebas de Friedman y Wilcoxon para comparaciones dentro de grupos. El análisis estadístico de los niveles de prolactina en sangre se hizo con una prueba no paramétrica de U de Mann Whitney, debido a que la mayoría de las mediciones no tuvieron una distribución normal. Se realizó una prueba de matriz de correlación de Pearson, con probabilidad mediante Bonferroni para relacionar hormonas y comportamientos. Las proporciones fueron analizadas con la ayuda de una prueba de Pearson. Los datos fueron analizados con ayuda del programa SYSTAT 13.0 (SPSS Inc.; Chicago Illinois, USA).

8.- RESULTADOS

8.1.- Conductas de las yeguas antes del parto.

8.1.1 Conducta de inactividad.

Las yeguas multíparas estuvieron más inactivas que las yeguas primíparas (Figura 7) en los días 3 y 2 previos al parto que las yeguas primíparas ($p=0.039$). Asimismo, se observa una tendencia en las yeguas multíparas a estar en menor frecuencia inactivas conforme se acercaba el momento del parto ($p=0.088$ y 0.063).

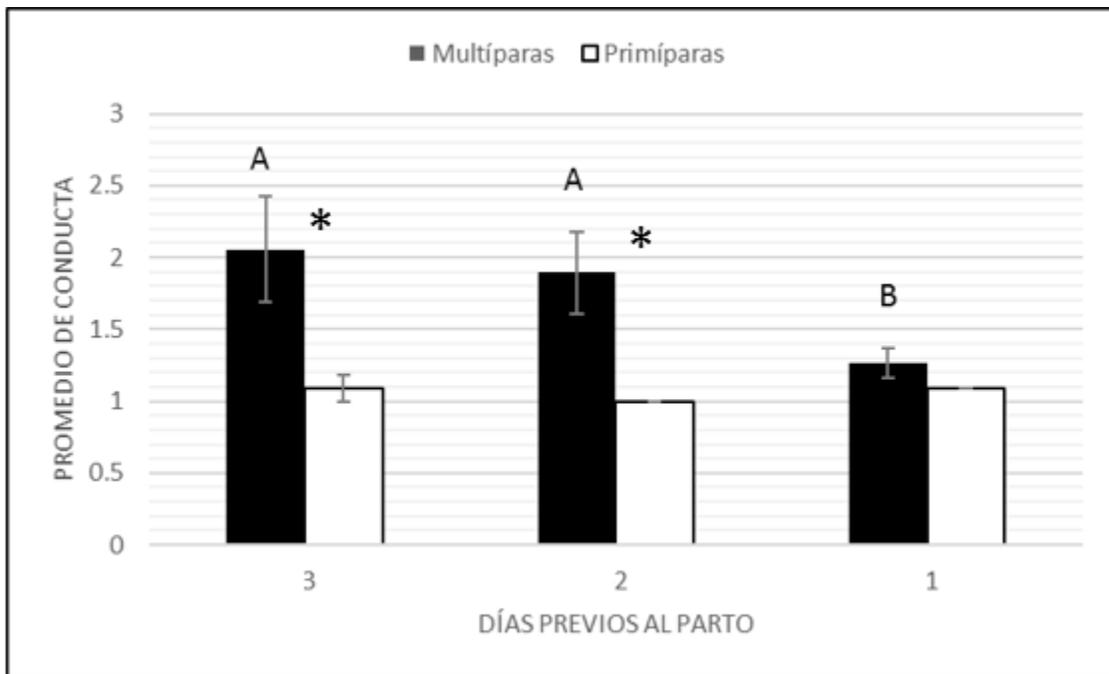


Figura 7.- Promedio de la conducta de inactividad presente en los grupos de yeguas (media \pm e.e.) en la observación de tres días previos al parto. Las letras mayúsculas indican una tendencia dentro del mismo grupo a través del tiempo ($p=0.088$ y 0.063), mientras que los asteriscos denotan diferencias entre grupos el mismo día, ($p<0.05$).

8.1.2.- Conducta de consumo de agua.

En los días 3 y 2 previos al parto se puede observar que en promedio las yeguas multíparas hicieron en mayor frecuencia la conducta de consumo de agua que las primíparas ($p=0.012$, Figura 8). Asimismo se observó que las yeguas multíparas tuvieron un descenso en esta conducta conforme se acercaba el parto ($p<0.034$) mientras que en las yeguas primíparas no se encontró tal efecto.

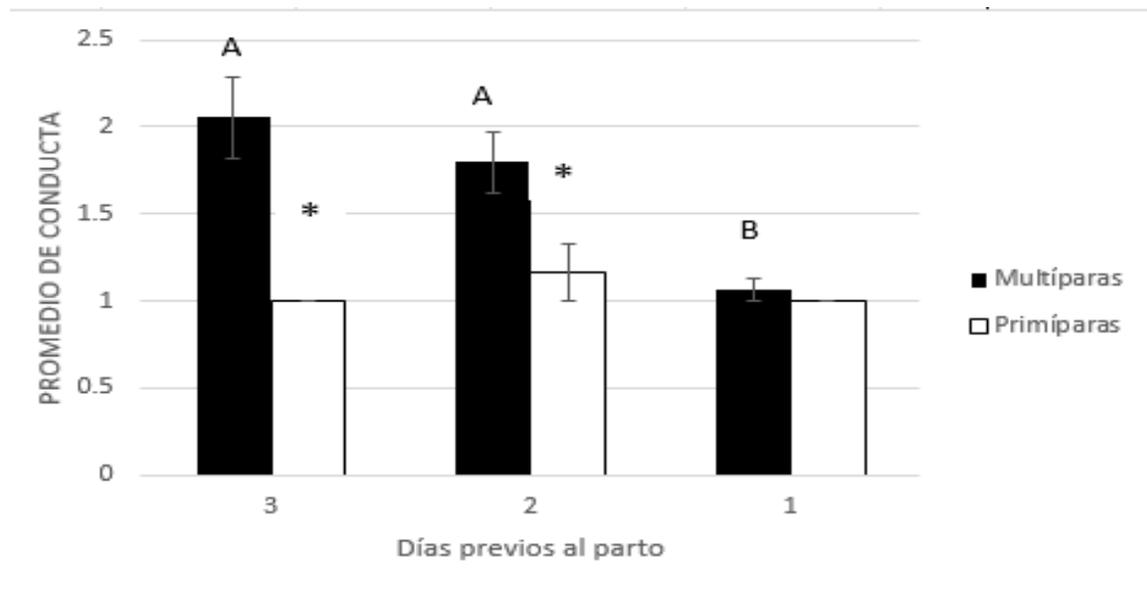


Figura 8.-Promedio de yeguas que se encontraban bebiendo en la observación de tres días previos al parto (media \pm e.e.). Las letras mayúsculas indican diferencia dentro del mismo grupo a través del tiempo, mientras que los asteriscos denotan diferencias entre grupos el mismo día ($P<0.05$).

8.1.3.- Conducta de consumo de alimento.

En los días 3, 2 y 1 previos al parto se puede observar que el promedio de comportamiento de ingestión de alimento “comiendo” (Figura 9) difirió entre grupos, las yeguas multíparas hicieron en promedio más esta conducta que las primíparas ($p < 0.0001$). Por su parte en ambos grupos se observa que el promedio de realizar este comportamiento fue disminuyendo conforme se acercaba el parto ($p < 0.0001$).

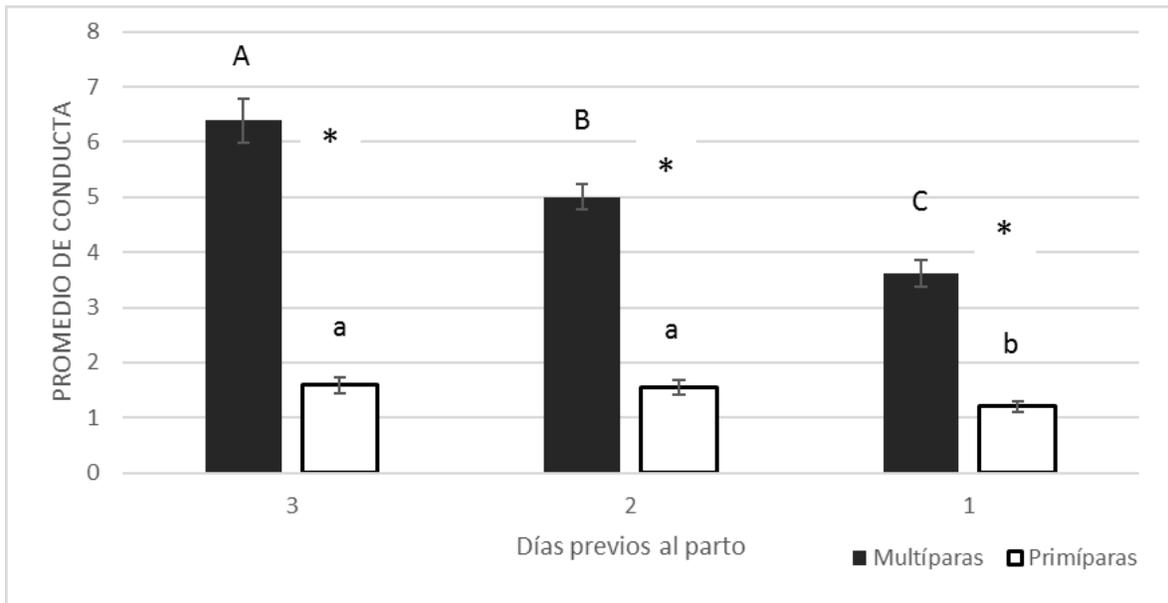


Figura 9. - Promedio de yeguas que se encontraban comiendo en la observación de tres días previos al parto (media±e.e.). Las letras minúsculas indican diferencia dentro de primíparas, mientras que las mayúsculas indican diferencia dentro de multíparas a través del tiempo, los asteriscos denotan diferencias entre grupos el mismo día, ($p < 0.05$).

8.1.4.- Conducta de inquietud.

En los días 2 y 1 previos al parto se puede observar que el promedio de la conducta de inquietud (Figura 10) difirió entre grupos, las yeguas multíparas hicieron en promedio más esta conducta en comparación con las primíparas (día 2 $p=0.056$, día 1 $p=0.031$).

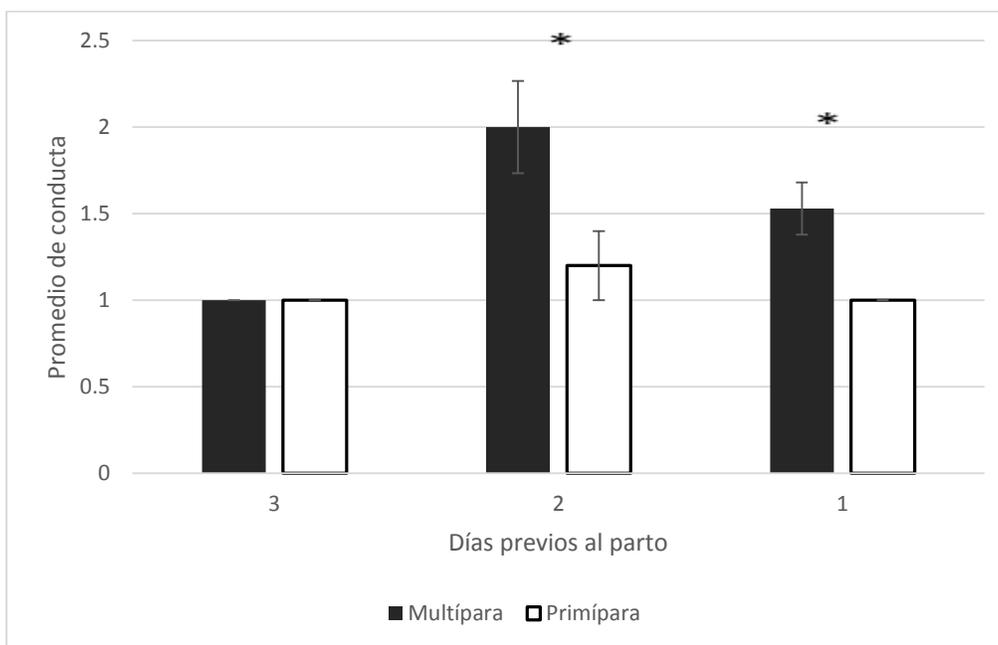


Figura 10.- Promedio de la conducta de inquietud en la observación de tres días previos al parto (media \pm e.e.), los asteriscos denotan diferencias entre grupos el mismo día, ($p<0.05$).

8.1.5.- Conducta de cuadripedestación.

En los días 3, 2 y 1 previos al parto se puede observar que el promedio de la conducta de cuadripedestación (Figura 11) difirió entre grupos, las yeguas multíparas hicieron en promedio más esta conducta que las primíparas ($p < 0.001$). Por su parte para ambos grupos se observa que el promedio de realizar este comportamiento fue disminuyendo conforme se acercaba el parto ($p < 0.001$). Aunque en primíparas se observó una tendencia para el día 3, 2 y 1 ($p < 0.053$).

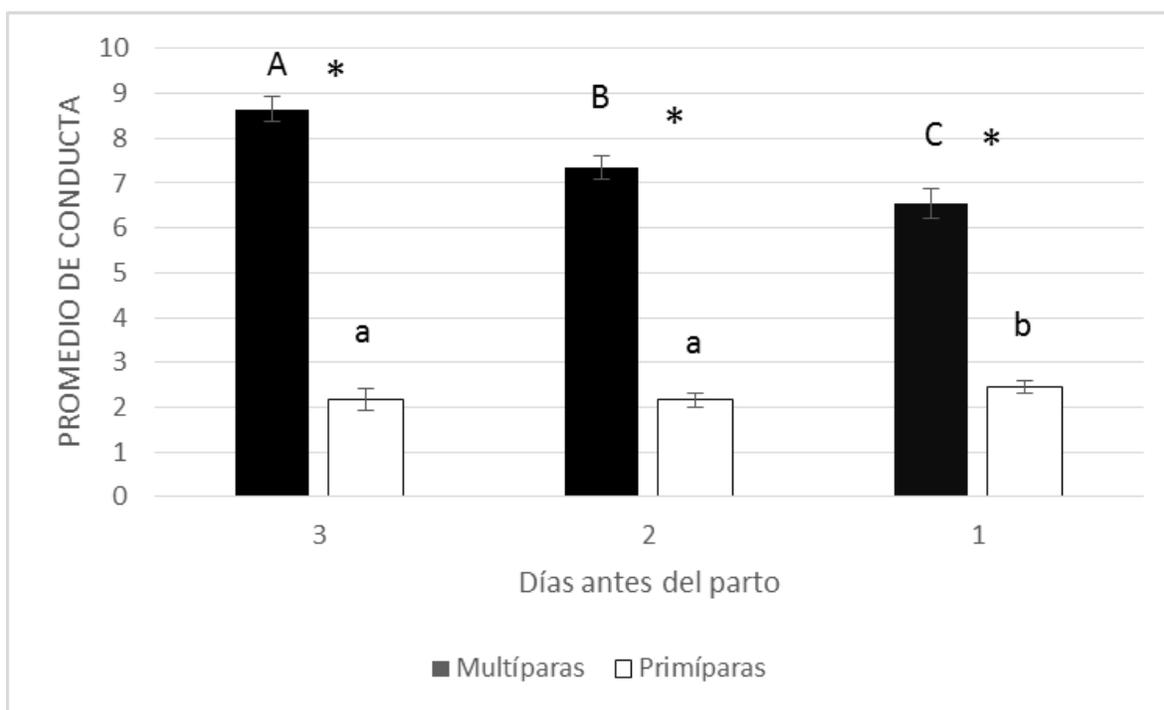


Figura 11.-Promedio de conductas de “cuadripedestación” tres días previos al parto en las yeguas primíparas y multíparas (media±e.e.). Las letras minúsculas indican diferencia dentro de primíparas, mientras que las mayúsculas indican diferencia dentro de multíparas a través del tiempo, los asteriscos denotan diferencias entre grupos el mismo día, ($p < 0.05$).

8.1.6.- Conducta de estar caminando.

Sólo se encontró que en el día 2 previo a la fecha de parto las yeguas multíparas mostraron una tendencia a poseer mayor frecuencia de estar caminando (Figura 12) en comparación a las yeguas primíparas ($p=0.056$). No se encontraron más diferencias significativas ni entre grupos, ni a lo largo del tiempo ($p>0.05$).

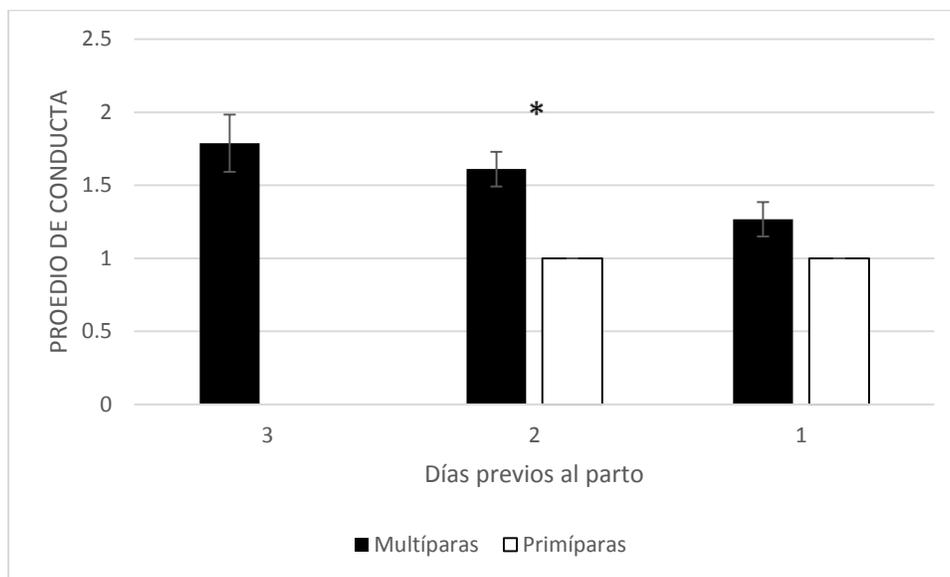


Figura 12.-Promedio de las veces en la conducta de estar caminando durante la observación tres días previos al parto (media±e.e.) en yeguas primíparas y multíparas. Los asteriscos denotan diferencias entre grupos el mismo día ($p=0.056$).

8.2.-Comportamiento de las yeguas y sus potros durante las primeras horas postparto.

8.2.1.- Comportamiento durante el parto de las yeguas.

En la tabla 1 se pueden observar las conductas registradas en las yeguas durante el periodo inmediatamente después del parto. De manera general se observó que no hubo diferencias significativas entre las conductas mostradas por las yeguas primíparas y múltiparas ($p > 0.05$)

Tabla 1.- Conductas (media \pm e.e.) registradas durante e inmediatamente después del parto en yeguas que parían por primera vez versus yeguas que ya tenían partos previos. Se excluyó un potro del grupo de las yeguas primíparas debido a que el parto fue prematuro (310 días) y no se observó estos eventos

| Variable | Múltiparas | N | Primíparas | N | Valor de P |
|--|--------------------|----|-----------------|---|------------|
| Tiempo entre asomar bolsa y extremidades (s) | 189.23 \pm 73 | 13 | 285 \pm 226.5 | 4 | 0.81 |
| Latencia de expulsión desde que asomó la bolsa amniótica (s) | 498.46 \pm 218 | 13 | 555 \pm 260.9 | 4 | 0.56 |
| Latencia de expulsión desde que asomó las extremidades (s) | 276.92 \pm 146 | 13 | 270 \pm 34.6 | 4 | 1.00 |
| Latencia de levantarse desde asomarse la bolsa amniótica (s) | 1,167.69 \pm 837 | 13 | 915 \pm 299.5 | 4 | 0.84 |
| Latencia de levantarse desde la expulsión (s) | 452.30 \pm 440 | 13 | 300 \pm 109.5 | 4 | 0.68 |
| Latencia lamer al potro desde su expulsión (s) | 720 \pm 503 | 13 | 675 \pm 231.7 | 4 | 0.68 |
| Vocalizaciones yeguas (veces emitidas) | 5.76 \pm 5 | 13 | 5.40 \pm 1.1 | 5 | 0.45 |
| Índice de motivación materna | 2.30 \pm 0.5 | 13 | 2.60 \pm 0.5 | 5 | 0.26 |

8.2.2.- Tipo de parto (Eutócico o Distócico) de acuerdo con el grupo.

Como se observa en la figura 13 hubo una mayor proporción de yeguas multíparas que tuvieron partos normales o eutócicos en comparación con las primíparas ($p=0.020$). Al comparar dentro de grupo se encontró que sólo en las multíparas la proporción de partos eutócicos fue mayor que de distócicos ($p=0.002$).

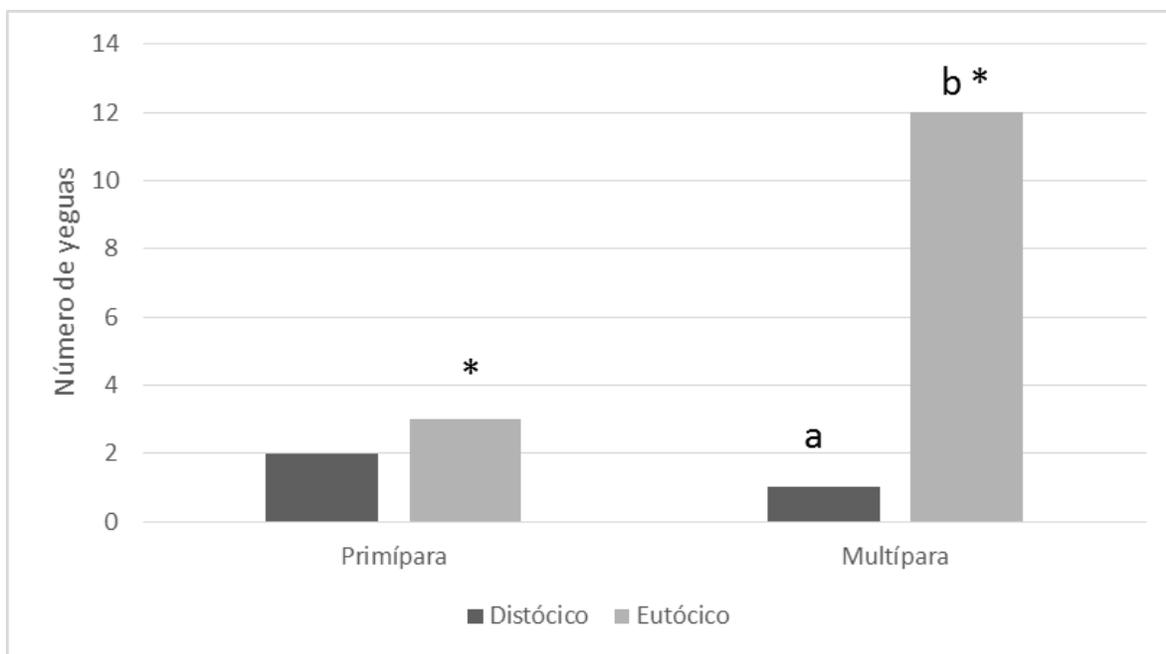


Figura 13.- Proporción de yeguas que tuvieron partos distócicos o eutócicos por paridad. El asterisco indica diferencias entre primíparas versus multíparas en los partos eutócicos. Literales distintas indican diferencias dentro de las multíparas entre partos distócicos versus eutócicos ($p<0.05$)

8.2.3.- Posición para parir.

En la figura 14 se muestra la proporción de yeguas que parieron en posición decúbito lateral derecho o decúbito lateral izquierdo. Se encontró que hubo una mayor proporción de yeguas multíparas que parieron en posición decúbito lateral izquierdo en comparación con las primíparas ($p=0.005$). Al comparar dentro de grupo se encontró que las primíparas parieron en mayor frecuencia en la posición de decúbito lateral derecho que del izquierdo ($p=0.025$)

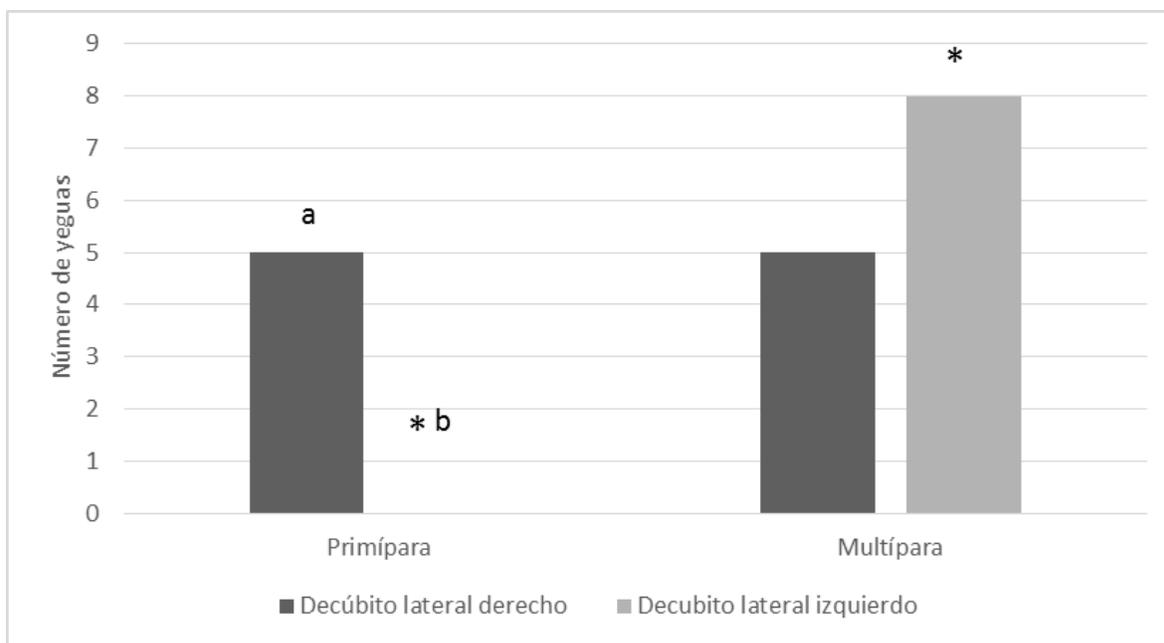


Figura 14.- Proporción de yeguas que tuvieron su parto en la posición decúbito lateral derecho o decúbito lateral izquierdo, por paridad. El asterisco indica diferencias entre primíparas versus multíparas en la posición izquierda. Literales distintas indican diferencias dentro de las primíparas entre las posiciones derecha versus izquierda ($p<0.05$).

8.2.4.- Horario de parto.

Como se observa en la figura 15 se encontró que hubo una mayor proporción de yeguas multíparas en comparación a primíparas que parieron por la noche, ($p=0.046$). Dentro de grupos en las yeguas multíparas los partos ocurrieron en mayor frecuencia en la noche que en el día ($p=0.002$).

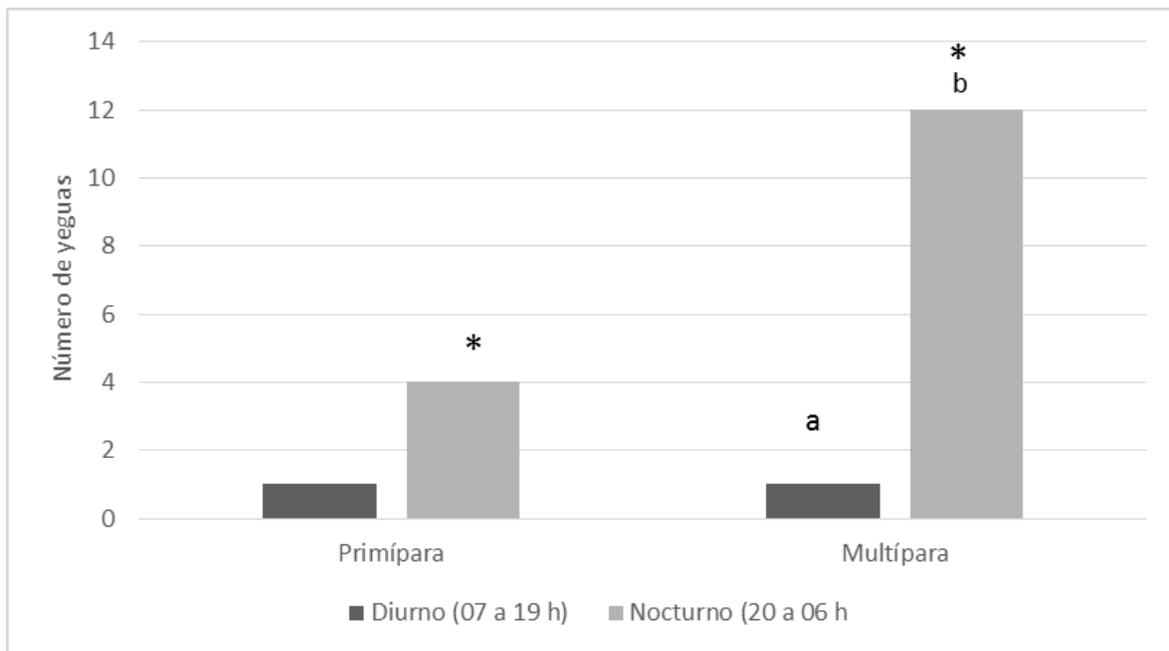


Figura 15.- Proporción de yeguas por paridad que tuvieron su parto durante el día (7 a 19 horas) o durante la noche (20 a 6 horas). El asterisco indica diferencias entre primíparas versus multíparas, en el horario vespertino. Literales distintas indican diferencias dentro de las multíparas entre los horarios de parto ($p<0.05$).

8.2.5.- Conductas en el potro durante las primeras dos horas postparto.

En la tabla 2 se muestran los datos registrados en los potros inmediatamente después del nacimiento y dos horas posteriores. No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables registradas entre los potros nacidos de hembras primíparas versus multíparas ($p>0.05$).

Tabla 2.- Conductas (media \pm e.e.) registradas inmediatamente después del nacimiento en los potros nacidos de yeguas primíparas o multíparas, en el número de muestra para el grupo de las primíparas no se tomó en cuenta a un neonato debido a que esos aspectos no fueron observados.

| Variables | Multíparas | N | Primíparas | N | Valor de P |
|---|-------------------------|----|----------------------|---|------------|
| Intentos por incorporarse | 10.61 \pm 6.04 | 13 | 4.75 \pm 1.70 | 4 | NS |
| Latencia de levantarse desde la expulsión (s) | 1,306.15 \pm 1,268.34 | 13 | 1,830 \pm 1046.70 | 4 | NS |
| Latencia de estar de pie desde la expulsión (s) | 2,769.23 \pm 2,578.70 | 13 | 4,185 \pm 4,41.72 | 4 | NS |
| Latencia de amamantarse desde la expulsión (s) | 9,083.07 \pm 9,732.35 | 13 | 7,650 \pm 2,156.38 | 4 | NS |
| Duración del primer amamantamiento (s) | 127.46 \pm 43.88 | 13 | 98.00 \pm 23.79 | 5 | NS |
| Vocalizaciones totales potro | 5 \pm 2.73 | 13 | 3.40 \pm 1.67 | 5 | NS |

8.2.6.- Proporción de potros que requirieron ayuda para levantarse.

En la figura 16 se observa la proporción de potros que requirieron ayuda para incorporarse tanto de yeguas primíparas como de multíparas. Se encontró que hubo una mayor proporción de potros nacidos de yeguas multíparas que no requirieron ayuda para levantarse en comparación con el grupo de primíparas ($p=0.052$). De hecho, al comparar dentro de grupo en las multíparas hubo una menor proporción de potros que no requirieron ayuda en comparación de los que sí requirieron.

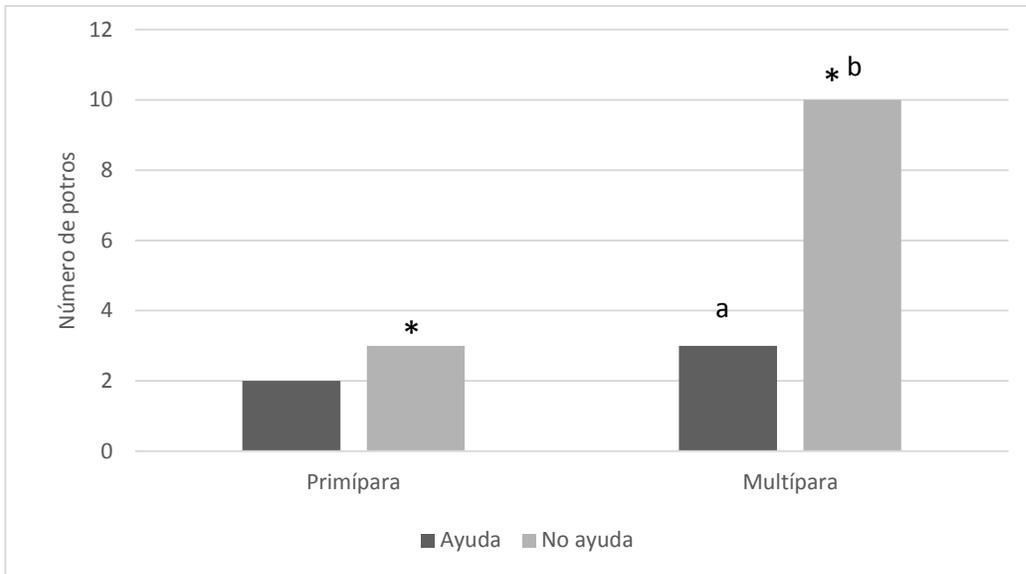


Figura 16.- Proporción de potros que requirieron o no ayuda para levantarse dependiendo de la paridad de las yeguas. El asterisco indica diferencias entre primíparas versus multíparas en los que no requirieron ayuda. Literales distintas indican diferencias dentro de las multíparas ($p < 0.05$).

8.2.7.- Proporción de potros que requirieron ayuda para amamantar.

En la figura 17 se observa la proporción de potros que requirieron ayuda para alimentarse de sus madres. No se encontraron diferencias entre grupos ($p > 0.05$), ni dentro de grupo en las crías que requirieron o no ayuda para alimentarse ($p > 0.5$).

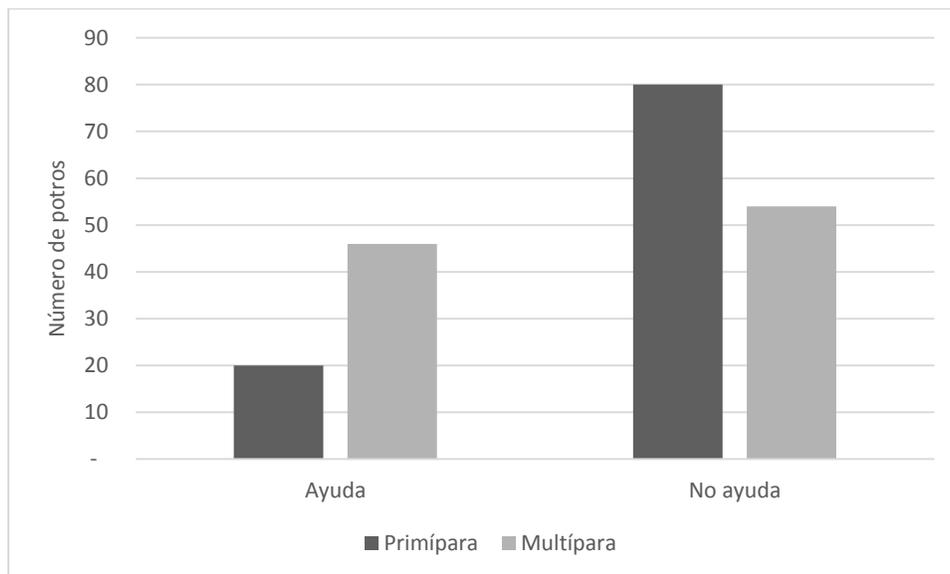


Figura 17.- Proporción de potros que requirieron ayuda o no para alimentarse dependiendo de la paridad de las yeguas. No se encontraron diferencias ni entre grupos, ni dentro de grupos ($p > 0.05$).

8.3.- Conductas de amamantamiento durante los primeros tres días posteriores al parto.

8.3.1.- Frecuencia de aceptación al amamantamiento.

Se observa que en el día 1 postparto, durante las observaciones matutinas las yeguas multíparas, tuvieron mayores frecuencias de aceptaciones al amamantamiento (Figura 18) en comparación con las primíparas ($p=0.047$). En contraste, en ese mismo día, pero en el turno vespertino las primíparas tuvieron mayores frecuencias de aceptaciones al amamantamiento que las multíparas ($p=0.030$). En los demás días y en los distintos turnos no se observaron diferencias significativas entre grupos ($p>0.05$).

Cuando se comparó dentro de grupo, se encontró que en el día uno en las multíparas la frecuencia de aceptaciones al amamantamiento fue mayor en el turno matutino que en el vespertino ($p=0.011$). En contraste en el día tres las multíparas tuvieron más aceptaciones al amamantamiento en el turno vespertino, que en el matutino ($p=0.029$)

No se encontraron más diferencias significativas dentro de grupos en los distintos días de medición, ni en los distintos turnos ($p>0.05$).

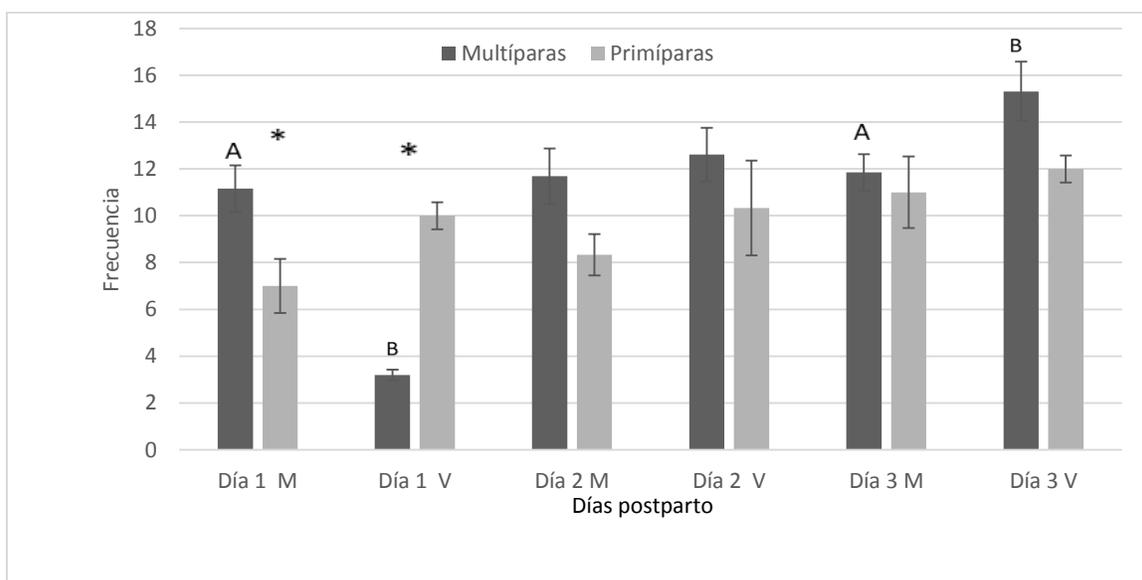


Figura 18.- Frecuencia de aceptaciones al amamantamiento (media±e.e.) en las yeguas primíparas y multíparas, durante las observaciones realizadas en el turno matutino (M) o el vespertino (V), en los tres días posteriores al parto. Literales distintas indican diferencias entre turnos dentro de un mismo grupo y día ($P<0.05$). El asterisco indica diferencias entre grupos dentro de un mismo turno ($p<0.05$).

8.3.2.- Frecuencia de rechazo al amamantamiento.

Se observa que en los días 1, 2 y 3 postparto, durante las observaciones matutinas, las yeguas primíparas tuvieron mayores frecuencias de rechazos al amamantamiento que las yeguas multíparas (día 1 $p=0.001$; día 2 $p=0.018$; día 3 $p=0.037$, Figura 19). En tanto que, durante los tres días, pero en las observaciones realizadas en el turno vespertino, no se encontraron diferencias entre grupos ($p>0.05$).

Cuando se comparó dentro de grupo no se encontraron diferencias significativas entre las mediciones realizadas por la mañana versus la tarde, en ninguno de los tres días de lactancia ($p>0.05$).

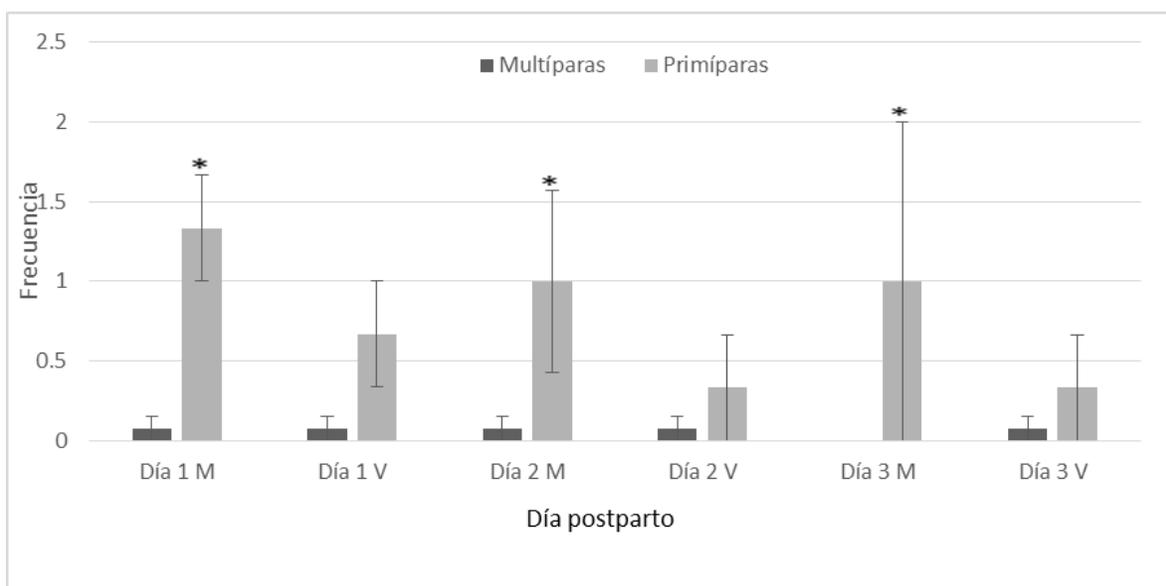


Figura 19.- Frecuencia de rechazos al amamantamiento (media±e.e.) en las yeguas primíparas y multíparas, durante las observaciones realizadas por la mañana o por la tarde, en los tres días posteriores al parto. El asterisco indica diferencias entre grupos dentro de un mismo turno ($p<0.05$). M= matutino, V= vespertino.

8.3.3.- Frecuencia del total de episodios de amamantamiento.

Se observa que sólo en el día 1 postparto en el turno vespertino, la frecuencia total de episodios de amamantamiento fue mayor en las yeguas multíparas que en las primíparas ($p=0.036$ Figura 20). En los demás días y horarios de medición no se encontraron diferencias significativas entre primíparas versus multíparas ($p>0.05$).

Cuando se comparó dentro del grupo, se encontró en el día 1 que las yeguas multíparas tuvieron mayores episodios de amamantamiento en el turno vespertino en comparación al turno matutino ($p=0.011$). Un resultado similar se observó en el día 3 postparto para el mismo grupo de yeguas ($p=0.020$, Figura 20). No se encontraron más diferencias significativas dentro de grupo ni entre días, ni entre turnos ($p>0.05$).

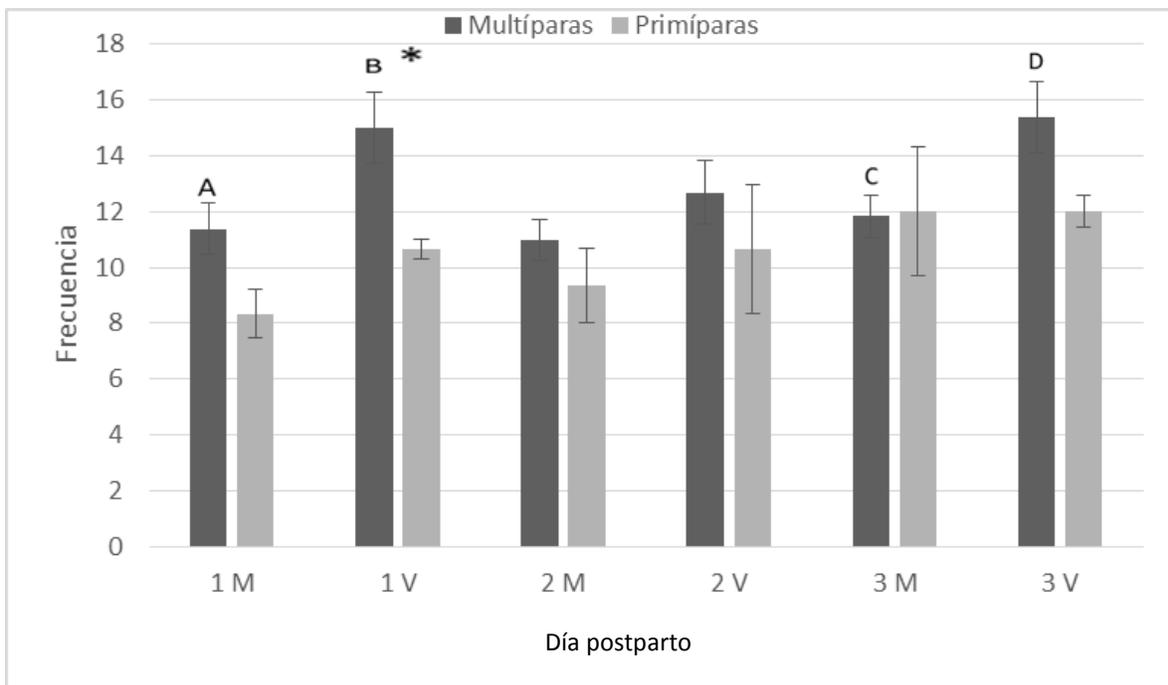


Figura 20.- Frecuencia total de episodios de amamantamiento (media±e.e.) en las yeguas primíparas y multíparas, durante las observaciones realizadas por la mañana o la tarde, en los tres días posteriores al parto. Literales distintas indican diferencias entre turnos dentro de un mismo grupo y día ($p<0.05$). El asterisco indica diferencias entre grupos en el mismo turno ($p<0.05$). M= matutino, V= vespertino.

8.3.4.- Frecuencia de episodios de amamantamiento donde inicia el potro.

Se observa que en los días 1 y 2 postparto en el turno matutino la frecuencia de episodios de amamantamiento donde inició el potro (Figura 21) tendió a ser mayor en el grupo de las multíparas que en el de primíparas ($p < 0.058$). En contraste en el día uno, pero vespertino, la mayor frecuencia de episodios donde inicia el potro se hizo en el grupo de primíparas ($p = 0.036$).

Por su parte en el día 3, pero en el turno vespertino, la frecuencia de episodios en donde inició el potro tendió a ser mayor en el grupo de multíparas versus primíparas ($p = 0.096$). No se encontraron más diferencias entre grupos.

Cuando se comparó dentro del grupo de multíparas, se encontró que en el día 1 los episodios iniciados por el potro fueron mayores en el turno matutino que en el vespertino ($p = 0.008$). Un resultado similar se observó en el día 3 postparto para las yeguas multíparas, nuevamente la frecuencia de episodios iniciados por el potro fue mayor en el turno matutino que en el vespertino ($p = 0.040$, Figura 23). No se encontraron más diferencias significativas dentro de grupo ni entre días, ni entre turnos ($p > 0.05$).

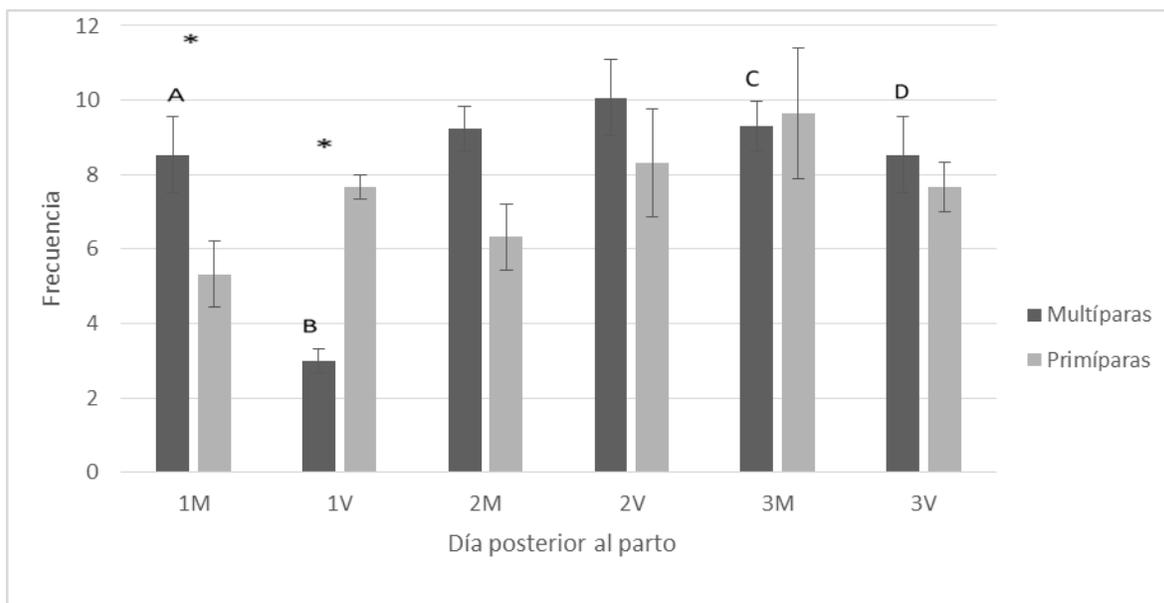


Figura 21.- Frecuencia de episodios de amamantamiento iniciados por el potro (media±e.e.) en yeguas primíparas y multíparas, durante las observaciones realizadas por la mañana o la tarde, en los tres días posteriores al parto. Literales distintas indican diferencias entre turnos dentro de un mismo grupo y día ($p < 0.05$). El asterisco indica diferencias entre grupos dentro de un mismo turno ($p < 0.05$). M= matutino, V= vespertino.

8.3.5.- Frecuencia de episodios de amamantamiento donde finaliza el potro.

Se observa que en el día 1 postparto en el turno vespertino la frecuencia de episodios de amamantamiento donde finalizó el potro fue mayor en el grupo de las multíparas que en el de las primíparas ($p=0.036$, Figura 22). Un resultado muy similar se encontró en el día 3 pero en el turno vespertino, se observa que la frecuencia de episodios en donde finalizó el potro fue nuevamente mayor en el grupo de multíparas que en las primíparas ($p=0.040$). En los demás días y horarios no se encontraron diferencias significativas entre primíparas y multíparas ($p>0.05$).

Cuando se comparó dentro del grupo, se encontró que en las multíparas en el día 1, los episodios finalizados por el potro fueron mayores en el turno vespertino que en el matutino ($p=0.027$). Un resultado similar se encontró también en las multíparas, pero en el día 3, los episodios finalizados por el potro fueron mayores en el turno vespertino que en el matutino ($p=0.022$). No se encontraron más diferencias significativas dentro de grupo ni entre días, ni entre turnos ($p>0.05$).

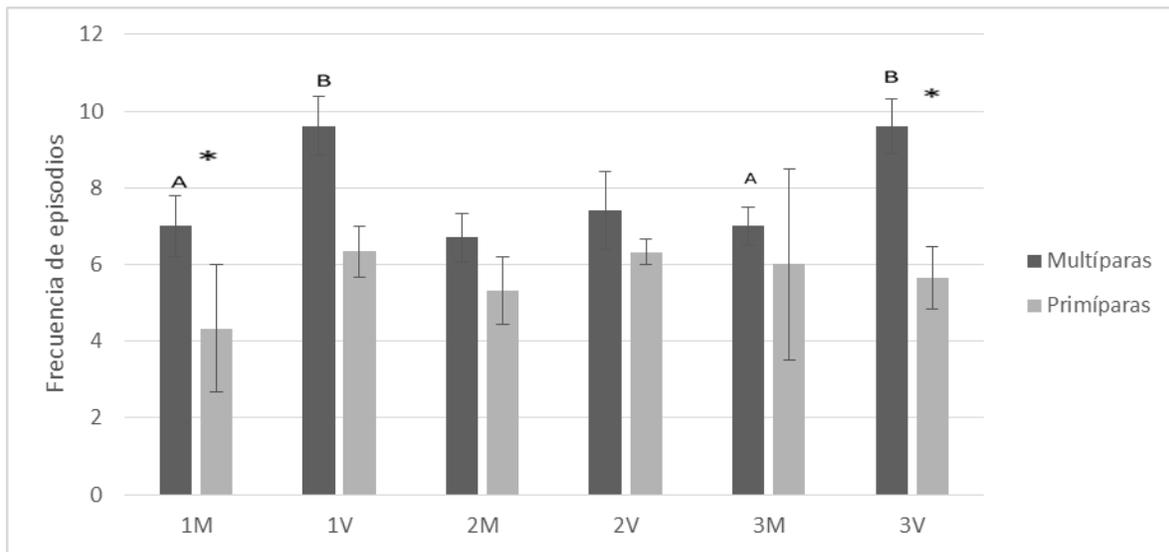


Figura 22.- Frecuencia de episodios de amamantamiento finalizados por el potro (media \pm e.e.) en yeguas primíparas y multíparas, durante las observaciones realizadas por la mañana o la tarde, en los tres días posteriores al parto. Literales distintas indican diferencias entre turnos dentro de un mismo grupo y día ($p<0.05$). El asterisco indica diferencias entre grupos ($p<0.05$). M= matutino, V= vespertino.

8.3.6.- Frecuencia de episodios de amamantamiento donde inicia la yegua.

En el día 2 del turno matutino los episodios donde inició la yegua (Figura 23) tendieron a ser mayores en las primíparas que en las multíparas ($p=0.059$). No se encontraron más diferencias entre los grupos ($p>0.05$).

Cuando se comparó dentro del grupo de multíparas, se encontró que en el día 3 los episodios que fueron iniciados por la yegua fueron mayores en el turno vespertino en comparación al matutino ($p=0.023$) No se encontraron más diferencias significativas dentro de grupo ni entre días, ni entre turnos ($p>0.05$).

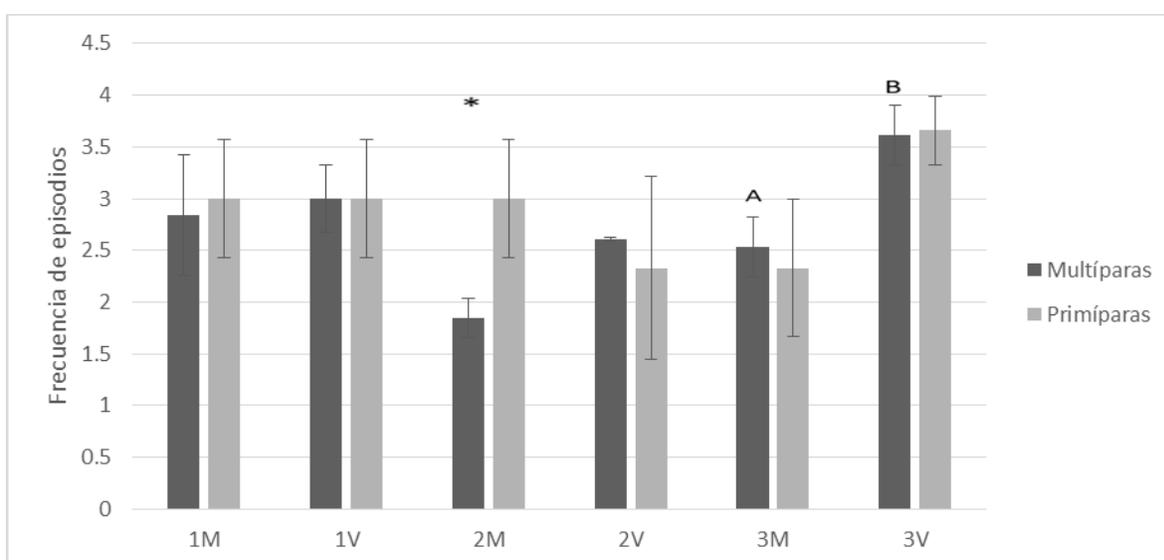


Figura 23.- Frecuencia de episodios de amamantamiento iniciados por la yegua (media \pm e.e.) en el grupo de primíparas y multíparas, durante las observaciones realizadas por la mañana o la tarde, en los tres días posteriores al parto. Literales distintas indican diferencias entre turnos dentro de un mismo grupo y día ($p<0.05$). El asterisco indica diferencias entre grupos dentro de un mismo turno ($p<0.05$). M= matutino, V= vespertino.

8.3.7.- Frecuencia de episodios donde finaliza la yegua.

No se encontraron diferencias en esta conducta ni entre grupos, ni dentro de grupos por día u horario ($p>0.05$, Figura 24).

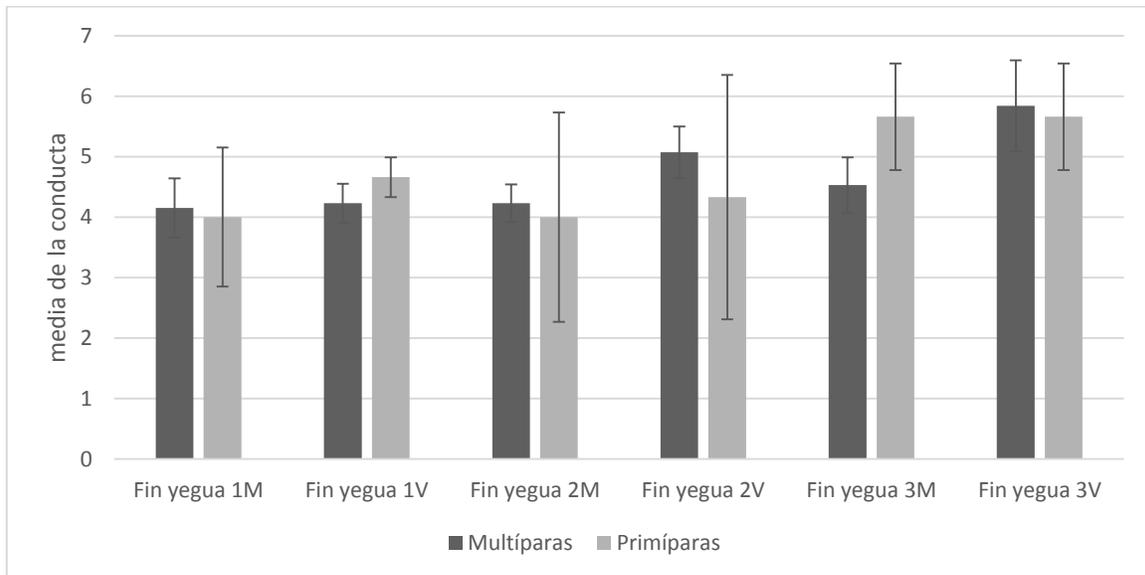


Figura 24.- Frecuencia de episodios de amamantamiento finalizados por la yegua (media±e.e.) en el grupo de primíparas y múltiparas, durante las observaciones realizadas por la mañana o la tarde, en los tres días posteriores al parto. M= matutino, V= vespertino.

8.3.8.- Duración total de los episodios de amamantamientos acumulados

En el día 1 en el turno vespertino se encontró que la duración acumulada de los amamantamientos (Figura 25) fue mayor en el grupo de multíparas que en el de primíparas ($p=0.013$). Así mismo en el día 2 tanto en el horario matutino ($p=0.051$), como en el vespertino ($p=0.026$) las yeguas multíparas tuvieron una duración mayor en comparación con las primíparas. Finalmente en el día 3 se encontró una tendencia a que las yeguas multíparas tuvieran mayor duración de los episodios de amamantamiento en comparación con las primíparas ($p=0.093$).

Al comparar dentro de grupo en el día 1 se encontró en el grupo de multíparas que la duración fue mayor en el turno vespertino que en el matutino ($p=0.007$). Un resultado similar se observa en el día 3 en las mismas yeguas multíparas ($p=0.011$).

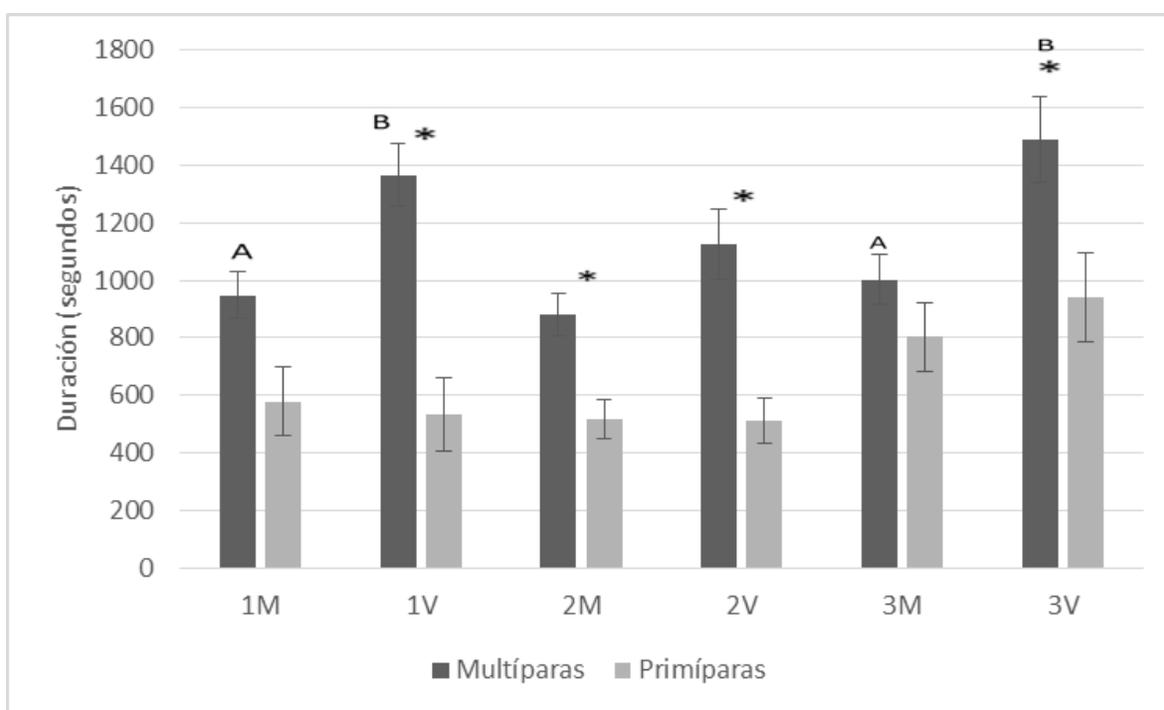


Figura 25. Promedio de la duración total de amamantamiento (media±e.e.) en el grupo de primíparas y multíparas, durante las observaciones realizadas por la mañana o la tarde, en los tres días posteriores al parto. Literales distintas indican diferencias entre turnos dentro de un mismo grupo y día ($p<0.05$). El asterisco indica diferencias entre grupos dentro de un mismo turno ($p<0.05$). M= matutino, V= vespertino.

8.4. Determinación de concentraciones hormonales

8.4.1 Estradiol

Cuando se comparó el efecto de la paridad sobre los niveles plasmáticos de estradiol en las semanas 4, 3, 2 y 1 preparto no se encontraron significancias entre grupos ($p=0.27$). De la misma manera en ese periodo tampoco se observaron efectos del tiempo o de la interacción tiempo por paridad ($p>0.05$, Figura 26). Sin embargo, cuando se comparó el efecto de la paridad sobre los niveles séricos de estradiol en los periodos 72, 48 y 24 horas preparto se observó un efecto significativo por la paridad ($p=0.05$), como se observa en la figura 26 los niveles de estradiol fueron mayores en las multíparas que en las primíparas. En ese mismo periodo no se observaron efectos del tiempo o de la interacción tiempo por paridad ($p>0.05$).

Finalmente, cuando se comparó el efecto de la paridad sobre los niveles plasmáticos de estradiol en los periodos 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 horas postparto se encontró nuevamente un efecto significativo por la paridad ($p=0.004$), como se observa en la figura 26 los niveles de estradiol fueron mayores en las multíparas que en las primíparas. En ese mismo periodo no se observaron efectos del tiempo o de la interacción tiempo por paridad ($p>0.05$).

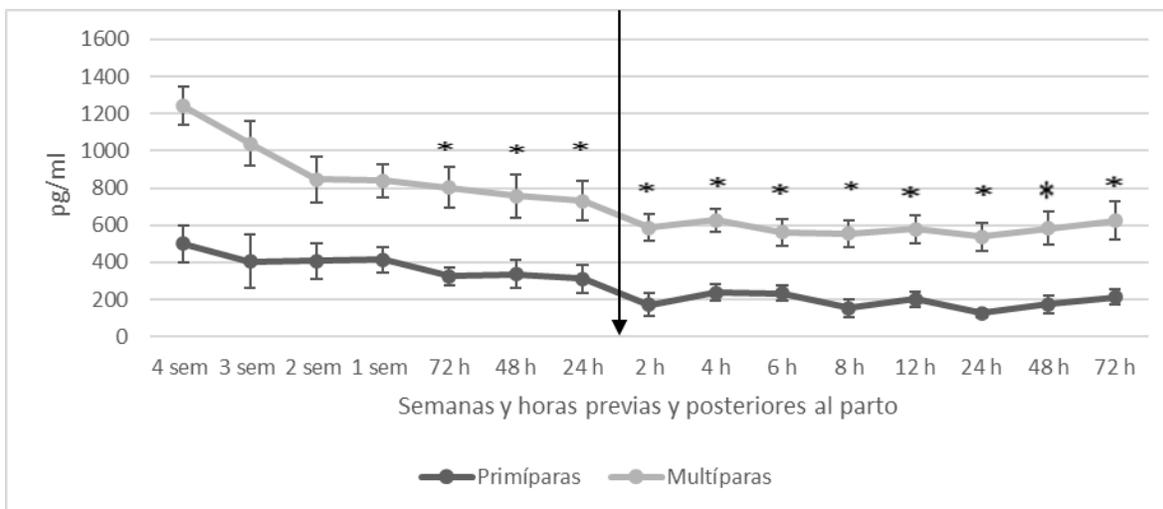


Figura 26. Concentraciones plasmáticas de estradiol (media±e.e.) por paridad en las mediciones realizadas desde 4 semanas previas al parto, hasta 72 horas posteriores al mismo. El asterisco indica diferencias entre grupos ($p<0.05$) La flecha indica el momento del parto.

8.4.2 Progesterona

Cuando se comparó el efecto de la paridad sobre las concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en las semanas 4, 3, 2 y 1 preparto no se encontraron significancias ($p=0.15$). Sin embargo, en ese mismo periodo se observó un efecto significativo del tiempo ($p=0.030$) y una tendencia en la interacción tiempo por paridad ($p=0.09$, Figura 27). Se observa en la figura 27 que las concentraciones de P4 en ambos grupos fueron aumentando de la semana cuatro a la semana uno preparto.

Por su parte cuando se evaluaron las concentraciones de P4 en los periodos de 72, 48 y 24 horas preparto no se encontraron efectos de la paridad, del tiempo o de la interacción tiempo por paridad ($p>0.05$).

Finalmente, cuando se evaluaron los niveles de P4 en los periodos de 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 horas postparto tampoco se encontraron efectos de la paridad, del tiempo o de la interacción tiempo x paridad ($p>0.05$).

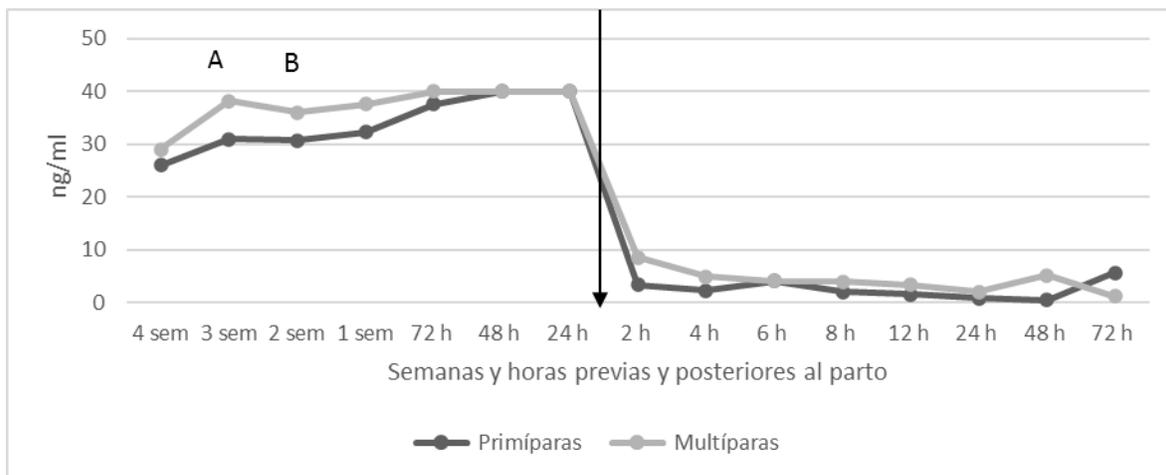


Figura 27. Concentraciones plasmáticas de Progesterona (media±e.e.) por paridad en las mediciones realizadas desde 4 semanas previas al parto, hasta 72 horas posteriores al mismo. Literales diferentes indican diferencias a lo largo del tiempo ($p<0.05$) La flecha indica el momento del parto.

8.4.3 Prolactina

Las concentraciones plasmáticas de prolactina (PRL, Figura 28) fueron significativamente mayores en las yeguas multíparas que en las primíparas, a las 4 (P=0.040), a las 6 (p=0.045), a las 12 (p=0.05), a las 24 (p=0.029) y a las 48 horas postparto (p=0.05). Cuando se comparó dentro de grupo en las hembras multíparas se encontró que las concentraciones de PRL fueron menores en las semanas 4, 2 y 1, así como a las 72 y 48 previas a la fecha estimada de parto, en comparación con las concentraciones observadas a las 24 horas previas al parto, y con los encontrados a las 2, 4, 6, 8, 12 y 24 horas postparto donde los valores de esta hormona se mantuvieron significativamente elevados (p<0.05, Para el caso de las yeguas primíparas no se observaron diferencias significativas a lo largo del tiempo de medición (p>0.05). CAMBIAR SÍMBOLOS

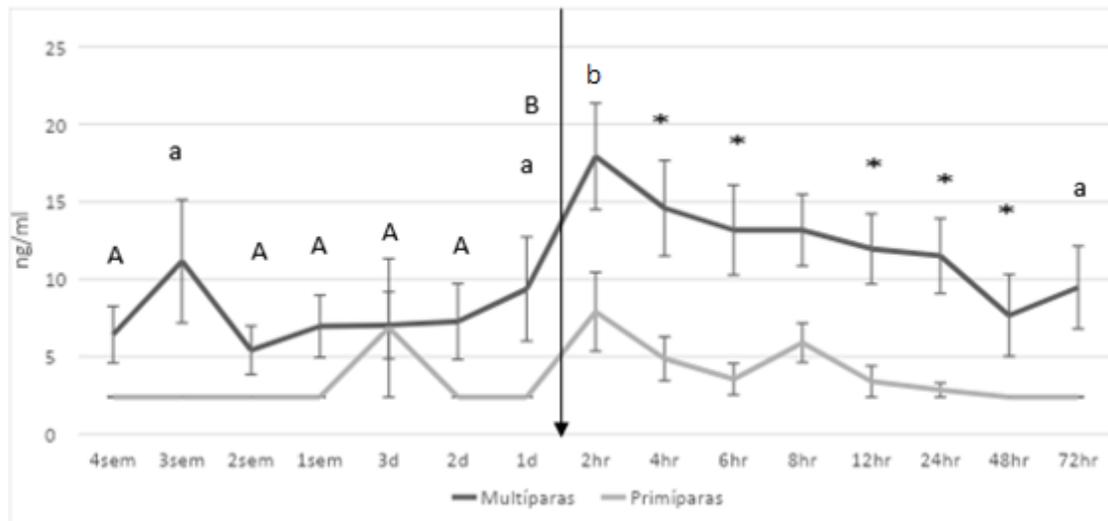


Figura 28. Concentraciones plasmáticas de Prolactina (media±e.e.) por paridad en las mediciones realizadas desde 4 semanas previas al parto, hasta 72 horas posteriores al mismo. Las letras en minúscula marcan una tendencia, las literales mayúsculas determinan diferencia a lo largo del tiempo dentro del mismo grupo, mientras que los asteriscos marcan diferencias entre grupos. La flecha indica el momento del parto

8.5.- Correlaciones de las conductas al parto y en la lactancia con las concentraciones hormonales.

8.5.1.-Estradiol

Se realizó la prueba de Bonferri para determinar la correlación entre la variable de conducta y la concentración de las hormonas en el proceso inmediato al parto. La significancia observada en los resultados muestra que la concentración de estradiol a las 48 horas previas al parto presentó un coeficiente de correlación significativo con la latencia de expulsión del potro ($R_s = 0.75$, $p = 0.027$, $n = 18$).

El estradiol a la segunda semana de gestación presentó una correlación positiva con la duración de los episodios de amamantamiento del día 2 matutino ($R_s = 0.69$, $p = 0.004$). De igual forma se observó que en el día 3 en el horario matutino la duración del amamantamiento se correlacionó significativamente con el estradiol logrando que la duración fuera mayor en este periodo ($R_s = 0.77$, $p = 0.001$). La frecuencia de los rechazos de amamantamiento al día dos matutino se correlacionó de forma negativa con la concentración de estradiol en la semana 1 previo al parto ($R_s = -0.54$, $p = 0.04$). Esto se puede observar también en el día 2 vespertino con la disminución del rechazo con concentraciones altas de estradiol mostrando una correlación negativa significativa ($R_s = -0.57$, $p = 0.03$). Para el día 3 matutino el total de episodios se correlacionó de forma negativa significativa con la concentración de estradiol de la semana 1 de gestación ($R_s = -0.7$, $p = 0.005$).

Previo a los 3 días de parto se observó una correlación significativa negativa entre la frecuencia de rechazo al amamantamiento del día 2 matutino con la concentración de estradiol a las 72 horas previas al parto ($R_s = -0.65$, $p = 0.02$). Por el contrario, se observó que la duración de los episodios de amamantamiento en ese día se correlacionó positivamente con la concentración de estradiol a las 72 horas previas al parto. ($R_s = 0.78$, $p = 0.005$), esta correlación también se puede observar en el día 3 matutino donde la duración de los episodios de amamantamiento se correlaciona positivamente con las concentraciones de estradiol a las 72 horas previas al parto ($R_s = 0.71$, $p = 0.008$).

Para las 48 horas previas al parto el estradiol se correlacionó positivamente con los episodios donde finaliza el potro ($R_s = 0.71$, $p = 0.008$), una correlación similar del estradiol se encontró

con la duración de amamantamiento en el día 2 en el horario matutino ($R_s=0.64$, $p=0.024$). Mientras que el E2 a las 24 horas previas al parto se correlacionó de forma negativamente con la frecuencia del rechazo al día uno matutino y en el día dos matutino ($R_s=-0.57$, $p=0.04$, $R_s=-0.6$ $p=0.036$)

En el periodo postparto las correlaciones fueron negativas para el estradiol a las 2 horas postparto con la frecuencia del rechazo al amamantamiento el día 2 en el horario matutino ($R_s=-0.61$ $p=0.01$) así como con la frecuencia de rechazo en el día 2 vespertino ($R_s=-0.51$, $p=0.042$), con los episodios donde finaliza la madre en el tercer día matutino ($R_s=-0.48$ $p=0.05$).

8.5.2.- Progesterona

Para la 3era semana previa al parto se encontró que la concentración de P4 tenía una correlación positiva con los episodios donde finaliza la madre al día 2 matutino ($R_s=0.76$ $p<0.01$, $n=18$). En el caso del 2 día vespertino la conducta de rechazo se correlacionó negativamente con la concentración de P4 de la tercera semana de gestación., ($R_s=-0.54$ $p=0.02$)

La P4 a la semana 2 previa al parto presentó correlaciones significativas con la duración acumulada de los episodios de amamantamiento del día uno posparto en el turno vespertino ($R_s=0.56$, $P=0.02$). De igual forma se observó una correlación positiva ($R_s=0.56$, $P=0.02$) para el mismo periodo en el día 2 turno matutino en donde finaliza la madre, mientras que para el día 3 en un horario matutino la correlación fue negativa ($R_s=-0.54$, $p=0.03$) y se determinó una correlación positiva para el día 3 matutino en la duración del periodo de amamantamiento ($R_s=0.64$ $p<0.01$).

Por otra parte, se determinó que la P4 a una semana previa al parto presentó una correlación negativa con la aceptación de amamantamientos en los episodios vespertinos en el día 2 ($R_s=-0.51$, $p=0.04$). La P4 en ese mismo periodo (1 semana previa) mostró una correlación negativa con la duración de los episodios de amamantamiento al día 3 del registro matutino ($R_s=-0.61$, $p=0.014$). El análisis estadístico también presentó correlaciones negativas entre la concentración de P4 en la última semana de gestación (-1 gestación) y el día 3 en horario

matutino de los episodios donde finaliza el potro ($R_s=-0.68$, $p<0.01$). Así como con los episodios de aceptación de amamantamiento el mismo día (día 3 matutino, $R_s=-0.53$ $p=0.03$)

En las conductas de amamantamiento la concentración de P4 a la semana 1 presentó un coeficiente de correlación negativo con el total de episodios de amamantamiento ($R_s= -0.51$, $P=0.04$). También se observó una correlación negativa significativa para dicha hormona en el mismo periodo de gestación con los episodios que comenzaba la yegua en el registro vespertino al día 1 ($RS=-0.5$, $p=0.05$).

Las concentraciones plasmáticas de progesterona a 2, 4, 8, 12 y 24 horas posparto tuvieron una correlación positiva con la latencia de expulsar la bolsa amniótica, aumentando dicha latencia con la concentración de P4 ($R_s=0.80$, $n=18$ $p<0.01$ para las 2 horas, $R_s= 0.75$, $p<0.01$ para 4 horas, P4 8 hr posparto $R_s=0.71$ $p=0.02$, P4 12 horas $R_s= 0.67$, $p=0.03$ y 24 horas $R_s= 0.70$ $p=0.03$).

Los resultados mostraron que la progesterona a las 12 horas posparto tuvo una correlación positiva con la duración de los episodios de amamantamiento el día 1 matutino. ($R_s= 0.55$ $p=0.03$). Así como con los episodios de amamantamiento en el día 2 en el turno matutino ($R_s=0.61$, $p=0.01$) mientras que el día 3 la duración de amamantamiento presentó una correlación positiva con los niveles de P4 a las 12 horas postparto ($R_s= 0.067$, $p=0.004$), también se observó esta correlación el día 2 en el turno matutino con el total de episodios ($R_s=0.53$ $p=0.03$). La P4 a las 12 horas posparto también se correlacionó de forma positiva con los episodios donde finaliza el potro el día 2 matutino ($R_s= 0.57$ $p=0.02$). En el comportamiento de rechazo se observó una correlación positiva con la P4 a las 12 horas posparto ($R_s=0.67$, $p=0.004$).

8.6.- Parámetros no conductuales.

8.6.1.- Duración de la gestación.

En la figura 29 se muestra la duración promedio de la gestación (en días) que tuvieron las yeguas primíparas y multíparas. No se encontraron diferencias significativas en esta variable entre grupos ($p=0.28$).

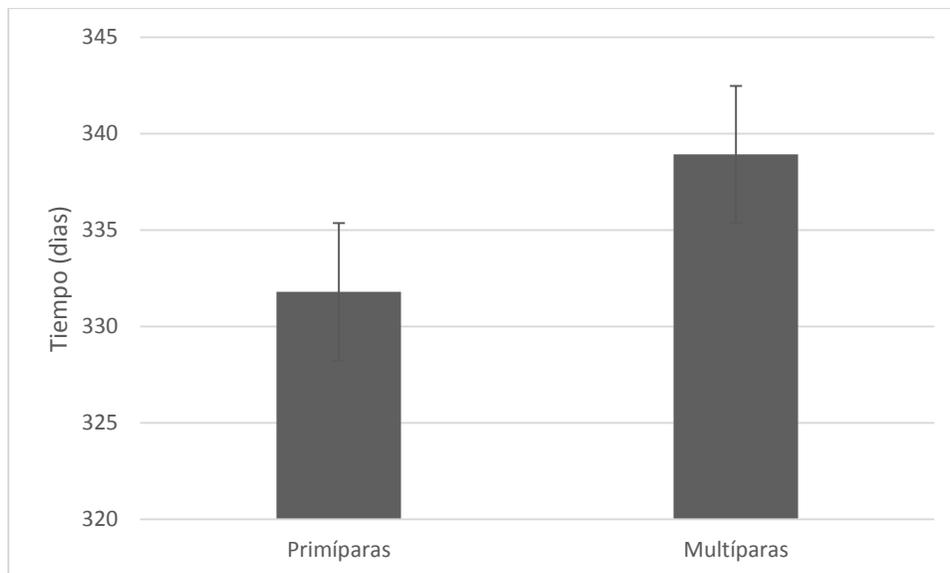


Figura 29.- Tiempo de gestación (media \pm e.e.) de yeguas primíparas y multíparas. No se observaron diferencias significativas en el tiempo total de la gestación entre grupos ($p>0.05$).

8.6.2.- Sexo de la cría.

En la figura 30 se observa que las yeguas multíparas tendieron a tener mayor proporción de crías macho que las primíparas ($p=0.058$). No se encontraron más diferencias significativas entre grupos, ni dentro de grupos ($p>0.05$).

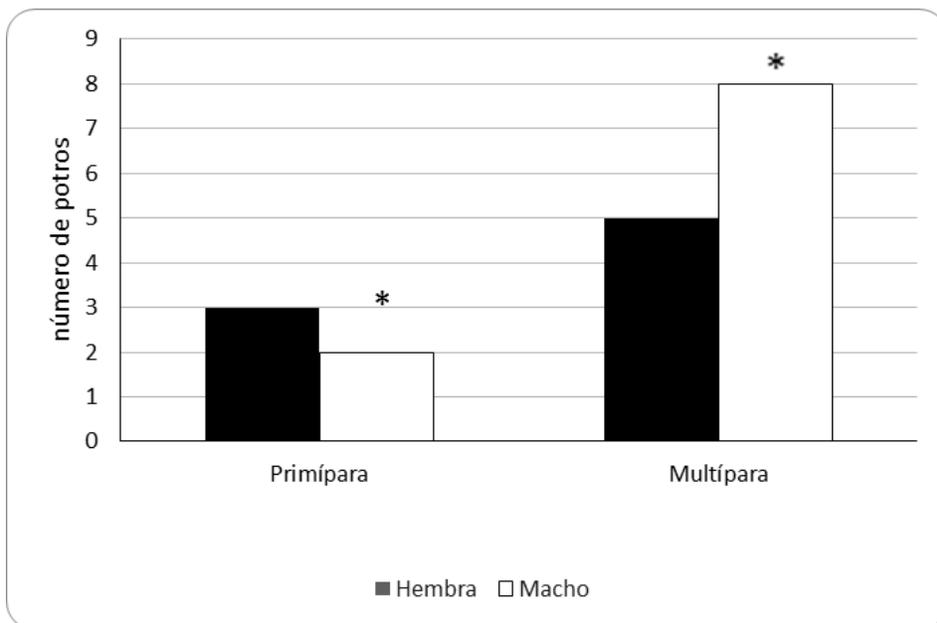


Figura 30.- Proporción de potros nacidos macho o hembra dependiendo de la paridad de las yeguas. Asterisco indica diferencias entre grupos dentro de un mismo sexo ($p<0.05$).

8.6.3.- *Altura del potro.*

En la figura 31 se observa la talla de los potros nacidos de yeguas multíparas y primíparas, en donde se determinó que tuvieron una altura menor los neonatos de madres primíparas con los potros de yeguas multíparas ($p < 0.0001$)

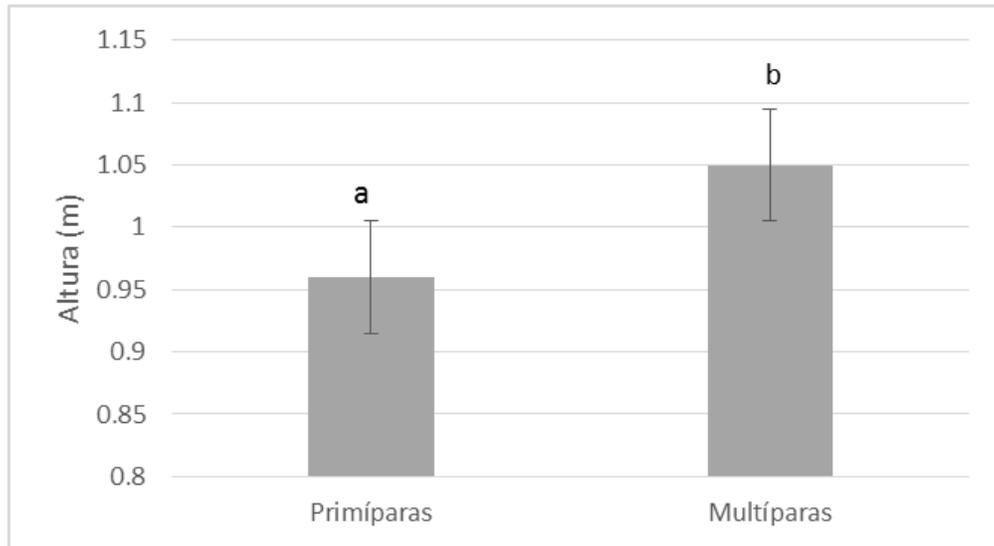


Figura 31.- Altura (m) (media±e.e.) de los potros nacidos de yeguas primíparas y multíparas, se compararon la alzada (medida de la cruz hacia el suelo). Literales distintas denotan diferencia entre ambos grupos ($p < 0.05$).

8.6.4.- *Peso del potro.*

En la figura 32 se muestra que el peso promedio de los potros fue significativamente menor en aquellos nacidos de madres primíparas que los de multíparas ($p = 0.001$).

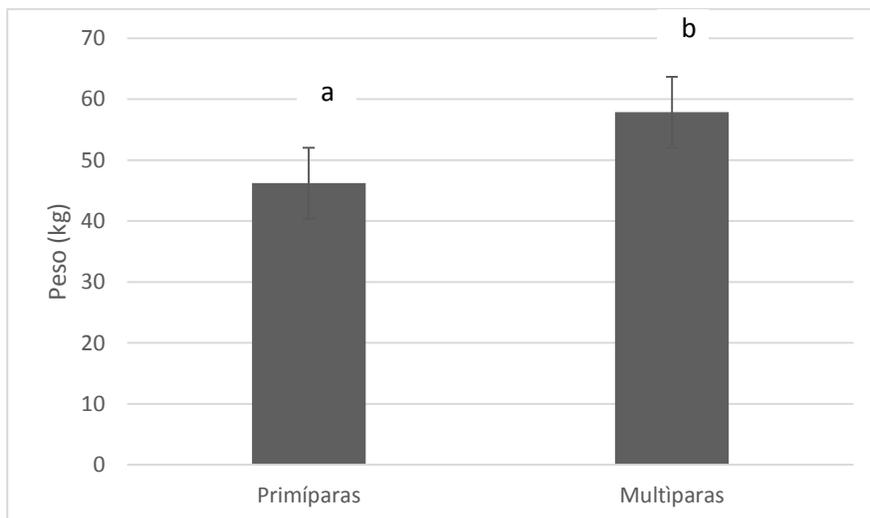


Figura 32.-Peso (media±e.e.) de los potros nacidos de yeguas primíparas y multíparas. Literales distintas indican diferencias significativas entre grupos ($p<0.05$)

8.6.5.- *Temperatura del potro.*

No se encontraron diferencias en la temperatura interna registrada en los potros nacidos de madres primíparas y multíparas ($p=0.34$, Figura 33).

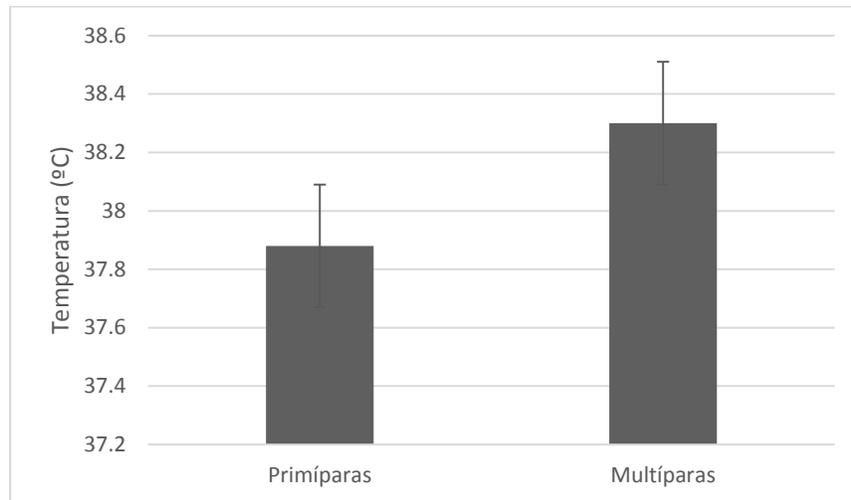


Figura 33.-Temperatura (°C) (media±e.e.) de los potros nacidos de yeguas primíparas (n=5) y multíparas (n=13).

9.-DISCUSIÓN

Nuestra hipótesis de que “las yeguas que paren por primera vez muestran un comportamiento materno deficiente, lo cual está relacionado con cambios endócrinos diferenciales al final de la gestación y durante el parto, en comparación con yeguas múltiparas” pudo ser comprobada casi en su totalidad con los resultados obtenidos en el presente trabajo. De manera general se pudo demostrar, que las yeguas que paren por primera vez tienen alteraciones en el despliegue de su comportamiento materno, lo cual se puede apreciar desde antes del parto y persiste durante los días posteriores a éste. Asimismo, se encontraron diferencias significativas en las concentraciones plasmáticas de estradiol y séricos prolactina entre las yeguas dependiendo de la paridad, específicamente las yeguas primíparas tuvieron en general menores concentraciones de estradiol y prolactina que las yeguas múltiparas. Asimismo, se encontraron correlaciones importantes entre las concentraciones de las hormonas registradas y algunos comportamientos. Con el presente trabajo se pudo también alcanzar el objetivo de caracterizar el comportamiento materno de las yeguas antes y después del parto y el papel de la paridad sobre el proceso de vinculación madre-cría. De la misma manera se pudieron determinar los niveles de prolactina, estradiol y progesterona antes y después del parto, así como su relación con la paridad y la expresión del comportamiento materno. Finalmente, los resultados del presente trabajo nos permitieron caracterizar los ritmos de amamantamiento en las yeguas y sus potros y el papel de la paridad. A continuación, se presenta una discusión de los resultados más importantes de la esta investigación, en donde se categorizan de acuerdo con las etapas de medición y la naturaleza de los resultados.

9.1.- Conductas de la yegua antes del parto

Se ha determinado que existen cambios de comportamiento en las yeguas entre más cercano sea el momento del parto (Egan et al, 2006., McDonnell, 2012., Bachmann et al. 2014). Sin embargo, son relativamente pocos los estudios sistemáticos de las interacciones madre-cría y el comportamiento materno en los equinos (Porter *et al.*, 2002). Lo cual determina la importancia de las investigaciones que se centren en este tema. Además, nuestro estudio es el primero en determinar las diferencias de comportamiento de acuerdo con la paridad. Las yeguas múltiparas permanecieron significativamente más inactivas los días 3 y 2 previos al parto en comparación con las primíparas. En el primer grupo se observó una disminución

significativa de la inactividad conforme se acercaba el parto, esto puede deberse a que las yeguas primíparas experimentan procesos novedosos en comparación con las yeguas con más experiencia lo cual coincide con lo reportado con Zurek y Danek (2011). Asimismo, la disminución de la actividad locomotriz encontrada en nuestro estudio concuerda con los hallazgos realizados por (Egan *et al* 2006) quien encontró que las yeguas permanecían menos tiempo en estación diferenciando al menos en el día uno previo al parto. Similarmente en un estudio realizado por Bachmann *et al.* (2014) se observó que los tiempos de reposo en las yeguas aumentaron significativamente antes del parto, esto lo midieron con podómetros lo cual puede ser una herramienta importante para determinar la conducta de locomoción en las yeguas. Este autor muestra un aumento de locomoción tres días previos al parto en yeguas multíparas y una disminución posterior al parto. Además, menciona que las yeguas exhiben un ritmo de actividad locomotora durante los 3 días previos al parto. Dicha ritmicidad se pierde el día del parto para aparecer durante el segundo o tercer día posparto. El parto y la lactancia se asocian a cambios fisiológicos y de comportamiento a corto y largo plazo lo cual se relaciona con las demandas de cuidado de los potros (Bachmann, *et al.*, 2014). Con respecto a las conductas tróficas la frecuencia del consumo de agua también difirió los días 3 y 2 previos al parto entre grupos, mientras que en las yeguas multíparas este comportamiento se fue reduciendo significativamente entre más se acercaba el día de este, no así en las primíparas. Fisiológicamente se ha identificado que el aumento del volumen plasmático depende del aumento de la actividad del sistema renina-angiotensina-aldosterona que es una condición fisiológica de la gestación tanto en la mujer (Irani y Xia, 2008) como en las yeguas (Satué *et al.*, 2011). Esto da como resultado un aumento de la reabsorción de sodio de los riñones y la retención de agua, por consiguiente, una disminución en el consumo, aunque si hubo una disminución de la frecuencia de consumo de agua en yeguas multíparas el día 2 al día 1, pero en primíparas esto no fue significativo. Por su parte el comportamiento alimenticio registrado en nuestro trabajo también determinó diferencias significativas entre grupos, ya que las yeguas multíparas realizaron esta conducta en mayor frecuencia que las primíparas, sin embargo, se observó una reducción de la alimentación conforme se acercaba el momento del parto para ambos grupos. Estos resultados coinciden con los reportados por Egan *et al.* (2006) quienes determinaron que la frecuencia de ingerir heno fue significativamente menor un día previo al parto en comparación con días anteriores. Se ha

determinado que la frecuencia de los patrones de alimentación durante la gestación puede ser un componente de la nutrición materna relevante para el resultado de este (Siega-Riz, *et al.*, 2001). Con relación a la conducta de estar en cuadripedestación, esta difirió entre grupos en los tres días previos al parto, asimismo, en ambos grupos se observó una disminución de esta conducta a medida de que se acercaba el nacimiento, estas observaciones concuerdan con estudios en otras especies como los bovinos y las ovejas (Dwyer y *Lawrence*, 2000, Chenoweth *et al.*, 2014, Barraclough *et al.*, 2020,) en donde las hembras permanecen por menor tiempo en estación, lo que sugiere que las hembras requieren descansos en mayor frecuencia una vez que el feto alcanza el máximo de su peso.

Se concluye que la paridad en las yeguas tiene efectos interesantes en los comportamientos que muestran las hembras relacionadas con la maternidad y el mantenimiento, en los días previos a que ocurra el parto. Lo cual puede deberse a variaciones fisiológicas que determinan el inicio de la motivación materna.

9.2.- Conductas inmediatamente posteriores al parto

Se observó que la mayoría de los partos ocurrieron entre las 0:00 y las 8:00 horas, lo cual coincide con Zurek, y Danek. (2011) quien establece en su estudio que el 86% de los partos ocurren entre las 7:00 pm y 7:00 am, esto es debido principalmente a que las yeguas pueden estar más tranquilas, disminuyendo las posibilidades de ser atacadas por un depredador (Van Dierendonck *et al.*, 2004). De acuerdo con los mismos autores el comportamiento materno posparto se divide en dos fases: una motivación general de cercanía y cuidados del neonato y la identificación específica del potro recién nacido; en nuestro estudio no se observaron diferencias significativas, la fase de motivación materna parece ser similar en las yeguas sin ser la paridad un efecto sobre esta variable. En algunas otras especies la paridad tiene un impacto significativo en la frecuencia y duración de algunos comportamientos. En caninos, se observó un aumento de la latencia de lamido en los cachorros por parte de las madres primíparas en comparación con hembras múltíparas (Guardini *et al.*, 2015). En rumiantes, como en las ovejas se puede diferenciar conductas de las ovejas primíparas dirigidos hacia sus corderos, en donde las ovejas tardaron más en comenzar a acicalar a su progenie después del parto en comparación con las múltíparas (Dwyer y *et al.*, 2000). Sin embargo, en nuestro estudio no se encontraron diferencias en la latencia de lamer al potro entre primíparas y

multíparas. Lamer seca el pelaje de los potros, estimula la circulación sanguínea, estimula al neonato a respirar de acuerdo con (Zurek y Danek, 2011).

Otros aspectos evaluados en el periodo posterior al parto fueron los comportamientos que desarrolla el neonato como los intentos por incorporarse, la latencia de amamantarse desde la expulsión del neonato con un promedio de 2 horas para multíparas y para primíparas, lo cual concuerda con diversos estudios donde la latencia de levantarse es en promedio va de una a dos horas (Koterba, 1990, Stoneham, 2006). Aunque no se observaron diferencias significativas entre los potros nacidos de yeguas multíparas en comparación con las primíparas se ha establecido que el comportamiento del potro parece desempeñar un papel en la estimulación de la respuesta de la madre y viceversa. En sus primeros movimientos coordinados inmediatamente después del nacimiento el potro parece orientarse hacia la madre, alcanzando su cabeza buscando el contacto con los belfos (McDonnell, 2012). La mayoría de los neonatos presentaron similitudes en los intentos por incorporarse, así como en las vocalizaciones lo cual se relaciona con los rangos encontrados en diversos estudios sobre el comportamiento del recién nacido (Visserad *et al.* 2001)

9.3.- Conductas en el periodo de lactancia temprana.

La fuerza del vínculo entre la yegua y el potro se puede medir mediante la cuantificación de comportamientos como la frecuencia y duración de los episodios de amamantamiento, elementos de agresión materna y prevalencia de actividades que mantienen proximidad entre la yegua y el potro (Zurek, y Danek. 2011). En nuestra investigación las diferencias de este comportamiento de acuerdo con la paridad fueron observadas ya que las yeguas multíparas tuvieron mayores frecuencias de aceptación al amamantamiento, en comparación con las primíparas desde el primer día posparto. Asimismo, la frecuencia de aceptación al amamantamiento, en ambos grupos fue aumentando conforme avanzaba la lactancia. En el rechazo al amamantamiento las yeguas primíparas fueron las que tuvieron mayores frecuencias de rechazo que las multíparas. Algunos autores sugieren que esto puede deberse al proceso de contracción de la musculatura lisa que genera la producción de oxitocina y al dolor producido por los mismos efectos (Porter *et al.*, 2002, Gündüz *et al.*, 2008). En nuestro estudio el rechazo al amamantamiento se manifestó de manera evidente cuando las yeguas terminaron dichos episodios alejándose mientras el potro estaba amamantándose, sin

manifestar agresión física de la yegua hacia su cría. Algunos estudios muestran que la frecuencia y duración de los episodios de amamantamiento disminuyen a medida que los potros maduran (Zurek, y Danek, 2011). A pesar de que la evaluación de dichas conductas sólo se realizó durante los primeros días postparto, se pudo observar una disminución del rechazo en las yeguas multíparas del día 1 al 3 postparto. Las yeguas se vuelven protectoras de sus potros durante el periodo neonatal temprano, mantienen a su recién nacido a su lado y limitan mucho los contactos directos de sus potros con otros caballos, esta se mantiene durante muchos días después del parto y disminuyen gradualmente (Giannetto *et al.*, 2022)

En el total de episodios de amamantamiento, las yeguas multíparas tuvieron mayor número de episodios que las primíparas. Comparándose dentro del grupo, se encontró que el día uno las yeguas multíparas tuvieron episodios de amamantamiento en el turno vespertino mayormente en comparación al turno matutino, sucediendo los mismo el día 3 postparto. Estas diferencias se relacionan a que el periodo de amamantamiento está asociado con cambios de comportamiento a corto y largo plazo, relacionado principalmente con las necesidades del potro (Zurek, y Danek. 2011) con lo que el horario de amamantamiento tiene variaciones en cuanto al número de episodios.

La frecuencia de episodios de amamantamiento donde inició el potro fue mayor en el grupo de las yeguas multíparas al menos en el día dos en comparación con las primíparas. También se determinó que en las yeguas multíparas en el turno matutino había mayor cantidad de episodios iniciados por el potro que en el grupo de primíparas. Esta diferencia entre horarios podría estar determinada por los patrones circadianos los cuales se ha descrito son afectados por la lactancia temprana en yeguas (Giannetto, *et al.* 2022). En los episodios de lactancia donde finaliza el potro también se observaron diferencias en el día 1 entre el turno matutino entre las yeguas multíparas y primíparas Tres días posteriores al parto también se observó diferencia entre ambos grupos. Se ha establecido que la lactancia puede considerarse una condición fisiológica capaz de influir en el ritmo del comportamiento de la yegua (Giannetto, *et al.* 2022) Hasta ahora no se habían establecido diferencias debido a la paridad.

9.4- Concentraciones hormonales.

En las semanas previas al parto no se encontraron diferencias significativas entre grupos con relación a la progesterona, pero sí fue notorio la diferencia en cuanto al tiempo para las yeguas múltiparas en la semana tres en comparación a la primera semana previa al parto. En otros estudios se determina que las concentraciones de progesterona en el plasma sanguíneo de las yeguas aumentaron hasta el día cuatro antes del parto y disminuyeron continuamente a partir de entonces (Nagel *et al.* 2012) lo cual puede explicar dichos resultados. En nuestro estudio la concentración límite de medición de progesterona fue de 40 ng/ml lo cual se relaciona con la curva graficada de progesterona para ambos grupos, esta concentración disminuyó abruptamente a las 2 horas del parto lo cual difiere con otro estudio que determina que, aunque las concentraciones de progestágenos disminuyen antes del parto, las yeguas crían con concentraciones aún altas de progestágeno circulante (Nagel *et al.* 2012).

En un estudio realizado por Berlín *et al.*, (2018) no encontraron diferencias estadísticas significativas en las concentraciones de progesterona o prolactina y estradiol entre yeguas que rechazaban a sus potros y las que no, lo cual contrasta con nuestro estudio, ya que se encontraron menores niveles plasmáticos de estradiol y séricos de prolactina desde antes del parto y posterior a éste en yeguas primíparas, las cuales también mostraron mayores rechazos al amamantamiento en el postparto. En el estudio de Berlín *et al.*, (2018) en comparación a lo largo del tiempo por grupos, observaron que las yeguas que rechazaron a sus potros la progesterona y la prolactina disminuyeron significativamente del día 1 al 3 postparto (3.14 ng/dl y 0.49 ng/dl). En comparación a nuestro estudio un resultado similar fue observado sólo para prolactina en las yeguas múltiparas, donde se observó que dicha hormona disminuyó significativamente del día 1 al 3 postparto.

Los estrógenos totales en yeguas gestantes normalmente se han reportado de al menos 1000 pg / ml a aproximadamente 150 a 300 días de gestación (Kelleman, 2013), lo cual coincide con nuestro estudio en donde se superan dichos niveles que posteriormente descendían. Una vez que sucedió el parto los niveles de estradiol difirieron entre grupos lo cual fue evidente desde las 2 y hasta las 72 horas posteriores al parto, lo cual difiere con Bachmann *et al.*, (2014) quien reporta que el estradiol no cambió significativamente posterior al parto en yeguas de diversas paridades. Se ha reportado la importancia de esta hormona en el control

y adecuado comportamiento materno en diversas especies (Siegel y Rosenblatt 1975., Poindron y Le Neindre, 1980, González-Mariscal y Poindron 2002; Numan e Insel, 2006; Terrazas *et al.*, 2012). Así mismo, en primates no humanos se ha reportado que existe una correlación entre niveles más altos de estradiol durante la gestación y el "buen" comportamiento materno (Bardi y Huffman 2006; Saltzman y Maestriperi, 2011). Por su parte en cabras se ha reportado que la baja nutrición materna en la gestación induce, entre otras cosas, mal comportamiento materno (Terrazas *et al.*, 2009) y que esto podría asociarse con bajos niveles de estradiol y elevados niveles de progesterona al final de la gestación (Terrazas *et al.*, 2012). De acuerdo con los resultados obtenidos la diferencia de estradiol entre grupos con una mayor concentración en multíparas que primíparas puede reflejar las diferencias de comportamiento en el posparto, relacionándolo con el rechazo o la aceptación de los periodos de amamantamiento, su duración y la frecuencia. Otro estudio indica que la expresión de receptores para estradiol en núcleos paraventricular, supraóptico, el preóptico medial y la amígdala medial, está influenciado por la experiencia fisiológica y/o materna previa en momentos específicos de la gestación y el parto en ovejas multíparas a comparación de las primíparas (Meurisse *et al.*, 2005). También se ha demostrado que las ovejas primíparas de la raza Scottish Blackface y que están caracterizadas por mostrar buen instinto materno, tuvieron similares concentraciones de estradiol circulante al final de la gestación equiparable a las ovejas multíparas, mientras que en esa misma raza la relación progesterona/estradiol tampoco difirió entre paridades, en tanto en las ovejas de raza Suffolk que por el contrario tiene mal comportamiento materno la relación progesterona/ estradiol fue menor en hembras primíparas que en multíparas (Dwyer y Smith, 2008). En contraste en nuestro estudio las diferencias de estradiol entre primíparas y multíparas se observaron desde las 72 horas previas al parto y se prolongaron en todas las mediciones posteriores. El papel de los esteroides sexuales en la modulación del comportamiento materno ha sido objeto de una extensa investigación, se demostró por primera vez que el estradiol estimula el inicio del comportamiento materno, en un estudio con ratas primíparas con la administración de estradiol se redujo la latencia para demostrar un comportamiento materno (Siegel y Rosenblatt 1975) lo cual concuerda con nuestro estudio en donde elevaciones de estradiol dan como resultado mayor frecuencia de episodios de amamantamiento y mayor duración de los mismos.

Para las concentraciones de prolactina se ha observado en estudios que la hiperprolactinemia durante la gestación proporciona otro ejemplo bien caracterizado de plasticidad neurofisiológica dentro de una población específica de neuronas, interpretándose en comportamientos maternos benéficos para la cría en especies como las ratas (Grattan y Dama 2020). En nuestro estudio se observó una concentración mayor de prolactina en las yeguas multíparas en comparación de las primíparas, posterior al parto. Se ha determinado que después del nacimiento, el estímulo de succión proporciona un mecanismo adicional para estimular la secreción de prolactina lo cual influye enormemente en el comportamiento de la yegua (Grattan y Dama 2020). Esto se relaciona también con las correlaciones hormonales y el comportamiento materno, discutido más adelante.

9.5.- Correlaciones hormonales y comportamiento

Se ha establecido desde una perspectiva neuroendócrina en el comportamiento materno que los cambios hormonales clave son los esteroides sexuales, estradiol y progesterona, secretados primero desde el ovario y luego desde la placenta, así como la hormona peptídica prolactina (Grattan y Dama 2020). Todas ellas se elevan notablemente durante la gestación y cruzan la barrera hematoencefálica para ejercer acciones sobre las poblaciones neuronales a través de receptores expresados en regiones específicas que se reflejan en la aceptación materna efectuadas en conductas tales como el amamantamiento (Hernández *et al.*, 2002; Van Dierendonck, *et al.*, 2004). En nuestro estudio identificamos las correlaciones entre diversos comportamientos y las concentraciones hormonales.

Las correlaciones de estradiol fueron positivas en cuanto a los episodios y frecuencias de amamantamiento, en los diversos días evaluados lo cual concuerda con un estudio en donde se utilizó el estradiol en protocolos de lactancia y aceptación de yeguas hacia crías adoptadas, se determinó que las hembras tratadas mostraban comportamiento de aceptación al amamantamiento y una mayor frecuencia de dichos episodios en comparación a las que no se les administró estradiol (Porter *et al.*, 2002). En ovinos se ha determinado que las concentraciones de estradiol fueron mayores en hembras tranquilas cuando amamantaban a sus crías que en aquellas clasificadas como nerviosas (Bickell *et al.* 2010). También observamos en nuestro estudio que existían correlaciones positivas entre las concentraciones altas de estradiol y la disminución del rechazo al amamantamiento en yeguas hacia sus potros.

Para la progesterona se observó que su concentración a las 2, 4, 8, 12 y 24 horas posparto presentaron una correlación significativa con la latencia de expulsar la bolsa amniótica, aumentando dicha latencia con la concentración de P4 dichos hallazgos concuerdan con un estudio en roedores en donde las inyecciones de P4 retrasaron el inicio del nacimiento con mayor tiempo de expulsión de las crías. (Sheehan y Numan, 2002)

Se observaron correlaciones negativas significativas para progesterona y los episodios de amamantamiento en el primer día posterior al parto en el horario vespertino, esto significa que concentraciones altas de progesterona disminuían los episodios de amamantamiento en este horario. Lo cual concuerda con un estudio realizado con roedores en donde se analizó la influencia de la progesterona en el comportamiento materno agresivo observando que el aumento en los niveles de P4 a lo largo del periodo posparto podría ser una de las causas del comportamiento agresivo en ratas que amamantan. (De Sousa *et al.*, 2010)

En roedores es bastante estudiado que la progesterona es un regulador negativo del comportamiento materno, destacando la necesidad de su disminución antes del parto para la expresión adecuada del comportamiento materno después del nacimiento (Grattan y Dama 2020). En nuestro estudio se observó que existía un coeficiente de correlación negativa entre los episodios de amamantamiento y las concentraciones de progesterona, además de determinar una correlación negativa entre la aceptación de los amamantamientos entre las yeguas con sus crías con la concentración de progesterona al día uno. Todos estos eventos concuerdan con los estudios previamente mencionados, en donde altas concentraciones de progesterona son determinantes para un inadecuado comportamiento materno.

9.6.- Parámetros no conductuales

La duración de la gestación no tuvo diferencias significativas entre grupos, sin embargo algunas investigaciones determinan que existen diversos factores involucrados en la duración de la gestación, entre otros los factores ambientales, fetales y materno, por ejemplo el periodo de apareamiento dentro de la época reproductiva, clima, año de crianza, fotoperiodo, para los factores fetales pueden estar involucrados la genética, raza, sexo y tipo de gestación (monta natural o inseminación), así como los factores maternos más relevantes fueron la edad, raza, número de partos y estado nutricional. (Satué *et al.*, 2011).

Las alturas y los pesos difirieron entre grupos, observando que los neonatos de madres primerizas poseen menor altura y peso a comparación de las multíparas, lo cual coincide con lo mencionado por Robles *et al* (2019) quien menciona que los factores que impulsan esta diferencia no se comprenden totalmente. En este estudio determinaron que las yeguas primíparas eran menos resistentes a la insulina en comparación con las multíparas y que sus potros tenían concentraciones plasmáticas de aminoácidos reducidas al nacer, por lo tanto, la resistencia a la insulina materna en respuesta a la gestación y la función placentaria se reducen en las gestaciones de las yeguas primerizas y por consiguiente el peso en los neonatos menor de yeguas primerizas en comparación a las multíparas (Robles, 2019).

Otro aspecto relevante es la temperatura de los neonatos al nacimiento a pesar de no existir cambios significativos entre grupos se determina en algunos estudios que el nacimiento es el momento en que el potro se adapta a la vida extrauterina, (Knottenbelt, 2002) lo cual también involucra la termorregulación, a pesar de la diferencia entre los pesos de los neonatos, no parece que se involucre la adaptación a la termorregulación o que la paridad fuese un factor de diferencia en esta adaptación.

10.-CONCLUSIONES

Los cambios del comportamiento en yeguas al periparto son apreciables tres días previos al mismo, en el que se modifican aspectos conductuales tales como la inactividad y las conductas tróficas o de ingesta de alimento, lo interesante también, es que estas conductas son diferenciables de acuerdo con la paridad de las yeguas, en donde se puede observar que las primíparas permanecían menos tiempo en cuadripedestación que las multíparas, además disminuyen la frecuencia de alimentación, lo cual se determina por los cambios novedosos para estas yeguas en comparación con las yeguas multíparas. Durante el parto no se apreciaron diferencias en cuanto a las conductas realizadas por las yeguas, pero fue notorio el peso menor y la talla de los potros nacidos de yeguas primíparas en comparación con las multíparas. Para las conductas posteriores al parto se observó que las yeguas multíparas tuvieron mayor frecuencia de aceptación al amamantamiento en comparación de las primíparas por lo que se concluye que la experiencia materna se relaciona con los procesos de aceptación del neonato, siendo el comportamiento de amamantamiento un factor indicativo de rechazo materno, el cual fue más frecuente en la primíparas. En cuanto los aspectos hormonales entre grupos las concentraciones de estradiol y prolactina difirieron desde antes del parto y posterior a éste determinando que las yeguas multíparas tuvieron concentraciones mayores que las primíparas lo cual se relaciona íntimamente con un adecuado comportamiento materno. Es importante determinar que existen numerosas posibilidades en cuanto a las relaciones de las concentraciones hormonales y la conducta materna, algunos temas de interés para la investigación futura sugiere que se pueden determinar correlaciones entre las hormonas estudiadas en donde el estradiol que se presenta en la gestación puede promover la secreción de prolactina, mostrando la compleja gama de relaciones hormonales que convergen en la aparición de conductas maternas benéficas las cuales cumplen la función más específica de una madre y la sobrevivencia de la cría. A pesar de las diferencias entre la cantidad de yeguas por grupo se identifican aspectos relevantes en el control endocrino del periparto, así como la diferencia entre la paridad con respecto a las conductas maternas.

11. Bibliografía

- Abraira, V., 2002. Desviación estándar y error estándar. *Semergen*, 621-623. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.022>
- Alegers, B., Uvnäs, K. M., 2007. Maternal behavior in pigs. *Hormones and Behavior*, 78-85. DOI: <https://doi.org/10.1530/rep.0.1210513>
- Alegría G. T., Leyva V. V., Franco J., 2001. Niveles de progesterona sérica y fecal durante el ciclo estral y la gestación temprana en yeguas. *Rev Inv Vet*, 85-92.
- Allen, W., 2001. Fetomaternal interactions and influences during equine pregnancy. *Reproduction*, 513-527. DOI: [10.1210/en.2006-0600](https://doi.org/10.1210/en.2006-0600)
- Allen, W., Stewart, M., 1993. Progesterone and the pregnant mare: unanswered chestnuts, *Equine veterinary journal* 90-91
- Amer, H., Shawki, G., Ismail, R. 2008. Profile of steroid hormones during oestrus and early pregnancy in Arabian mare. *Slov Vet Res*, 25-32. DOI:[https://doi.org/10.1016/0304-3762\(75\)90063-2](https://doi.org/10.1016/0304-3762(75)90063-2)
- Anderson, G. M., Grattan, D. R., Ancker, W., Bridges, R. 2006. Reproductive experience increases prolactin responsiveness in the medial preoptic area and arcuate nucleus of female rats. *Endocrinology*, 88-94. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0048-6>
- Ángel, D., Bran, J. 2010. Assisted reproduction in horses: contributions from theory. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 32-34. DOI: [10.1002/dev.20111](https://doi.org/10.1002/dev.20111)
- Arnold, G., Morgan, P. 1975. Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality. *Applied Animal Ethology*, 25-46. https://doi.org/10.1111/evj.03_13152
- Aurich, C., Budik, S. 2015. Early pregnancy in the horse revisited – does exception prove the rule? *Journal of animal science and biotechnology*. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16500>
- Bachmann, M. Dorendorf, M. Hoffmann, G. steinhöfel, L. 2014 Pedometers as supervisión tools for mares in the prepartal period. *Applied Animal Behavior Science* 123-129 DOI:[10.1016/j.applanim.2013.11.014](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.11.014)
- Bardi, M., Huffman, M., 2006. Maternal behavior and maternal stress are associated with infant behavioral development in macaques. *Development Psychobiology*, 1-9. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(79\)90184-2](https://doi.org/10.1016/0003-3472(79)90184-2)
- Barker, K., Sánchez, M., Serrano, Y., 2019. Prostaglandin F2 alpha-induced maternal behavior for fostering orphan foals and for mares demonstrating foal rejection. *Equine Veterinary Journal*, 11-14.

Barraclough, R., Shaw, J., Boyce, Haskell, Macrae, A. 2020. The behavior of dairy cattle in late gestation: Effects of parity and dystocia. *Journal of Dairy Science*, 714-722. DOI: [10.1016/j.tvjl.2017.12.007](https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.12.007)

Bateson, REC. How do sensitive periods arise and what are they for? *Animal Behaviour*, (1979) 470-486. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2014.11.007>

Berlin, D., Steinman, A., Raz, T., 2018. Post-partum concentrations of serum progesterone, oestradiol and prolactin in Arabian mares demonstrating normal maternal behavior and Arabian mares demonstrating foal rejection behaviour. *Veterinary Journal*, 41-45.

Bickell, S., Poindron, P., Nowak, R., Ferguson, D., Blackberry, M., Blanche, D., 2011 Maternal behavior and peripartum levels of oestradiol and progesterone show little difference in merino ewes selected for calm or nervous temperament under indoor housing conditions. *Animal*. 608–614 doi: [10.1017/S175173111000217X](https://doi.org/10.1017/S175173111000217X)

Bridges, R., DiBiase, R., Loundes, D., Doherty, P., 1985. Prolactin stimulation of maternal behavior in female rats. *Science*, 456-460.

Bridges, R., 2015a. Neuroendocrine regulation of maternal behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 178-196. DOI: [10.1016/j.yhbeh.2015.09.001](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2015.09.001)

Bridges, R., 2015b. Long-Term Alterations in Neural and Endocrine Processes Induced by Motherhood. *Hormone and Behavior*, 193-203.

Brinsko, S., 2010 Mare pregnant behaviour. En Brinsko, *Manual of Equine Reproduction* 339-348. Elsevier.

Cameron, E., Linklater, W., Stafford, J., Minot, E., 2008. Maternal investment results in better foal condition through increased play behavior in horses. *Animal Behavior*, 1511-1518. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002650050661>

Cameron, E., Linklater, W., Stafford, J., Minot, O., 2000. Aging and improving reproductive success in horses: Declining residual reproductive value or just older and wiser? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 243-249. DOI: [10.1016/j.anbehav.2008.07.009](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.07.009)

Canisso, I., Ellerbrock, R., 2016. How to Interpret pH Profiles of Mammary Gland Secretions to Predict Imminent Parturition in Mares. *AAEP Proceedings*, 187-191.

Carrillo, J. 2009. Horse Behavior at Foaling Time. *Understanding horse behavior*, 13-16.

Chavatte, P. 1991. Maternal behavior in the horse; theory and practical applications to foal rejection and fostering, *Equine Veterinary Education*, 215-220 <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1991.tb01525.x>

- Chenoweth, P., Landaeta, P., Hernández, A. 2014. Reproductive and maternal behavior of livestock. *Genetics and the Behavior of Domestic Animals*, 159-194. DOI: [10.1016/B978-0-12-394586-0.00005-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394586-0.00005-6)
- Collias, N. 1957. The Analysis of Socialization in Sheep and Goats. *Ecology*, 228-239. DOI: [10.2307/1933135](https://doi.org/10.2307/1933135)
- Conley, A. 2016. Review of the reproductive endocrinology of the pregnant and parturient mare. *Theriogenology*, 355-365. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2016.04.049](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.049).
- Crowell, Houpt, Davis. 1986. Maternal Behavior. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 557-571. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30706-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30706-X)
- Davis, S., Crowell. 2007. Understanding Foal Development and Its Relevance to Raising Orphaned Foals. *Compendium Equine*.
- Dierendonck, D., Sigurjónsdóttir, H., Colenbrander, B., Thorhallsdóttir, A. G. (2004). Differences in social behaviour between late pregnant, post-partum and barren mares in a herd of Icelandic horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 89-94. DOI: [10.1016/j.applanim.2004.06.010](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.06.010)
- Discanio J, McCue P., 2021 Foal Rejection, *Equine Reproductive Procedures*, 149-154, DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119556015.ch194>
- Douglas, R. 2004. Endocrine diagnostics in the broodmare: what you need to know about progesterins and estrogens. *Theriology*, 123-134.
- Duncan, P., Harvey, P., Wells, S. 1984. On lactation and associated behaviour in a natural herd of horses. *Animal Behaviour*, 255-263.
- Dwyer C, Lawrence, A. Lawrence, A.b, Lewis, M. 2003 Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*, 36-43
- Dwyer, C., Alistair, B., Lawrence, B. 2000. Maternal Behaviour in Domestic Sheep (Ovis aries): Constancy and Change with Maternal Experience. *Behaviour*, 1391-1413.
- Dwyer, C. Lawrence B. 1998 Maternal behaviour and lamb survival: from neuroendocrinology to practical application. *Animal* 102-112 DOI: [10.1017/S1751731113001614](https://doi.org/10.1017/S1751731113001614)
- Dwyer, C., Dingwall, W., Lawrence, A. 1999. Physiological Correlates of Maternal-Offspring Behaviour in Sheep: A Factor Analysis. *Physiology & Behavior*, 443-454. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(99\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(99)00089-X)

Egan, B., Diehl, N., Bryan, K., Tozer, P., Swinke, A. 2006. Behavioral, Anatomical, and Physiological Changes in Late Gestation Mares. *The Professional Animal Scientist*, 94-105. DOI: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31067-6](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31067-6)

Elkanah, H., Grogan, B., McDonnel, S. 2005. Mare and Foal Bonding and Problems. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 228-237.

Espinosa, Rodrigo; Mateauda; 2019. *Inducción de la lactación en una yegua no gestante*. Uruguay.

Feldman, R., Weller, A., Zagoory, O., Levine, A. 2007. Evidence for a Neuroendocrinological Foundation of Human Affiliation: Plasma Oxytocin Levels Across Pregnancy and the Postpartum Period Predict Mother-Infant Bonding. *Physiology Science*, 230-256. DOI: [10.1016/j.yhbeh.2015.10.001](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2015.10.001)

FEM. 2015. *Nota informativa sobre la exportación de caballos a México*. México.

Fieldman, R. 2015. The neurobiology of mammalian parenting and the biosocial context of human caregiving. *Hormonae Behavior*, 73-77. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02010.x>

Flaws, J., Spencer, T. 2018. *Encyclopedia of Reproduction, Volumen2*. Elsevier.

Fleming, A., Steiner, M., Corter, C. 1997. Cortisol, hedonics, and maternal responsiveness in human mothers. *Horm Behavior*.

Fleming, A., Steiner, M., Anderson, V. 1987. Hormonal and attitudinal correlates of maternal behaviour during the early postpartum period in first-time mothers. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 448-452. DOI: <https://doi.org/10.1080/02646838708403495>

Fleming, A., Steiner, M., Anderson, M. 1987. Hormonal and attitudinal correlates of maternal behaviour during the early postpartum period in first-time mothers. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*.

Fleming, A., Steiner, M., Anderson, V. 1987. Hormonal and attitudinal correlates of maternal behaviour during the early postpartum period in first-time mothers. *Medicine, Psychology*. DOI: [10.1080/02646838708403495](https://doi.org/10.1080/02646838708403495)

Fowden, A. Forhead, A. Ousey, J. 2008 The Endocrinology of Equine Parturition, *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 393-403. DOI: [10.1055/s-2008-1042409](https://doi.org/10.1055/s-2008-1042409)

Franco, S., Espinosa, O. 2015. Enfermedades de los potros neonatos y su epidemiología una revisión. *Red Med Veterinary*, 34-36.

Frandsen. 2008. *Anatomía y Fisiología de los animales domésticos*. Interamericana.

García y González, 2015. Maternal experience in Romanov sheep impairs mother-lamb recognition during the first 24 hours postpartum. *J. Vet. Behav.* 10, 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2014.08.008> .

Giannetto, C. Fazio, F. Giudice, E. Mazzullo, G. Piccione, (2022) Physiological role of circadian clock gene on the energetic metabolism in horses. *Journal of Veterinary Behavior*, 29-34 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2021.10.002>

Gigueré, S., Polkes, A. 2005. Immunologic Disorders in Neonatal Foals. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 241-272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2005.04.004>

Gonzalez, Mariscamelo. 2013. Parental Behavior. En Melo, *Neuroscience* (págs. 2069-2101).

González, G., -Mariscal, P., Poindron. 2002. Parental Care in Mammals: Immediate Internal and Sensory Factors of Control. *Hormones, Brain and Behavior*, 215-298. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-012532104-4/50005-6>

Grattan, D. Dama, S. 2020. Neurophysiological and cognitive changes in pregnancy. *Handbook of clinical neurology*, 25-55 <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64239-4.00002-3>

Grogan, H. McDonnell S. 2005 Mare and foal bonding and problems, *Psychology*, DOI: [10.1053/J.CTEP.2005.07.004](https://doi.org/10.1053/J.CTEP.2005.07.004)

Guardini, G., Bowen, J., Raviglione, S., Far, R. 2015. Maternal behaviour in domestic dogs: a comparison between primiparous and multiparous dogs. *Medicine*, 445-467. DOI: [10.4454/DB.V111.4](https://doi.org/10.4454/DB.V111.4)

Gündüz, M., Güven, K., Bülent, E. 2008. Follicular and steroid hormone changes in Arabian mares in the postpartum period. *Animal Reproduction Science*, 200-205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.10.010>

Gündüz, M., Kasikci, G. Kaya, H. 2008 The effect of oxytocin and PGF2alpha on the uterine involution and pregnancy rates in postpartum Arabian mares. *Animal Reproduction*, 257-263 DOI: [10.1016/j.anireprosci.2007.02.004](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.02.004).

Heitor, F., Vicente, L. 2008. Maternal care and foal social relationships in a herd of Sorraia horses: Influence of maternal rank and experience. *Applied Animal Behaviour Science*, 189-205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.11.005>

Hersher, L., Richmond, J., Ulric. 1963. Modifiability of the Critical Period for the Development of Maternal Behavior in Sheep and Goats. *Behaviour*, 311-320.

Higuera, M., Escobar, C. J., Vásquez, A. 2012. Progesterona plasmática y algunas características uterinas y embrionarias en la gestación temprana de yeguas criollas colombianas. *Revista de Medicina Veterinaria*, 123-130.

Holtan, D., Houghton, E., Silver, M., Fowden, A. 1991. Plasma progestagens in the mare, fetus and newborn foal. *J Reprod Fertil Suppl*, 517-528.

Hoppen. 1994. The equine placenta and equine chorionic gonadotrophin--an overview. *Exp Clin Endocrinol*, 235-243. DOI: [10.1055/s-0029-1211287](https://doi.org/10.1055/s-0029-1211287)

Haupt, A., Virga, V. (2001). Prevalence of placentophagia in horses. *Equine Vet J*, 208-210. DOI: [10.1111/j.2042-3306.2001.tb00603.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2001.tb00603.x).

Haupt, K. 2002. Formation and dissolution of the mare-foal bond. *Applied Animal Behaviour Science*, 319-328. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00111-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00111-9)

Irani, R., Yang, X. 2008. The Functional Role of the Renin-Angiotensin System in Pregnancy and Preeclampsia. *Placenta.*, 763-771. DOI: [10.1016/S1138-3593\(02\)74138-5](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(02)74138-5)

Jung, Y. Jung, H. Jang, Y. Yoon, D. Yoon, M. (2021) Classification of behavioral signs of the mares for prediction of the pre-foaling period. *J Animal Reproduction Biotechnol.* 36-99 <https://doi.org/10.12750/JARB.36.2.99>

Katila, T., Tiina, R. 2001. The post partume mare. *Pferdeheilkunde*, 623-626.

Kelleman, A. 2013. Equine Pregnancy and Clinical Applied. *Reproductive Endocrinology*, 350-359.

Kendrick, K., Costaa, A., Hintona, M., Keverneb, E. 1992. A simple method for fostering lambs using anoestrous ewes with artificially induced lactation and maternal behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 345-357. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80094-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80094-2)

Kent, J. 2020. The cow-calf relationship: from maternal responsiveness to the maternal bond and the possibilities for fostering. *J Dairy Res*, 101-107. DOI: [10.1017/S0022029920000436](https://doi.org/10.1017/S0022029920000436)

Keverne, E., Kendrick, K. 1991. Morphine and corticotrophin-releasing factor potentiate maternal acceptance in multiparous ewes after vaginocervical stimulation. *Brain Res*, 55-62. DOI: [10.1016/0006-8993\(91\)90492-e](https://doi.org/10.1016/0006-8993(91)90492-e)

Klein, C. 2016 The role of relaxin in mare reproductive physiology: A comparative review with other species. *Theriogenology*, 451-457 DOI: [10.1016/j.theriogenology.2016.04.061](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.061)

Knottenbelt, D. 2002. *Equine Neonatology: Medicine and Surgery*. Mosby, Incorporated.

Koterbat, A., DrummondM, W., Kosch, P. 1985. Intensive Care of the Neonatal Foal. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 3-34. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30766-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30766-6)

Koterba, A., Drummond, W., Kosc, P. 1990. *Equine Clinical Neonatology*. Lea & Febiger.

- Krasnegor, N., Bridges, R. 1991. Oxytocin and maternal behavior. *Mammalian parenting: Biochemical, neurobiological, and behavioral determinants*, 260–280.
- Larsen, C., Grattan, D. 2012. Prolactin, neurogenesis, and maternal behaviors. *Brain Behav Immun*, 201-209. DOI:[10.1016/j.bbi.2011.07.233](https://doi.org/10.1016/j.bbi.2011.07.233)
- Lawrson, E. 2012. Understanding Mare and Foal Behavior. *Behavior*, 321-325.
- Le Neindre, P., Poindron, P., Delouis, C. 1979. Hormonal induction of maternal behavior in non-pregnant ewes. *Physiology & Behavior*, 731-734. DOI: [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(79\)90239-7](https://doi.org/10.1016/0031-9384(79)90239-7)
- LeBlanc, M. M. 2008. Endocrinology of the Late Gestational Mare in Health and Disease. *ACVIM*, 32-35.
- Leckman, J., Herman, A. 2002. Maternal behavior and developmental psychopathology. *Biol Psychiatry*, 27-43.
- Lévy, F. 2016. Neuroendocrine control of maternal behavior in non-human and human mammals. *Annales d'Endocrinologie*, 114-125. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2016.04.002>
- Lévy, F., Keller, M., & Poindron, P. 2004. Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. *Hormone Behavior*, 284-302. DOI:[10.1016/j.yhbeh.2004.02.005](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.02.005)
- Lezama, K., Mariti, C., Mota, D. R. 2019. Maternal behaviour in domestic dogs. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 20-29. DOI: <https://doi.org/10.1080/23144599.2019.1641899>
- Losinno, L., Aguilar, J. 2002. Reproducción y biotecnologías de la reproducción. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-4.
- Madigan, J. y Ramiro T. 2019. *Manual of Equine Neonatal Medicine*. Oak: Live Oak Publishing.
- Matamoros, Gómez, Andaur. 2002. Hormones of diagnostic value in Veterinary Medicine. *Archivos de medicina veterinaria*, 21-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2002000200003>
- Marcenac, L.N. y Aublet, H. 1964. *Encyclopédie du Cheval...* Maloine, Paris
- McCue, P. 2014 Foal Rejection, *Equine reproductive procedures*, 309-323 DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118904398.ch161>
- McDonnell, S. 2003. *The equid ethogram: a practical field guide to horse behavior*. Lexington, KY: National Book Network.
- McDonnell, S. 2012. Mare and Foal Behavior. *AAEP Proceedings*, 407-411.

- Melo, A. 2013. Parental Behavior. En D. Pfaff, *Neuroscience in the 21st Century* (págs. 2069-2100. DOI: [10.1007/978-1-4614-1997-6](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1997-6))
- Meurisse M. González, A. Delson, G. Caba M., Lévy, P. Poindron, P. 2005 Estradiol receptor- α expression in hypothalamic and limbic regions of ewes influenced by physiological state and maternal experience. *Hormones and Behavior* 34-43 doi:[10.1016/j.yhbeh.2005.02.007](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2005.02.007)
- Mihók, Z., Montijano, C. 2016. El sector ecuestre y la economía. *Archivos de Zootecnia*.
- Miraglia, M., Rosset, M. 2006. *Nutrition and feeding of the broodmare*. EAAP.
- Moons, C., Laughlin, K., Zanella, A. 2005. Effects of short-term maternal separations on weaning stress in foals. *Applied Animal Behaviour Science*, 321-335. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.10.007>
- Morel, D. 2008. Endocrine control of pregnancy in the mare. En Morel, *Equine reproductive physiology, breeding and stud management* (págs. 64-68). CABI.
- Nagel, C., Erber, R., Bergmaier, C., Wulf, M., Aurich, J. 2012. Cortisol and progesterin release, heart rate and heart rate variability in the pregnant and postpartum mare, fetus and newborn foal. *Theriogenology*, 759-767. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2012.03.023](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.03.023)
- Neary, M., y Hepworth, K. 2005. Parturition in Livestock. *Animal Science*.
- Neindre, P., Poindron, P., Delouis, C. 1979. Hormonal induction of maternal behavior in non-pregnant ewes. *Physiology & Behavior*, 731-734. DOI: [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(79\)90239-7](https://doi.org/10.1016/0031-9384(79)90239-7)
- Nicol, C., Davidson, H., Harris, P., Waters, A. 2004. Study of crib-biting and gastric inflammation and ulceration in young horses. *Emerging Equine Science*, 177 - 178. <https://doi.org/10.1017/S0263967X00041380>
- Numan, Insel. 2003. *The Neurobiology of Parental Behavior*. NY: Springer Science. DOI: <https://doi.org/10.1007/b97533>
- Olson, D. 2003. The role of prostaglandins in the initiation of parturition. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 717-730. DOI: [10.1016/s1521-6934\(03\)00069-5](https://doi.org/10.1016/s1521-6934(03)00069-5)
- Ousey, J., Fowden, A. 2012. Prostaglandins and the regulation of parturition in mares. *Equine Veterinary Journal*, 140-148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2006.08.004>
- Ousey, J. 2006. Hormone Profiles and Treatments in the Late Pregnant Mare. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 727-747. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00506.x>

Pascual, J. L., García, J. F., & Frías, M. D. 2000. Significación estadística, importancia del efecto. *Psicothema*, 408-412.

Poindron, P., LeNeindre, P. 1980. Endocrine and Sensory Regulation of Maternal Behavior in the Ewe. *Advances in the Study of Behavior*, 75-119. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-3454\(08\)60115-1](https://doi.org/10.1016/S0065-3454(08)60115-1)

Poindron, P., Martin, G., Hooley, R. 1979. Effects of lambing induction on the sensitive period for the establishment of maternal behaviour in sheep. *Physiology & Behavior*, 1081-1087.

Poindron, P., Otal, J., Ferreira, M., Keller, M., Guesdon, V. 2010. Amniotic fluid is important for the maintenance of maternal responsiveness and the establishment of maternal selectivity in sheep. *Animal*, 2057-2064. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731110001126>

Poindron, P., Lévy, F., Keller, M. 2006. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: The two facets of maternal attachment. *Developmental Psychobiology*, 54-70. DOI: <https://doi.org/10.1002/dev.20192>

Porter, R., Duchamp, G., Nowak, R., Daels, P. 2002. Induction of maternal behavior in non-parturient adoptive mares. *Physiology & Behavior*, 151-154. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(02\)00819-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00819-3)

Pratt, M., Apter, Y., Levi, A., Vakart, A., Feldman, M., Fishman, Fieldman. 2015. Maternal depression and child oxytocin response; moderation by maternal oxytocin and relational behavior. *Depress Anxiety*, 234-256. DOI: [10.1002/da.22392](https://doi.org/10.1002/da.22392)

Purohit, N. G. 2010. Parturition In Domestic Animals: A Review. *Parturition In Domestic Animals: A Review*, 2-18.

Räikkönen, K., Gissler, M., Kajantie, E. 2022. Maternal Antenatal Corticosteroid Treatment and Childhood Mental and Behavioral Disorders-Reply. *HIPAA, Privacy, and Reproductive Rights in a Post-Roe Era*, 23-35.

Ramiro, T. E. 2019. Equine Neonatal Encephalopathy: Facts, Evidence, and Opinions. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 363-378. DOI: [10.1016/j.cveq.2019.03.004](https://doi.org/10.1016/j.cveq.2019.03.004)

Ransom, J.I. and Cade, B.S., 2009, Quantifying equid behavior— A research ethogram for free-roaming feral horses: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 2-A9, 23 p.

Rees, L., Panesar, S., Steiner, A., Fleming, A. 2004. The effects of adrenalectomy and corticosterone replacement on maternal behavior in the postpartum rat. *Hormone Behavior*, 411-419. [10.1016/j.yhbeh.2004.03.010](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.03.010)

- Relave, F. Lefebvre, R.C, Beaudoin, S. Price, C. 2007. Accuracy of a rapid enzyme-linked immunosorbent assay to measure progesterone in mare. *Canadian Veterinary Journal*. 823-829
- Rosenblatt, J. 2002. Hormonal bases of parenting in mammals. *Handbook of parenting: Biology and ecology of parenting*, 31–60.
- Rossdale, P., Ousey, J., Cottrill, C., Chavatt, P. 1991. Effects of placental pathology on maternal plasma progestagen and mammary secretion calcium concentrations and on neonatal adrenocortical function in the horse. *JReprod Fertil Suppl*, 579-590.
- Robles, M., Couturier-Tarrade, A., Derisoud, E. (2019) Effects of dietary arginine supplementation in pregnant mares on maternal metabolism, placental structure and function and foal growth. *Sci Rep* 9, 6461. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42941-0>
- Ryan, P. Christiansen, D. Hopper, R. Bagnell, C. Vaala, W. 2009. Evaluation of Systemic Relaxin Blood Profiles in Horses as a Means of Assessing Placental Fuction in High-Risk Pregnancies and Responsiveness to Therapeutic Strategies *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1160: 169-178. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2008.03802.x>
- Saltzman, W. y Maestriperieri., D. 2011 The neuroendocrinology of primate maternal behavior, *Psychology Biology* DOI:10.1016/j.pnpbp.2010.09.017
- Sánchez, A. 2020. Bioestadística amigable. En M. Á. Martínez, *Bioestadística amigable* (págs. 567-569). Elsevier.
- Satué K, Domingo, R. Redondo, J. 2011. Relationship between progesterone, oestrone sulphate and cortisol and the components of renin angiotensin aldosterone system in Spanish purebred broodmares during pregnancy. *Theriogenology* 1404-1415 DOI:<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.06.009>
- Satué K., Felipem M., Mota, J., Muñoz, A., 2011, Factors influencing gestational length in mare: A review, *Livestock Science* 287-294 [0.1016/j.livsci.2010.09.011](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.09.011)
- Satué, K., Gardon, J. 2019. Physiological and Clinical Aspects of the Endocrinology of the Estrous Cycle and Pregnancy in Mares. *Animal Reproduction in Veterinary Medicine*, 201-209. DOI: [10.5772/intechopen.90387](https://doi.org/10.5772/intechopen.90387)
- Severine, H. 2020. Predict the future personality of the foal. *Equipedia*.
- Sheehan, T., Numan, M., 2002 Estrogen, Progesterone, and Pregnancy Termination alter neural activity in Brain Regions That control maternal behavior in rats, *Neuroendocrinology* 221-230 <https://doi.org/10.1159/000048217>
- Shipka, M., Ford, S. 1991. Relationship of circulating estrogen and progesterone concentrations during late pregnancy and the onset phase of maternal behavior in the ewe. *Applied Animal Behaviour Science*, 91-99. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(91\)90156-R](https://doi.org/10.1016/0168-1591(91)90156-R)

Siega, R., Herrmann, T., Savitz, D., Thorp, J., 2002. Frequency of Eating during pregnancy and its effect on preterm delivery 647-652 <https://doi.org/10.1093/aje/153.7.647>

Siegel., H., Rosenblatt, J. 1975. Estrogen-induced maternal behavior in hysterectomized-overiectomized virgin rats. *Physiologic Behavior*, 465-471. [10.1016/0031-9384\(75\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0031-9384(75)90012-8)

Soto, R. Terrazas, A. Poindron P. Mariscal, G. 2021. Regulation of maternal behavior, social isolation responses, and postpartum estrus by steroid hormones and vaginocervical stimulatón in sheep. *Hormone Behavior*, 1-10 DOI: [10.1016/j.yhbeh.2021.105061](https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2021.105061)

Sousa F, Lazzari, V. Scherem M. Almeida, G. Sanvitto I. Giovenardi. 2010 Progesterone and maternal aggressive behavior in rats. *Behavior Brain Res.* 84-93 DOI:[10.1016/j.bbr.2010.03.050](https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.03.050).

Stallings, Fleming, J., Corter, A., Wor, C. 2001. The effects of infant cries and odors on sympathy, cortisol, and autonomic responses in new mothers and nonpostpartum women. *Parenting: Science and Practice*, 71–100. DOI: https://doi.org/10.1207/S15327922PAR011&2_5

Stoneham SJ. 2006. Assessing the newborn foal. In: Paradis MR (Ed.). *Equine neonatal medicine*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders. pp. 1-10.

Stuttgen, S. 2003. The 3 Stages of Bovine Parturition. *Extension Agriculture Agent*, 3-7.

Tajik, J., Kheirandish, R. 2014. Aggression to a foal after 4 months of nursing. *Journal of Veterinary Behavior Clinical Applications and Research*, 9-12. DOI:[10.1016/j.jveb.2014.02.004](https://doi.org/10.1016/j.jveb.2014.02.004)

Taverne, M. Noakoes, D. 2019 D. Parturition and the Care of parturient animals and the newborn. *Veterinary reproduction and obstetric* 115-147 <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7233-8.00006-9>

Terrazas, A. M., Poindron, P., Ramiréz, S., Alfredo, F., Delgadillo, A., Duarte, G. 2011. Sensorial and physiological control of maternal behavior in small ruminants: sheep and goats. *Ropical and Subtropical Agroecosystems*, 91-102.

Tibary, A., y Pearson, L. 2012. Mare Problems in the Last Month of Pregnancy. *AEEP Proceedings*, 350-359.

Thompson, D., Oberhaus, E., 2015. Prolactin in the Horse: Historical Perspective, Actions and reactions, and its Role in Reproduction. *Journal of Equine Veterinary Science*. 343-353 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.03.199>

Vandierendonckab, M., Sigurjónsdóttirc, H., Colenbran, B. 2004. Differences in social behaviour between late pregnant, post-partum and barren mares in a herd of Icelandic horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 283-297. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.06.010>

Visserad, E., Gvan, C., Reenena, H., Hopstera, M., SchilderBJ., M. 2001. Quantifying aspects of young horses' temperament: consistency of behavioural variables. *Applied Animal Behaviour Science*, 241-258. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00177-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00177-0)

Warren et al. (2009). Behavior at foaling time. En Meadows, *Understanding horse behavior* (págs. 13-16).

Whitfield-, C., Cargile, Cohen, J., McQueen, C., Carolyn, E., Dowd, S. 2015. Composition and Diversity of the Fecal Microbiome and Inferred Fecal Metagenome Does Not Predict Subsequent Pneumonia Caused by *Rhodococcus equi* in Foals. *PLoS one*, 10-18. DOI: [10.1371/journal.pone.0136586](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136586)

Young, R., Renfree, M., Mesiano, S., Shaw, G. 2011. Chapter 6 - The Comparative Physiology of Parturition in Mammals: Hormones and Parturition in Mammals. En P. Young, *Hormones and Reproduction of Vertebrates* (págs. 95-116). Elsevier.

Zhusypbekovich, N. M., Nurz, K. B. 2016. Maternal behavior of mares and genetic parameters features selection based on maternal instinct. *International Journal of Pure and Applied Zoology*, 201-210.

Zimri, C. V., Flores, C. A., Berumen, F. R., López, M. C., Flores, G. F. 2018. Mare Reproductive Cycle: A Review. *Abanico veterinario*, 2448-6132. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.1>

Zurek, U., Danek, J. 2011. Maternal behaviour of mares and the condition of foals after parturition. *Bulletin- Veterinary Institute in Pulawy*, 451-456.