



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional.](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licencia permite a los reutilizadores distribuir, remezclar, adaptar y construir sobre el material en cualquier medio o formato, siempre que se le dé la atribución al creador. La licencia permite el uso comercial. Si remezcla, adapta o construye sobre el material, debe licenciar el material modificado bajo términos idénticos

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS
MENCIÓN: SANIDAD, PRODUCCIÓN ANIMAL Y MEDIO
AMBIENTE



TESIS:

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE GLICEMIA EN
POTRILLOS NEONATOS, CLÍNICAMENTE SANOS, DE
RAZA PURA SANGRE”**

PRESENTADO POR:

M.V.Z. MARÍA JOSÉ del PILAR, CEVALLOS CARDENAS

ASESORA:

DRA. DAVALOS ALMEYDA MARIA EMILIA

ICA-PERU

2020

DEDICATORIA

A Dios,

A mis padres, por ser la guía de sabiduría, ternura y fe en mi vida.

A Helder y Ana María, porque conozco y valoro el esfuerzo que hacen por sacar a flote nuestro proyecto familiar, alentando cada uno de mis proyectos.

A José María, ser tu hermana mayor me motiva a trabajar en una mejor versión de mi cada día.

A mi sobrino Pío, pues con su sola sonrisa renovó nuestro mundo, trayendo la ilusión de saber que el mañana siempre será mejor que el ayer.

Y a cada una de las personas, que me dieron todo el soporte y amor para estar en donde estoy.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar el más honesto agradecimiento a quienes han colaborado para realizar esta investigación, y en forma especial:

Al Dios de Amor en el que creo y su Madre María, que han llenado mi vida de regalos tan grandes, como esta etapa profesional.

A mi familia, por seguir siendo mi apoyo en cada uno de mis sueños.

A mi asesora, la Dra. María Emilia Dávalos, quien además del sobresaliente aporte académico que trajo a esta investigación, depositó su confianza en mí, la cual aprecio y atesoro en todo momento.

ÍNDICE

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CONTRACARÁTULA	v
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO	11
1.1. Antecedentes.....	12
1.2. Bases Teóricas.....	19
a) Nivel de glicemia.....	19
b) Potrillos neonatos de raza pura sangre	56
1.3. Marco Conceptual	61
CAPÍTULO II – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	64
2.1. Situación Problemática.....	65
2.2. Formulación del Problema.....	66
a) Problema General.....	66
b) Problemas Específicos	66
2.3. Justificación e Importancia	66
a) Justificación.....	66
b) Importancia	67
2.4. Objetivos de la Investigación.....	67
a) Objetivo General	67
b) Objetivos Específicos	67
2.5. Hipótesis de la Investigación	68
a) Hipótesis General	68
b) Hipótesis Específicos	68

2.6. Variables de la Investigación	69
a) Identificación de Variables.....	69
b) Operacionalización de Variables	69
CAPÍTULO III – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	70
3.1. Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación	71
3.2. Población y Muestra	71
CAPÍTULO IV – TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	72
4.1. Técnicas de Recolección de Datos	73
4.2. Instrumentos de Recolección de Datos	73
4.3. Técnicas de Procesamiento, Análisis e Interpretación de Resultados	73
CAPÍTULO V – CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	74
CAPÍTULO VI – PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	77
6.1. Presentación e Interpretación de Resultados	78
6.2. Discusión de Resultados	86
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	91
ANEXOS.....	95

TÍTULO:

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE GLICEMIA EN
POTRILLOS NEONATOS, CLINICAMENTE SANOS, DE
RAZA PURA SANGRE”**

AUTOR:

M.V.Z. MARÍA JOSÉ CEVALLOS CARDENAS

ASESORA:

DRA. MARIA EMILIA DÁVALOS ALMEYDA

ICA, PERÚ

2020

RESUMEN

La determinación del nivel de la glicemia dentro de la práctica de la neonatología equina, es de suma importancia. Debido a los sucesos en la clínica diaria, se considera como parámetro crítico de indicador de pronóstico, es decir, es tomado como indicador de enfermedad y predictor de sobrevivencia. La glucosa no solo es el un monosacárido determinante para la salud animal sino que interviene en procesos de la naturaleza, siendo como tal elemental para la manutención de los tejidos, actividad muscular y neuronal, el nivel sérico depende de dos factores: la dieta y el metabolismo hepático. De esta forma, poder detectar al nacimiento de los potrillos, disfuncionalidades al momento del nacimiento. Este estudio se centra principalmente en la determinación del nivel de glicemia en potrillos neonatos de raza Pura Sangre, debido al tipo de crianza que se realiza en nuestro país. Se describe este nivel de glicemia de acuerdo al sexo del potrillo, de acuerdo al número de partos de la yegua madre (primípara y múltipara) y de acuerdo a la condición corporal de la yegua madre de acuerdo a la escala de Henneke (mayor a 5, y menor a 5) **Materiales y Métodos:** El número total de muestras fueron tomadas de 20 potrillos recién nacidos, sangre tomada de la vena yugular e inmediatamente procesada a través del glucómetro portátil. De las 20 muestras totales 8 corresponden a potrillos machos y 12 a potrillos hembras. Fueron 17 yeguas madres múltiparas y 3 yeguas madres primíparas, y 18 yeguas madres tuvieron una condición corporal de acuerdo a la escala de Henneke mayor a 5/10, mientras que 2 yeguas madres tuvieron una condición corporal menor a 5/10. **Resultados:** El nivel de glicemia (NG) medio de las muestras tomadas fue de $106 \pm 10,68$; el NG de los potrillos hembras fue de $112,25 \pm 17,3$ y el de los potrillos machos de $98,75 \pm 7,27$; de las yeguas madres primíparas fue de $93 \pm 8,89$ y de las yeguas madres múltiparas, $109 \pm 17,46$; de las yeguas madres con una condición corporal mayor a 5/10 de acuerdo a la escala de Henneke fue de $111 \pm 11,28$; y de las yeguas madres con una condición corporal menor a 5/10 de acuerdo a la escala de Henneke, 69 ± 25 , siendo estos últimos valores los únicos que presentaron una diferencia estadística significativa. **Conclusiones:** Los valores obtenidos mayores fueron de los potrillos hembras y de las yeguas madres múltiparas, y aunque presentan desigualdades, estas no representan diferencias estadísticamente significativamente. A diferencia de la condición corporal de la yegua Madre de acuerdo a la escala de Henneke, que si presenta una diferencia estadística significativa.

ABSTRACT

Equine neonatology is of the utmost importance, due to the fact that in the daily clinic it is considered as a critical parameter of the prognostic indicator, that is, it is taken as an indicator of disease and a predictor of survival. Glucose is the main monosaccharide in nature being essential for the maintenance of tissues, necessary for muscle and neuronal activity at the serum level comes from two sources: diet and liver metabolism. Thus, to detect the birth of foals, dysfunctionalities at birth. This study focuses mainly on the determination of the level of glycemia in neonatal foals of the Purebred breed, due to the type of breeding that takes place in our country. This level of glycemia is described according to the sex of the foal, according to the number of deliveries of the mother mare (primiparous and multiparous) and according to the body condition of the mother mare according to the Henneke scale (greater than 5 , and less than 5) Materials and Methods: The total number of samples were taken from 20 newborn foals, blood taken from the jugular vein and immediately processed through the portable glucometer. Of the 20 total samples 8 correspond to male foals and 12 to female foals. There were 17 multiparous mother mares and 3 primiparous mother mares, and 18 mother mares had a body condition according to the Henneke scale greater than 5/10, while 2 mother mares had a body condition less than 5/10. Results: The average blood glucose level of the samples taken was 106 ± 10.68 ; the level of glycemia of the female foals was 112.25 ± 17.3 and that of the male foals 98.75 ± 7.27 ; of the primiparous mother mares was 93 ± 8.89 and of the multiparous mother mares, 109 ± 17.46 ; of the mother mares with a body condition greater than 5/10 according to the Henneke scale it was 111 ± 11.28 ; and of the mother mares with a body condition less than 5/10 according to the Henneke scale, 69 ± 25 , the latter values being the only ones that presented a significant statistical difference. Conclusions: The highest values obtained were female foals and multiparous mother mares, and although they show differences, they do not show statistically significant differences. Unlike the body condition of the mother mare according to the Henneke scale, which does have a statistically significant difference.

INTRODUCCIÓN

La determinación de los niveles de glicemia dentro de la práctica de la neonatología equina, es de suma importancia, esto debido a que en la clínica diaria se considera como parámetro crítico de “indicador de pronóstico”, es decir, es tomado como señal de enfermedad y predictor de sobrevivencia.

La glucosa no solo es el un monosacárido determinante para la salud animal sino que interviene en procesos de la naturaleza, siendo como tal elemental para la manutención de los tejidos (Martinez, 2007), para la actividad muscular (Barreto, 2007); y neuronal (Johnson 2012), a nivel sérico dependerá de dos factores; la ingesta alimentaria y su metabolismo hepático. En los equinos los valores presentan cambios interespecíficos, como es el caso de la glicemia en el nacimiento de los burros, suele ser mayor que en los caballos (Sgorbini, 2013) e intraespecíficas principalmente por condiciones fisiológicas como la edad, la dieta y el estado reproductivo (Bromerschenkel, 2015), o de manera patológica por alteraciones como diabetes, obesidad, disfunción pituitaria, laminitis (Vervuert, 2006)

Pudiendo así detectar al nacimiento de los potrillos, disfuncionalidades al momento del nacimiento. Se han descrito que potrillos prematuros y dismaduros por lo general tienen una actividad enzimática gluconeogénica heterogénea e incorrecta con reservas restringidas de glucógeno disponible al momento del nacimiento, por lo que se hace más complicado de tener los valores de glicemia normales. (Lester, 2006)

Para los potrillos dismaduros y aquellos expuestos a estrés uterino constante y prologando, producido por condiciones como placentitis, a menudo exhiben un mantenimiento de la glucosa incorrecto, a lo que al examen clínico se observan pacientes débiles y deprimidos en el momento de parto. (Carr E; 2014).

Los trastornos de los niveles de glicemia en potrillos afectados son muy comunes, por lo que se torna en una medida fundamental durante las primeras horas post- parto, por lo que es transcendental tener medidas de referencia que ayuden al médico clínico en la toma de decisión frente cuadros adversos. Este trabajo se centra principalmente, en poder determinar un nivel de glicemia en potrillos neonatos de la raza Pura Sangre, debido al tipo de crianza que realiza en nuestro país, y todos los valores referenciales que concebimos como tales, han sido demostrados en animales de países europeos, con condiciones climáticas y de manejo, diferentes.

Se tomó muestras de 20 neonatos, medidos a través del test de APGAR, diagnosticándolos clínicamente sanos. Se extrajo sangre periférica para ser analizada inmediatamente en el glucómetro portátil, siendo de esta forma, (a pesar de ser una técnica invasiva), de fácil y rápido acceso, lo que reduce el estrés que genera el manejo de la muestra de sangre para su análisis. Por lo que, este se convierte el primer reporte en el Perú, sobre el nivel de glicemia normal en potrillos neonatos de la raza Pura Sangre.

CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes Internacionales

E.H. BERRYHILL ET AL. 2019. CALIFORNIA, EEUU. **“Efectos de la edad sobre las concentraciones séricas de glucosa e insulina y la relación glucosa/insulina en potros neonatos y sus madres durante las primeras 2 semanas posparto”**.

Mantener las concentraciones de glucosa en suero es crítico en los potros neonatales y a menudo está desregulado en la enfermedad; sin embargo pocos estudios han evaluado los efectos de la edad o la variación de la glucosa y la insulina, en los recién nacidos y sus madres en el posparto. Este estudio tuvo como objetivo evaluar en serie, las concentraciones séricas de glucosa e insulina y las proporciones glucosa/insulina (G/I) en siete potros sanos y sus madres, post – parto inmediato y a los 1 – 2 y 10 – 12 días de edad. Las hipótesis eran que: (1) habría una amplia variación temporal en las mediciones de glucosa e insulina por hora entre los potros; y (2) los parámetros medidos en potros diferirían de los de las yeguas posparto.

Las concentraciones de glucosa antes de la succión fueron más bajas que después de la succión ($92,78 \pm 24,05$ mg/dL y $128,99 \pm 56,09$ mg/dL, respectivamente, $P=0,0377$) – ($92,78 \pm 1,61$ gr/dL y 128 mg/dL $\pm 3,13$ mg/dL, respectivamente, $P=0,0377$). La glucosa permaneció > 5 mmol/L ($90,08$ mg/dL) pero varió cada hora hasta $4,22$ mmol/L ($76,03$ mg/dL) y $2,93$ mmol/L ($52,79$ mg/dL) para potros individuales de 1 – 2 y 10 – 12 días de edad, respectivamente. No hubieron cambios significativos en la insulina con el tiempo (mediana $8,50$ [$4,32$ – $18,4$] μ U/ml (1 – 2 días y 10 – 12 días respectivamente)). Las proporciones de glucosa / insulina aumentaron de pre y post lactancia a 1 – 2 días de antigüedad, sin cambios significativos

a partir de entonces. Las yeguas tenían las concentraciones más altas de glucosa e insulina y las relaciones G/I más bajas inmediatamente después del parto en comparación con los puntos de tiempo posteriores y los potros. (Mediana 7.37 [rango, 4.34 – 8.78] mmol/L, mediana 30.94 [rango, 20.35 – 49.20] μ U/ml, 4.3 [2.43 – 7.04], respectivamente). En conclusión, los potros neonatales exhibieron una amplia variación en las concentraciones séricas de glucosa e insulina, pero no fueron hipoglucémicos. Las yeguas desarrollaron resistencia transitoria a la insulina en el periodo posparto inmediato.

FEIJÓ L.S., CURCIO B.R., PAZINATO F.M., ALMEIDA B.A., MORAES B.S.S., BORBA L.A. & FEIJÓ J.O. & NOGUEIRA C.E.W. 2018. BRAZIL. **“Indicadores hematológicos y bioquímicos de madurez en potros y su relación con las características placentarias”** La salud del recién nacido está directamente relacionada con las condiciones gestacionales y la eficiencia placentaria. El objeto principal de este estudio fue: (1) Evaluar los parámetros hematológicos y bioquímicos de los potrillos nacidos de yeguas con placentitis al nacimiento y a las 24 horas de edad. (2) Verificar si la patología placentaria tiene alguna influencia en el grado de madurez neonatal a través de las respuestas hematológicas y bioquímicas de esos potrillos. De acuerdo a los hallazgos placentarios (grupo control y grupo con placentitis) y el grado de madurez neonatal (maduro e inmaduro), los potrillos fueron divididos en tres grupos: (1) Grupo control (n=22), los potrillos nacidos de yeguas con placentitis y clasificados como (2) Maduros (n=26) y (3) inmaduros (n=10). Fueron medidos el hematocrito y la concentración de plasmática de fibrinógeno, proteína

plasmática total, conteo de células blancas, lactato, glucosa, creatinina, urea, albumina, bilirrubina, triglicéridos, colesterol, calcio, fósforo, magnesio, aspartato aminotransferasa (AST), creatinina quinasa (CK) fosfatasa alcalina (ALP), y gamma – glutamiltransferasa (GGT). Las características placentarias fueron significativamente diferente entre el grado de madurez neonatal ($P=0.001$). Las yeguas que tenían placentitis aguda parieron neonatos más inmaduros ($n=8/10$; 80%). Las concentraciones de fibrinógeno ($P=0.003$), creatinina ($P=0.021$), colesterol total ($P=0.014$), AST ($P=0.001$), GGT ($P=0.002$), bilirrubina total ($P=0.001$) y bilirrubina conjugada ($P=0.010$), fueron mayores al nacimiento en el grupo de los inmaduros, mientras que los niveles de albúmina fueron menores ($P=0.002$). Los potrillos nacidos de yeguas con placentitis presentaron hiperlactatemia a las 24 horas de edad ($P=0.002$). La placentitis aguda tuvo una influencia en la madurez neonatal, permitiendo una madurez fetal acelerada pero incompleta. El monitoreo de los niveles del lactato, fibrinógeno, creatinina, bilirrubina, colesterol, albumina, AST, y GGT, asociado con la evaluación clínica física y de comportamiento puede contribuir como indicadores de madurez neonatal.

CRUZ, RAÍSSA KS ET AL. 2017. Brasil. **“Evaluación de los patrones de vitalidad neonatal, glucemia, lactato y cortisol en potros de la raza Paint”**. En la evaluación clínica de los recién nacidos, así como en la definición de la conducta terapéutica aprobada representan las evidentes dificultades a un Médico Veterinario. Este estudio ha sido dirigido a evaluar la viabilidad neonatal usando la puntuación Apgar modificada y la concentración glucosa sanguínea, lactato y cortisol en

equinos recién nacidos. Para ello fueron evaluados 20 potrillos de la raza Paint nacidos en eutocia, durante los primeros 2 días de vida (48hrs). La puntuación Apgar modificada fue determinada al nacimiento y los 10 minutos después, con un rango de valores de 0 a 10. Las muestras de sangre fueron colectadas al nacimiento y a las 4, 8, 12, 16, 30, 24, 36 y 48 horas después. La medida de la puntuación Apgar fue significativamente baja al nacimiento que a los 10 minutos siguientes ($p < 0.001$),. La concentración de glucosa sanguínea aumento significativamente entre el nacimiento (98.90 ± 35.97 mg/dL) y 8 horas después (127.90 ± 27.15 mg/dL), estabilizándolos después de las primeras 12 horas (148.95 ± 29.59 mg/dL). Las concentraciones de lactato sérico mostraron una disminución significativa en los tiempos muestreados, con el valor más alto ocurriendo al nacimiento (5.48 ± 2.17 mmol/L) y estabilizándolos después del primer día de vida (2.76 ± 1.31 mmol/L) y a las 48 horas (5.21 ± 3.35 ug/dL), con el valor más alto ocurriendo a las 4 horas post - parto. La ocurrencia de anomalías en laboratorio de potros recién nacidos, refuerza la necesidad de exámenes clínicos regulares y el desarrollo de referencias laboratoriales por diferentes razas y edades.

JOHNY BUITRAGO ET AL. 2016. COLOMBIA. **“Niveles de glicemia en potros criollo colombiano durante sus primeras horas de vida”**. Dentro de la práctica de la neonatología equina, los niveles de glucosa son considerados como parámetros fundamentales, con mayor razón en las unidades de cuidados críticos neonatales, por ser tomado como un indicador de pronóstico. De modo que es necesario contar con parámetros de referencia puntuales, debido a que influirá en la toma de decisiones. La literatura no reporta

valores establecidos en la raza equina Criollo Colombiano, razón para lo cual, en el desarrollo de la clínica se utilizan valores determinados para razas equinas en ambientes completamente diferentes. Siendo así, el primer estudio en esta raza en Colombia. El lugar de desarrollo de este estudio es la Ciudad de Bolívar: en se evaluaron muestras de sangre periférica en un glucómetro portátil para determinar el nivel de glicemia. La población de esta investigación fue de 29 potrillos recién nacidos, provenientes de yeguas estabuladas. Se realizaron un total de cuatro mediciones: la primera antes de la primera toma de calostro (T0) y las siguientes con un periodo de tres horas entre una y la otra. (T3, T6 y T9). Con los intervalos de confianza se obtuvo la media poblacional, y la media respecto a los sexos. Con la ecuación de regresión se determinó la predicción de la glucosa según las tomas de muestra. Los resultados fueron los siguientes: en el T0 se obtuvo una media de $81,76 \pm 9,25$ mg/dL, en el T3 de $88,97 \pm 11,73$ mg/dL, para T6 fue $112,31 \pm 16,52$ mg/dL y en T9, $118,52 \pm 13,59$ mg/dL. La ecuación de regresión polinómica fue $\text{Glucosa} = 80,27 + 1,617 \text{ tiempo}^2 - 0,127 \text{ tiempo}^3$ ($R^2 = 0,58$).

Se puede concluir que la medición de las concentraciones de glucosa sanguínea en potros neonatos Criollo Colombiano es un factor importante en el ejercicio de la clínica equina y es un importante factor en el establecimiento de la salud o enfermedad, de igual forma se concluye que si existen variaciones en las diferentes horas post nacimiento del neonato y su importancia en el manejo del potro, así mismo, se puede informar que el uso de glucómetro portátil es una herramienta importante en virtud de la ubicación de los pacientes y de la dificultad de su evaluación en clínicas veterinarias equinas, para las cuales establecen valores de referencia para la

especie en potros recién nacidos del departamento de Antioquia.

INGRID BROMERSCHENKEL. LENIR CARDOSO PORFIRIO, CARLA BRAGA MARTINS. 2015. BRASIL. **“Uso del Glucómetro portátil para la medición de glicemia en potros neonatos de raza Mangalarga Marchador”**. Este estudio tiene como objetivo evaluar el uso del glucómetro portátil para medir los niveles de glucosa en potrillos recién nacidos considerando como controlar los resultados medidos por pruebas de laboratorio (TL), determinando de ese modo los valores de glucosa sanguíneo obtenidos por el glucómetro portátil (GP), se encuentran de acuerdo a la administración de alimentos y medicamentos. Fue utilizado en potros neonatos de ambos sexos, sanos, hasta los 30 días de edad. Las muestras de sangre fueron recolectadas para medir GP y TL en tiempos: A: 0 A 12 horas; B: 24 a 36 horas; C: 72 horas; D: 7 días; E y F: 15 y 30 días de vida. La prueba ANOVA comparó los cambios en los niveles de glicemia obtenidos en TL al 5% de nivel de significancia. Para la comparación de los resultados de GP y TL entre los tiempos A, B, C, D, y F, se utilizó la prueba T, y la prueba de Mann – Whitney con un nivel de significancia del 5%. La variación porcentual entre los resultados con WB y WG se obtuvo la diferencia entre la media obtenida por TL y la media obtenida por el GP. No hubo diferencia en los niveles glucémicos obtenidos por el TL entre los tiempos. El promedio de glucosa en sangre para el periodo neonatal fue de 152.11 mg/dL. No hubo diferencia entre los resultados obtenidos por el GP y TL. Las mediciones obtenidas con GP oscilan entre 99 – 183 mg/dL y tasa de error entre el 2. 68 al 11.55%. No hubo cambios significativos en las concentraciones de glucosa en

sangre durante el periodo neonatal. El GP demostró una precisión similar al TL en el hallazgo de los niveles de la glicemia. La tasa de error de GP permaneció en los límites requeridos por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos), lo que garantiza su uso para controlar los niveles de glucosa en potros neonatales.

N.B. HOLDSTOCK, V. L. ALLEN, M. R. BLOOMFIELD, C. N. HALES AND A L. FOWDEN. 2004. UK. **“Desarrollo de la secreción insulina y la proinsulina en potrillos pony recién nacidos”**. Al nacimiento, el páncreas endocrino debe asumir un rol de glucoregulación para que el neonato sobreviva a la transición de nutrición parenteral a enteral. En especies como el caballo, la hipoglicemia neonatal es común, lo que sugiere que los mecanismos de glucoregulación no siempre, son completamente competentes al nacimiento. Por lo tanto, este estudio examinó la funcionalidad de las células β del páncreas en potros recién nacidos, durante la adaptación de la nutrición durante los 10 primeros días después del parto. Durante un periodo de 48 horas, en tres intervalos de tiempo después del nacimiento (Día 1 – 2; 5 – 6 y 9 – 10 post parto), las células β responden a la succión y a la administración intravenosa de glucosa, arginina y solución salina que fueron medidos en siete potrillos ponys normales. La concentración del plasma basal de proinsulina, más no de insulina o glucosa aumentó significativamente entre los días 1 y 10 post parto. La succión causó un incremento gradual de la insulina plasmática, que fue acompañada por un aumento significativo de la concentración insulina plasmática 15 minutos después de la primera toma de leche en los días 5 y 9, pero no en el día 1. No hubo un cambio significativo en la concentración plasmática de la proinsulina

como resultado al reflejo de succión en ninguna edad. En todas las edades estudiadas, la administración de glucosa y arginina estimuló un aumento en las concentraciones de insulina y proinsulina en el plasma sanguíneo; estas respuestas de las células β no cambiaron significativamente con la edad posnatal. La respuesta de la insulina a la glucosa fue significativamente mayor que aquellos de arginina en cada periodo. El aclaramiento de la glucosa fue significativamente más lento en el día 1 que en los días siguientes. La concentración de proinsulina y glucosa, pero de no insulina disminuyeron significativamente después de administración de solución salina a las tres edades. En cada periodo, hubo una relación positiva entre la insulina plasmática y la concentración de proinsulina cuya pendiente era significativamente menos profunda en los días 1 y 2 que en los días posteriores. Estos resultados muestran que las células β equinas son responden a la glucosa y la arginina y a la liberación de la insulina y la proinsulina durante el periodo posnatal inmediato. Estos también sugieren que los potrillos recién nacidos pueden ser resistentes a la insulina en el primer día después de su nacimiento.

1.2. Bases Teóricas

a) Nivel de glicemia

La glicemia expresa el nivel de glucosa en sangre, suero o plasma sanguíneo. Está particularmente relacionado con el importe y el tipo de carbohidratos consumidos. Durante el ayuno, los niveles normales de glucosa disminuyen, definiéndose como hipoglucemia, cuando esta concentración se altera y supera los niveles estimados, se traduce en un estado de hiperglucemia. Compone una de las demás variables que regulan la homeostasis natural del organismo.

En el metabolismo de este monosacárido se ven involucradas muchas hormonas, tales como la insulina y el glucagón (secretadas a nivel del páncreas), glucocorticoides y esteroides (estas últimas secretadas a nivel de gónadas y de las glándulas suprarrenales).

a.1. Alteraciones en el Nivel de la Glicemia

a.1.1. Hiperglicemia - hipoglicemia

El sistema metabólico del potro al nacer se somete dramáticamente alteraciones de estado dependiente a independiente. Mientras esta en el útero, depende completamente del sistema materno (placenta); después del parto esta dependencia es eliminada y reemplazada por la dependencia de los sistemas pulmonar y gastrointestinal. Al nacer, el potro pasa por un periodo de transición después del corte de la conexión materna y antes de amamantar. Este periodo de tiempo es de considerable estrés y esfuerzo, para lo cual se requiere energía, proporcionado por las reservas de glucógeno hepático establecido durante las últimas etapas de la gestación; solo el feto equino almacena glucógeno ilimitado dentro del cerebro. La movilización de glucógeno, (su conversión a glucosa), se realiza por la glucogénesis, una de las principales enzimas de esta vía es glucosa-6-fosfato que el hígado solo produce después del nacimiento. Por lo tanto, las reservas de glucógeno solo se pueden movilizar después del parto. La capacidad completa del glucógeno no se alcanza hasta después del 1 mes posparto. Se pueden medir los niveles de glucosa en el plasma de potros recién nacidos y utilizados para indicar la disponibilidad de estos almacenes de glucógeno. Sin embargo, estos almacenes son finitas y se agotan rápidamente en casos de estrés/ hipoxemia, etc. Inmediatamente después del parto las concentraciones de glucosa deben estar en el orden de 50 – 70 mg/ dl en sangre.

Niveles inferiores a 50 mg/dl indican hipoglucemia. Una vez que el potro ha sido amamantado, los niveles aumentan y en un potro normal que tiene 36 horas de nacido, alcanza valores de 100 – 110 mg/dL. (Morel, 2015).

a.2. Nivel de Glicemia en Potrillos Neonatos

a.2.1. Metabolismo Energético del Potrillo Neonato

El control hormonal del metabolismo de energía juega un rol principal durante el parto y la salud del equino neonato. El sistema endocrino generalmente funcional al momento del nacimiento, pero su maduración y el metabolismo de energía asociado está retrasado y continúa retrasado durante el periodo posnatal. Durante este tiempo, la asimilación de la energía es en gran medida susceptible a alteraciones, especialmente cuando ocurre la enfermedad. Las hormonas involucradas en el metabolismo de energía incluyen a la insulina, glucagón, Leptina, Adiponectina, Grelina, hormona del crecimiento (GH) y la insulina como factor de crecimiento 1 (IGF – 1) ha sido recientemente estudiado en potros recién nacidos saludables y enfermos.

Entendiendo estas hormonas en el equino neonato se apoyara la intervención terapéutica adecuada, así como la evolución y pronóstico del potrillo enfermo.

Durante el desarrollo fetal, los nutrientes son intercambiados a través de la placenta. La glucosa y el lactato son los sustratos de energía más importantes para los fetos mamíferos.

Poco es sabido sobre el metabolismo energético del feto equino. Pero no ha sido demostrado que los ácidos grasos y la oxidación de aminoácidos por medio de la transferencia placentaria sea mas bajas en los equinos que en las demás

especies. Particularmente la placenta epiteliocorial es permeable a dichos compuestos. Ocurre suficiente gluconeogénesis solo en la gestación tardía de los fetos equinos, es más probable que dependa del aumento del cortisol en el parto; por lo tanto el suministro de la glucosa transplacentaria es la fuente más importante de energía para el feto. Comparado con los fetos de cordero y cerdo, los fetos equinos usan una gran porción de absorción del oxígeno umbilical para la oxidación de la glucosa y en general la dependencia de la glucosa como un sustrato metabólico es mayor en fetos de potrillos que en otras especies. Además el potrillo recién nacido casi no tiene depósitos de grasa hepática y poco tejido adiposo. En consecuencia los potrillos son mayormente dependiente al consumo de la glucosa y podrían desarrollar rápidamente hipoglucemia cuando la ingesta calórica disminuye.

La maduración del sistema endocrino y el metabolismo energético asociado en el neonato equino se retrasa y continúa en el periodo posnatal. En particular, los mecanismos endocrinos glucoregulatorios no son totalmente competentes al nacimiento; así la hipoglucemia es común en potrillos críticamente enfermos, por la anorexia o la incapacidad de mama. En esos casos, la energía tiene que ser enviada por vía enteral o parenteral, esta última presenta una mayor complicación en potrillos la cual es el desarrollo de hiperglicemia (intolerancia a la glucosa). La hiperglicemia causa estrés oxidativo, glucotoxicidad y disfunción de las células β y han sido asociadas con incremento de mortalidad en potrillos y humanos críticamente enfermos. Sin embargo son más común los cambios en el metabolismo de energía en potrillos críticamente enfermos, son caracterizados por

hipoglucemia e hipertrigliciridemia. Potrillos sépticos tienen significativamente descenso de las concentraciones de glucosa en sangre, que potrillos sanos o no sépticos; y no sobrevivientes tienen concentración de glucosa menor que los que sobrevive. La concentración de triglicéridos séricos están a menudo aumentado en potrillos hospitalizados, porque el almacenamiento de carbohidratos en potrillos son limitados, estos se agotan más rápidamente produciendo la movilización de depósitos de grasa.

Por último cuando el hígado no puede mantener la producción de glucosa de los ácidos grasos, la concentración de triglicéridos en sangre aumenta, En terneros la concentración de glucosa disminuye y la concentración de triglicéridos aumenta en respuesta de las endotoxinas o el factor de necrosis tumoral (TNF α). Un similar mecanismo puede contribuir a hipoglucemia e hipertrigliciridemia en potrillos sépticos.

a.2.1.1. Insulina

Es una hormona formada por péptidos producida por las células β del páncreas. Su secreción aumenta en respuesta a la concentración de glucosa en sangre aumentada, manteniendo la normoglicemia, estimulando la captación de glucosa celular, glucogénesis y síntesis de ácidos grasos, además de reducir la producción de la glucosa, disminuyendo la gluconeogénesis, lipólisis y la proteínolisis. El receptor de insulina pertenece a la familia de la tirosina quinasa de receptores de transmembrana que ejercen su función por fosforilación a varias proteínas blanco.

La proteína que lleva la glucosa (GLUT) permite el movimiento concentración – dependiente de glucosa desde el compartimento extracelular al intracelular de los GLUTs (GLUT 1, GLUT 2, GLUT 3, GLUT 4), GLUT 4 es el único regulado por la insulina. En el musculo esquelético y tejidos adiposos, la unión de la insulina a su receptor conduce a la translocación de GLUT 4 de las vesículas intracelulares de la membrana celular. La actividad física también promueve la translocación del GLUT 4 en varias especies incluyendo el caballo.

Además la actividad del GLUT 4 es fundamental para los patógenos de la resistencia a la insulina en humanos y caballos. El páncreas endocrino es funcional antes del nacimiento, sin embargo, lo recién nacidos y los potrillos prematuros tienen una menor respuesta a la insulina al aumento de la concentración de glucosa en sangre que los potros mayores y nacidos a término, sugiriendo que la capacidad de respuesta de las células β se adaptan a la alimentación enteral. Durante la primera semana de vida, basado en la eliminación más lenta de la glucosa en los potros recién nacidos, la resistencia transitoria la insulina se ha evaluado solo en los potros neonatos sanos y parece estar asociada con la dieta materna durante la gestación tardía. La resistencia a la insulina como respuesta a la inflamación sistémica no ha sido evaluado en potros críticamente enfermos por medios de estudios dinámicos (técnica de la pinza de glucosa o prueba de la tolerancia a la glucosa intravenosa muestreada con frecuencia) Muchas suposiciones han sido extrapoladas por especie. La resistencia a la

insulina y la hiperglicemia son comunes manifestaciones de las alteraciones endocrinas en personas con sepsis o endotoxemia y su control estricto de la glicemia usando terapia de insulina, ha sido demostrado que incrementa la supervivencia en estos pacientes. La insulina también tiene propiedades antiinflamatorias que puede conceder un beneficio terapéutico en pacientes en estado pro inflamatorio (ej. Septicemia o endotoxemia). Como los humanos cuando ocurre la hiperglicemia, aunque estudios controlados para este tipo de intervención son escasos. Los investigadores midieron las concentraciones de insulina y glucosa en potros recién nacidos sépticos y enfermos; no sépticos al ingreso y encontraron que la insulina fue significativamente baja en estos potrillos comparados con los saludables. Este hallazgo fue interpretado como una respuesta fisiológica apropiada de la insulina a la glicemia.

a.2.1.2. Glucagón

El glucagón es una hormona peptídica secretada por las células α del páncreas y tiene roles fisiológicos opuestos a la insulina porque estimula la gluconeogénesis, la glicogenólisis y lipólisis.

Las células α del páncreas del feto equino son responsables de estimular asociados con el estrés como la anestesia, parto o administración de arginina, pero las concentraciones de glucagón no son afectadas por las variaciones de la glicemia hasta después del nacimiento. Comparado con otras especies mamíferas, los fetos equinos tienen mayores

concentraciones plasmáticas de glucagón, resultando en una proporción de insulina/glucagón que favorece gluconeogénesis en el útero. Sin embargo, el glicógeno hepático y los niveles de enzimas gluconeogénicas son comparativamente bajo, probable limitación de la gluconeogénesis. Posiblemente, las altas concentraciones de glucagón ayudan a mantener los suministros de glucosa cuando la entrega de glucosa placentaria está comprometida. Similarmente, el glucagón se cree que es importante para mantener o mejorar la gluconeogénesis en el estado catabólico de las enfermedades críticas en humanos.

La hiperglucagonemia ha sido reportada en humanos endotoxémicos y sépticos, perros, ratas y recientemente en potrillos sépticos. Altas concentraciones de glucagón en potrillos sépticos son más una respuesta fisiológica para reducir la ingesta de energía e hipoglicemia. Ellos podrían también representar una respuesta a la inflamación sistémica. Este hallazgo, tanto como la relación ya descrita entre la glucosa y la insulina, apoya la suposición que la salud y los potrillos críticamente más enfermos tienen una respuesta endocrina apropiada a la glicemia. Esto es, que las células α y β , son responsables de la glucosa sanguínea en potrillos neonatos.

a.2.1.3. Leptina

La Leptina es una hormona adipocito – derivada (adipocina), es considerada el principal regulador de la saciedad (anorexigénico) y su concentración en sangre está relacionado con la grasa corporal total en

equinos, humanos, perros y otras especies. La concentración de Leptina disminuye en la alimentación restringida en yeguas e incrementa después de una comida más alta en carbohidratos. La Leptina incrementa la sensibilidad a la insulina en humanos. La Leptina está presente en la leche de la yegua, con mayor concentración en el calostro. En los potrillos recién nacidos, la concentración de Leptina sanguínea incrementa después del nacimiento y disminuye a concentraciones similares a la leche de la yegua dentro de unos días. No es muy claro si este incremento en las concentraciones de la Leptina del potrillo es de fuente endógena o es Leptina absorbida del calostro. La concentración de Leptina en sangre no fue diferente entre potrillos sanos de enfermos o potrillos sépticos. Sin embargo en potrillos sépticos que murieron tuvieron menor concentración de leptina que potrillos sépticos que sobrevivieron. La Leptina disminuye durante la anorexia igual que en caballos adultos sanos con alimentación restringida, pero esta baja concentración de Leptina no parece permitir suficiente estimulación de hambre en potrillos sépticos.

a.2.1.4. Grelina

La Grelina es producida en la mucosa gástrica por las células oxínticas que son caracterizadas por ser redondas, compactas, glándulas secretoras.

a.2.1.5. Adiponectina

La Adiponectina es otra hormona peptídica adipocito – derivada que se relaciona negativamente con la masa de grasa corporal en caballos y otras especies, pero también aumenta la sensibilidad a la insulina. La

Adiponectina promueve la translocación de la membrana celular GLUT 4 e incrementa la glicólisis y la oxidación de ácidos grasos. La Adiponectina ha sido reportada en caballos sanos pero una respuesta inmediata de la Adiponectina a la alimentación o al ayuno no ha sido documentada.

a.2.2. Órgano Regulador de la Glicemia: Páncreas Endocrino

La función principal del páncreas endocrino es regular la glicemia o los niveles de glucosa en el plasma.

El páncreas endocrino es funcional antes del nacimiento y secreta insulina en el útero en respuesta a glucosa y aminoácidos en varias especies, incluido el caballo. Las células β pancreáticas también responden a la estimulación neural y a las catecolaminas circulantes durante la gestación tardía. La insulina liberada por el páncreas fetal estimula la absorción de glucosa y reduce la concentración circulante de glucosa en el feto. Por lo tanto, las células β fetales regulan y están reguladas por el nivel de glucosa circulante en el feto. Sin embargo, dado que la glucemia fetal depende principalmente de la disponibilidad de glucosa materna y de la transferencia transplacentaria de glucosa, el papel principal del páncreas endocrino en el útero no es regular el nivel de glucosa fetal sino igualar la tasa de utilización de glucosa fetal a la tasa de suministro de glucosa placentaria. Al nacer la fuente placentaria de glucosa se pierde y se reemplaza por un suministro más intermitente de nutrientes a través del intestino. En consecuencia, el páncreas endocrino debe involucrarse directamente en el control de la glucemia poco después del nacimiento, para que el recién nacido pueda sobrevivir al cambio de nutrición (de parenteral a enteral).

En muchos tejidos fetales, los cambios de maduración esenciales para la supervivencia neonatal comienzan antes del nacimiento y dependen del aumento de la concentración de cortisol fetal hacia el término. Sin embargo, se sabe poco sobre los cambios ontogénicos en las respuestas de las células β a la glucosa y la arginina, en cualquiera, esta especie durante la gestación tarda cuando otros tejidos fetales están madurando, debido al aumento del cortisol plasmático fetal que corresponde al estado prepartual. En los potros entregados prematuramente antes del aumento del cortisol, la sensibilidad de las células β pancreáticas a la glucosa es pobre inmediatamente después del nacimiento en comparación con los recién nacidos a término, Estas observaciones sugieren que puede haber cambios de maduración de las células β pancreáticas, y su funcionalidad, en el feto en el periodo inmediatamente anterior al nacimiento. En el caballo, el rango normal de edades gestacionales en el parto espontáneo a término es amplio en comparación con otras especies y varía de 315 a 365 días. Las concentraciones de cortisol en plasma fetal aumentan antes del parto en el caballo, como en otras especies, pero el incremento es relativamente rápido y ocurre mucho más cerca del término en el caballo que en otras especies. La concentración de cortisol fetal es, por lo tanto, un mejor índice de proximidad al parto que la edad gestacional en el caballo. Sin embargo aún se desconoce si el aumento prepartual del cortisol en plasma está relacionado con la maduración de las células β pancreáticas en el feto en esta y en cualquier otra especie. Este estudio, por lo tanto, investigó las respuestas de las células β pancreáticas a la glucosa la arginina en potros

fetales en relación con su edad gestacional y la concentración de cortisol. (Fowden, 2005)

a.2.2.1. FUNCIÓN DE LAS CÉLULAS PANCREÁTICAS α

Se sabe mucho menos sobre la función de las células α pancreáticas en el potro. A diferencia de la insulina, las concentraciones de glucagón aumentan durante el último tiempo de la gestación, para alcanzar el pico al nacer y, luego, disminuyen progresivamente durante los 10 primeros días de vida del potro. Las concentraciones basales de glucagón muestran un patrón temporal similar en los potros recién nacidos inducidos a dar a luz 24-48 h antes del término completo según los parámetros de la leche. En comparación con los potros normales de 1 a 2 días de edad, las concentraciones de glucagón se elevan 10 veces en los potros sépticos y 2 veces en los hospitalizados por otras enfermedades, como el fracaso de la inmunidad pasiva, las deformidades de las extremidades y la encefalopatía. Las células α pancreáticas equinas responden a la arginina desde la gestación tardía en adelante, pero parecen ser relativamente insensibles a los cambios en la glucemia, incluso a los 10 días después del nacimiento en potros inducidos y liberados espontáneamente. Las respuestas a la arginina parecen ser mayores en el útero que en los neonatos, pero esto puede reflejar, en parte, la eliminación más lenta de la arginina de la circulación fetal. La secreción de glucagón por la arginina aumentó durante los primeros 10 días de vida

en potros a término normales y aumentó en los potros inducidos a dar a luz 24-48 h antes del término que en los nacidos espontáneamente a término. En conjunto, estas observaciones sugieren que el glucagón funciona como una hormona del estrés en el potro durante el período perinatal. Esto es consistente con su acción conocida para activar la glucogénesis fetal en otras especies y con la necesidad inmediata de una fuente endógena de glucosa después de que la placenta se pierde al nacer. Las células α pancreáticas, por lo tanto, actúan para garantizar un suministro de glucosa a los tejidos insensibles a la insulina, un ejemplo claro es el cerebro que durante condiciones adversas (cuando la disponibilidad de glucosa es escasa). Mientras que las células β pancreáticas están involucradas en la estabilización de la absorción de glucosa por los tejidos con sensibilidad a la insulina, como músculo esquelético, (durante las variaciones normales en la disponibilidad de glucosa asociadas con los patrones intermitentes de alimentación y ejercicio observados en potros recién nacidos).

a.2.2.2 FUNCIÓN DE LAS CÉLULAS PANCREÁTICAS β

Aunque las concentraciones de insulina basal en el potro tienden a ser más altas a las 14 días que antes de la vida pre o post natal, hay poca variación, desde los 160 días de gestación hasta el nacimiento o desde el día 1 hasta el día 10 después del parto en potro normales, a pesar de que hay un marcado aumento posnatal en la glucosa plasmática. El aumento principal en las concentraciones de insulina en plasma, por lo tanto, parece ocurrir durante las primeras 8 de vida en

asociación con el inicio de la succión. El perfil temporal de las concentraciones de insulina neonatal parece no verse afectado cuando se induce el parto 24 – 48 horas antes del término completo según las concentraciones de electrolitos precalostrales. También hay poca evidencia de diferencias en las concentraciones de insulina ente los ponys y potros de raza pura sangre durante la vida neonatal temprana. La comparación de las relaciones entre las concentraciones endógenas de insulina y glucosa en el potro cambia progresivamente a mayores concentraciones de glucosa desde la gestación tardía hasta las 24 – 48 horas después del nacimiento, con la relación con el caballo maduro. De acuerdo con esto hay cambios en la sensibilidad de las células β pancreáticas a la glucosa exógena durante el periodo perinatal.

La administración exógena de glucosa a nivel fetal no influye en el incremento de insulina antes de los primeros 200 días de gestación aproximadamente. A partir de entonces si existe un acrecentamiento de la insulina en el feto como producto a la administración de glucosa exógena. Esta respuesta aumenta entre 260 y más de 290 días de edad gestacional y luego, en la gestación tardía (>300 días), aumenta con la proximidad al parto las concentraciones circulantes de cortisol en el preparto. En la etapa fina de la gestación el incremento de insulina estimulada por glucosa ha sido 3 veces mayor que en los fetos con concentraciones de cortisol >15 mg/ml que en los en la misma edad (de gestación) con concentraciones más bajas de cortisol. A las 2 horas después del nacimiento,

la respuesta de las células β pancreáticas a la glucosa es baja comparada con la observada al fase terminal de la gestación o entre los 5 y 7 días. Dado que la respuesta de las células β pancreáticas a la glucosa varía poco entre las 24 horas y el día 9 post parto, la respuesta suprimida observada inmediatamente después del nacimiento puede deberse a las elevadas concentraciones de catecolaminas, ya que tanto la adrenalina como es sabido que la noradrenalina inhibe los niveles segregados de insulina en animales fetales y maduros. En contraste, la respuesta de las células β pancreáticas en respuesta a los aminoácidos, arginina, muestra pocos cambios de magnitud ya sea durante la última etapa de la gestación o entre los días 2 y 10 después del nacimiento, aunque estas respuestas son más pequeñas que las provocadas por la glucosa en todas las edades estudiadas. Dado que la arginina y la glucosa actúan a través de diferentes vías para estimular la secreción de insulina, estas observaciones sugieren que los principales cambios perinatales en la función de las células β pancreáticas pueden ocurrir en la vía de señalización de glucosa, previo al mecanismo de liberación de vesículas de insulina a ambas vías.

La proinsulina es detectable en el plasma de los potros recién nacidos y aumenta la concentración durante las primeras 24 – 48 horas de vida, aunque las concentraciones absolutas son solo del 5 - 10 % de las de la insulina. Las concentraciones de proinsulina también aumentan después la glucosa y la arginina exógena, pero no en respuesta a los incrementos más pequeños de glucosa endógena observados después

de la alimentación. Las respuestas de proinsulina también son menos representativas y más prolongadas que las respuestas de insulina correspondientes. Estas observaciones sugieren que puede haber cambios en la medida de separación de la proinsulina dentro de las vesículas de insulina o en la eliminación de proinsulina de la circulación a medida que aumentan las demandas de glucoregulación en las células β con el suministro intermitente de nutrientes después del nacimiento. En general, los cambios perinatales en la sensibilidad y el punto de ajuste de las células β pancreáticas a los cambios glucémicos particularmente entre el periodo preparto inmediato y 48 horas después del nacimiento, sugieren que estas células responden a los otros cambios endocrinos durante el parto y/o a la liberación de péptidos y hormonas intestinales después de la alimentación por primera vez.

Las concentraciones de insulina son bajas en las primeras horas de vida de potros prematuros y enfermos. En comparación con el potro a término, la respuesta de las células β pancreáticas a la glucosa exógena también disminuye en las 2 primeras horas de vida en potros nacidos prematuramente por inducción antes de los 320 días de gestación. Es parte, estos hallazgos, pueden reflejar el efecto inhibitorio de las concentraciones de noradrenalina más altas de lo normal en potros prematuros. Las respuestas de células β pancreáticas neonatales a la glucosa exógena también se ven afectadas por la inducción del parto más cerca del término y por condiciones adversas en el útero. La inducción del parto 24 – 48

horas antes del término completo conduce a una mayor sensibilidad de las células β pancreáticas a la glucosa sin ningún cambio en el aclaramiento de la glucosa, lo que se traduce en que el aumento de la secreción de insulina puede ser una respuesta compensatoria a una mayor resistencia a la insulina causada por la hipercortisolemia de estos potros. También se observa un cambio de la respuesta de las células β a la glucosa en potros ponys de 2 días de edad que crecieron en el útero por transferencia de embriones que en yeguas de raza pura sangre. En estas circunstancias, el aparente aumento de la sensibilidad de las células β a la glucosa puede reflejar la proliferación de células β antes del nacimiento en respuesta a un mayor suministro fetal de nutrientes transplacentario más grande de lo normal. Sin embargo, como las concentraciones de insulina basal aumentaron y el aclaramiento de glucosa fue normal en estos potros sobrecrecidos, también puede haber un grado de resistencia a la insulina en los tejidos aunque esto no se asocia con ningún cambio en las concentraciones basales de cortisol o catecolaminas, o en la disminución de la glucosa a la administración aguda de insulina. Del mismo modo, la desnutrición materna durante la gestación media o tardía causada por la infección materna con *Streptococcus equi* aumento la secreción de insulina estimulada por glucosa en potros de 5 días cuando las yeguas estaban en un nivel moderado en relación con un alto nivel de nutrición en el momento de la infección. Es poco probable que esta respuesta exagerada de insulina refleje la resistencia a la insulina ya que no hubo

cambios en las concentraciones basales de insulina o en la respuesta hipoglucémica de la administración aguda de insulina. Se han observado mejoras similares en la sensibilidad de las células β a la glucosa en crías juveniles de ovejas y ratas desnutridas durante el embarazo. Las condiciones durante el desarrollo postnatal pre e inmediato, por lo tanto, parecen tener un papel importante para determinar de la función de las células β pancreáticas del potro recién nacido, pero la forma en que se reflejan cambios directos en las células β o respuestas indirectas a la resistencia a la insulina de los tejidos sigue siendo sin estar determinado.

a.4. Nivel de Glicemia en la Yegua Madre

Se sabe que una disminución progresiva de la sensibilidad a la insulina ocurre fisiológicamente durante la gestación. Durante este periodo, el organismo y metabolismo de la yegua sufre varios cambios que ayudan a su cuerpo para adaptarse a los requerimientos de crecimiento placentario y fetal. El último trimestre de gestación se considera el periodo en el cual ocurre mayor movilización de sustratos al potro, y este periodo también se correlaciona con un mayor crecimiento fetal. La fuente principal de este sustrato es la glucosa presente en la circulación sanguínea de la yegua (Galantino – Homer & Engiles, 2013). De manera similar en la mujer, existe una disminución de al menos 50% en sensibilidad a la insulina durante la gestación. El síndrome metabólico del embarazo acrecienta el riesgo de hipertensión, trastornos metabólicos, nutricionales e inflamación. A pesar que estas condiciones se resuelven posterior al nacimiento, la mujer aún enfrenta el riesgo de desarrollar síndrome metabólico más adelante en la

vida, que usualmente ocurre en los individuos que ganaron considerable peso durante la gestación, La obesidad durante el embarazo también es correlacionado con alteraciones metabólicas, que conducen al deterioro de salud neonatal, un mecanismo similar ocurre en las especies equinas. (Satterfield et al, 2010).

La obesidad se considera una condición patológica, que se encuentra con frecuencia creciente en caballos, y descrito en diferentes razas. Esta preocupación está relacionada con el desarrollo de la resistencia a la insulina (IR), conocida como reducción en la sensibilidad de los tejidos objetivo a la insulina, lo que significa que en concentración normal, la insulina no disminuye la glicemia, y en consecuencia su concentración sigue siendo alta en sangre causando hiperinsulinemia. IR está involucrado en la fisiopatología de varias enfermedades endocrinas crónicas de gran importancia en la crianza equina, que puede conducir graves consecuencias potencialmente mortales. Por esta razón, la obesidad puede considerarse un factor de riesgo durante el periodo gestacional

El desarrollo fetal depende de la nutrición, hormonas y el entorno metabólico proporcionado por la yegua, y cualquier cambio en estas variables puede reflejarse en el desarrollo fetal y ser perjudicial para su salud en el futuro. Yeguas que presentan cambios endocrinos relacionados con la obesidad pueden exacerbar la resistencia a la insulina y la hiperglucemia, volviéndose más susceptible al desarrollo de laminitis que es conocida como la principal consecuencia de la hiperinsulinemia en caballos, y potencialmente puede conducir al aborto.

Hay algunos estudios que evalúan la dinámica de glucosa - insulina durante la gestación. Sin embargo poco es conocido

sobre estas dinámicas y su relación con el potro neonato. (Mosquer et al, 2019)

Durante la gestación tardía, el requerimiento nutricional del feto varía entre especies, En los animales domésticos grandes, en los que el feto puede estudiarse anestesiado en el útero, tasas fetales de carbohidratos y el metabolismo de aminoácidos difiere 2 y 10 veces respectivamente a través de especies. En comparación con los herbívoros no rumiantes, las especies de rumiantes tienden a tasas más bajas de absorción de glucosa fetal y más altas de producción de úrea fetal, un índice de catabolismo ácido. En contraste, las tasas fetales de consumo de oxígeno parece ser más uniforme en todas las especies. Del oxígeno consumido por el feto, poco es usado para oxidar el carbono de la glucosa en el feto de ovejas (25 – 35 menos (que en cerdos o caballos fetales. La placenta difusa de los herbívoros no rumiantes también parecen ser más eficientes en la transferencia de nutrientes por difusión que la placenta cotiledonaria de los rumiantes. La gradiente entre concentraciones arteriales fetales y maternas de glucosa y oxígeno también son más pronunciadas en caballos que en cerdos y ovejas. (Fowden, 2003)

a.4.1. GESTACIÓN DE LA YEGUA MADRE

Para iniciar la gestación es necesario remontarnos hacia el inicio de la misma, que inicia de 4 a 6 horas dado el coito, que es cuando llega los espermatozoides hasta las Trompas de Falopio, allí se encuentran los óvulos maduros y resulta la fertilización. Los oocito (s) que fueron fecundados atraviesan el oviducto dirigiéndose hacia el útero (aprox 5 – 6 días), inicialmente como mórula o inicio de blastocisto con

zona pelúcida de al menos 150 micras. Crece(n) hasta 1mm diario, y progresivamente disminuye la zona pelúcida hasta desaparecer por completo. Una membrana de origen glucoproteíca rodea al embrión entre los días 8 -17 días. Existe evidencia de migración transuterina en la fase móvil, debido al reconocimiento materno que realiza el embrión durante los primeros 16 días. Continúa la fase de fijación, que es cuando se aloja en la base de alguno de los dos cuernos. A los 20 días este se instala en la parte ventral de la vesícula embrionaria. En la mayor parte de las especies domésticas se admite la presencia de la fase luteal del ciclo sexual, prolongando su persistencia (de uno o más) por las concentraciones elevadas de progesterona para el mantenimiento de la gestación. Esta progesterona produce retroalimentación negativa a la adenohipófisis, inhibiendo así el desarrollo folicular, la fiebre y la ovulación. En muchas especies, la placenta reemplazó o complementó posteriormente la producción de progesterona. La prostaglandina F₂α (PGF) producida en el endometrio hace que el cuerpo lúteo retroceda y se caliente cuando no está gestando. Si hay embriones vivos, la regresión del cuerpo lúteo se cancela y la hembra no tiene celo. En las yeguas, este reconocimiento materno (días 14-16) ocurre incluso antes de que el blastocisto se adhiera al endotelio (días 36-38 de la implantación) y el mecanismo no está claro. Se ha demostrado la importancia del complejo embrionario en desarrollo, ya que su eliminación a los 10, 15 y 20 días provocará un celo a los 22, 38 y 47 días, respectivamente. Este

complejo de embriones de caballo produce estradiol y estrona. La secreción endometrial de PGF está "bloqueada". Generalmente se cree que el reconocimiento materno incluye la inhibición de la disolución lútea.

Se cree que el factor de embarazo temprano (EPF) es responsable de la respuesta de la madre, que comienza unas pocas horas después de la fecundación. Esta sustancia se identificó en la sangre periférica de hembras gestantes de diversas especies (ratas, 4-6 horas después de cubrir a 2 semanas de gestación, ovejas, vacas, etc.) y se identificó inhibiendo la hemaglutinación de glóbulos rojos en suero anti-linfocitario de oveja. Se cree que el EPF se produce en los ovarios o las trompas y estimula la producción de cigoto en el cigoto. Se desconoce cómo protege al embrión. También está presente en otros tejidos orgánicos. La implantación en la yegua se realiza a los 35-60 días y se realiza de forma gradual. Las células externas corioalantoideas ingresan al endometrio y forman las criptas endometriales. Las células productoras de PMSG son de origen fetal. La placenta es epiteliocoriónica, difusa y microcotiledonaria.

A partir del quinto mes de embarazo, los microcotiledones de la placenta madura están completamente formados. A medida que avanza la gestación, las células trofoblásticas primarias se subdividen del corion. Las criptas maternas están unidas a las vellosidades coriónicas de los trofoblastos. Esta unión comenzó el día 25 y se expandió gradualmente. La duración de la gestación de una

yegua es de 330-345 días, incluso con cambios frecuentes de +/- 20 días. Muchos factores diferentes han contribuido a esta enorme brecha. Es importante considerar la posibilidad de pérdida de embriones, especialmente dentro de los primeros 60 días, para que coincida con la detección de embarazos gemelares donde la implantación no se ha completado y la tasa de éxito a término es muy baja, para poder manipular adecuadamente (eliminar uno de los embriones).

a.4.1.1. ENDOCRINOLOGÍA DE LA GESTACIÓN DE LA YEGUA MADRE

- **Progesterona:** es el primer progestágeno, producido por el cuerpo lúteo. Las concentraciones plasmáticas de progesterona se elevan de 7 a 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 25 ocurriendo a veces un descenso transitorio alrededor del día 28 postovulación (5 ng/ml) y se vuelven a elevar a continuación hasta un nuevo pico a los 80-90 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 PMSG. Entre los días 40 y 150 de gestación la progesterona sérica de la yegua gestante proviene de los cuerpos lúteo primario y accesorios. A partir de los 120 días la preñez es mantenida por los progestágenos producidos por la unidad placentario-fetal. Si el análisis laboratorial detecta progestágenos séricos (y no progesterona) el valor

obtenido irá en aumento desde el quinto mes hasta el parto.

- Gonadotropina Sérica de la Yegua Gestante (PMSG) o Gonadotropina Coriónica Equina (eCG): El cáliz endometrial forma PMSG o eCG. Estos cálices se forman a partir del segundo mes de embarazo. Las hormonas se detectan en la sangre desde el día 36 de ovulación hasta el día 42 y alcanzan un máximo a los 60 o 65 días de gestación, y casi no hay una caída brusca entre los días 120-150. PMSG tiene efectos FSH y LH, y se cree que estimula la formación del cuerpo lúteo junto con las gonadotropinas hipofisarias.
- Relaxina: Hormona propia de la gestación producida en la placenta y la unidad uterina. Comienza alrededor del día 75 de embarazo, alcanza un pico alrededor del día 180, desciende al octavo mes y aumenta nuevamente hasta el parto. Se cree que funciona con la prolactina para mantener la viabilidad de la gestación y prevenir las contracciones uterinas espontáneas.
- Estrógenos: La concentración en sangre periférica comienza a aumentar, posiblemente por la influencia de la PMSG en el desarrollo folicular, y se mantiene constante (3 ng / ml) hasta los 40-60 días, mientras que el aumento en 60-80 días se asocia con el desarrollo gonadal fetal. La concentración máxima ocurre en el día 210 y luego disminuye lentamente hasta el parto y luego un descenso rápido después del parto.

- Prolactina: El nivel de esta hormona generalmente no muestra muchos cambios. Habrá un pequeño aumento finalizando de la gestación.

a.4.1.2. DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN DE LA YEGUA MADRE

- Diagnóstico por palpación rectal

Gestación 18 – 20 días: El tono de los cuernos uterinos y los túbulos renales se agranda, lo cual es muy evidente en la bifurcación. El cuello del útero es alargado en forma de lápiz, firme y cerrado; el tamaño de la vesícula de líquido amniótico es del tamaño de un huevo de paloma, y es redondo; el ovario muestra una actividad evidente.

Gestación 25 – 30 días: El tono uterino aumentado, la manipulación hace que los cuernos, por fuera y por dentro, se contraigan en la dirección de crecimiento, facilitando la diferenciación. Los dos cuernos deben compararse cuidadosamente; en algunas yeguas, la unión se caracteriza por una ligera curva descendente en la base del cuerno, que puede confundirse con el bulto de la gestación. Continúan con el tono prominente del útero, la trompa y elongación del cuello uterino y la actividad de los ovarios. Se siente un cuerpo abultado esférico en la zona abdominal anterior del cuerno uterino, del tamaño de una pelota de golf, y se siente como un globo lleno de agua; diagnóstico preciso por palpación.

Gestación 45 – 50 días: El saco amniótico es del tamaño de una pelota de béisbol y es ovalado; en la

mayoría de las yeguas, el útero gestacional es estrictamente la pelvis.

Gestación 60 – 65 días: el concepto se puede extender al útero. La vesícula amniótica es un melón pequeño con menos elasticidad. Desciende hasta el inicio de la cavidad abdominal.

Gestación 90 – 100 días: Las vesículas amnióticas están completamente envueltas en el útero y son similares en tamaño a una pelota de fútbol ovalada. El útero agrandado comenzó a descender por el borde de la pelvis, incapaz de retraerse y sin poder agarrar el abdomen. El feto se palpa fácilmente debido a la inflación uterina. Cuando el útero descende, los ovarios se vuelven más medial y ventral en la cavidad pélvica debido al peso del contenido del útero, por lo que se ubican en la parte ventral posterior, frontal y muy cerca unos de otros; los ligamentos ováricos uterinos apuntan a la línea media, en el útero del embarazo En una superficie redonda y ondulada, las esquinas se doblan hacia la línea central.

Gestación 5 – 7 meses: El descenso del útero continúa y termina durante este período. Los ligamentos anchos tienen mayor tensión, lo que permite palpar al feto producto del balonamiento, y muestra el frémito en la arteria uterina hipertrófica. (Riviera, 2013)

- Diagnóstico por ecografía: Proporciona amplia información sobre el estado de reproducción de la yegua, la patología del aparato reproductor y la viabilidad del embrión. En esta especie, la ecografía

se realiza por vía transrectal. Para ello, utilice sondas de 3,5, 5 a 7,5 MHz (cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será la calidad de la imagen y menor la capacidad de penetrar el tejido). Es muy importante realizar una buena inspección del cuerpo y los cuernos en ambas direcciones de forma lenta y continua para asegurarse de que no se encuentren áreas. La evaluación por ultrasonido puede diagnosticar el embarazo temprano:

Fase móvil:

- A los 9 días se podría observar una pequeña vesícula anecoica de 3 mm con transductor de 5.0 MHz.
- A los 11 días se aprecia la vesícula en el 98% de los casos.
- A los 14 días mide 10 mm.

Fase de fijación:

- La vesícula (19-24 mm) de forma irregular se localiza en uno de los cuernos uterinos en la zona ventral de la bifurcación.
- Hasta el día 16 crece 3-4 mm por día hasta el día 28 entra en una fase de crecimiento lineal. El grosor de la pared dorsal del útero aumenta su grosor. En este periodo es de vital importancia la detección de “mellizos” o ovulaciones antes de su implantación (día 12 – 14) para su manejo adecuado.
- 18-19 días: Su forma empieza a cambiar a triangular.
- 20-21 días: El embrión se ceuntra en la zona ventral de la vesícula total, y podemos

diferenciar el latido del corazón pasado el día 22.

- 25-40 días: Inicio de la placentación: el saco vitelino se reduce en tamaño y funcionalidad y el saco alantoide se expande, hasta remplazarlo por completo. En el mismo momento el embrión llega al techo de la vesícula sobre el día 40 ascendiendo desde su posición inicial.
- 40 días en adelante: Inicio del periodo fetal. El saco vitelino ha sido remplazado en su totalidad. Se desarrolla y crece el cordón umbilical. El feto se dirige ventralmente hacia la base del saco alantoideo permaneciendo hasta el día 50.
- 60-70 días: La determinación del sexo fetal en este momento es viable mediante la localización del tubérculo genital. En el caso de los machos mira hacia el cordón umbilical y en las hembras hacia la cola. (Vázquez 2013).

a.4.1.3. FACTORES DE RIESGO EN LA GESTACIÓN

- Tiempo de transporte extendido durante la gestación
- Cólicos, retención placenta, antecedentes de problemas previos o distocia,
- Partos Gemelares
- Lactancia prematura o pérdida de leche unas semanas antes de la fecha de parto. Respecto al último punto, se relaciona con el nacimiento de un potro prematuro, por lo que se debe conocer la

fecha de inseminación y la duración exacta de la gestación. En el caso de las yeguas el intervalo de lactancia es de 320 a 380 días. .

a.4.2. EL PARTO DE LA YEGUA MADRE

El parto es un proceso biológico que marca el final de la gestación y da comienzo a la vida independiente del potro. Al nacer, se debe minimizar el trauma para que la yegua pueda volver a concebir sin problemas y pueda dar a luz a otro animal sano al año siguiente. Para prepararse para un parto exitoso, primero se debe evaluar a la yegua antes del apareamiento para asegurarse de que esté en un estado de concepción saludable. El proceso de evaluación debe continuar durante el embarazo y la gestación de la yegua.

Por lo general, las yeguas suelen parir a sus potros rápidamente por la noche. Parece que tienen un cierto grado de control voluntario durante el parto, y piensan que pueden retrasarlo unos días y esperar un rato sin interrupción, normalmente de noche. El tiempo de gestación varía mucho, desde 305 días hasta 365 días, con un promedio de 335 a 342 días. Los potros nacidos antes de los 320 días se consideran prematuros y generalmente débiles.

Los signos del parto inminente son sutiles y pueden variar de una yegua a otra. Al finalizar la gestación, el ligamento sacrociáticos relajándose ligeramente, pero esto puede no ser obvio debido a los músculos fuertes de la grupa. Unas semanas antes del parto, la vulva muestra un edema leve y la rima vulvar prolongada. El

desarrollo de las glándulas mamarias comienza alrededor de 4 semanas antes del parto y el "goteo" de leche suele aparecer de 6 a 48 horas antes de que ocurra. Algunas yeguas pueden perder leche unos días antes del parto. Otras (generalmente las primerizas) pueden parir sin ningún signo externo de inminente. El trabajo de una yegua se divide en tres fases.

Primera Fase: En esta etapa, la yegua está inquieta, con la cola levantada y orina con frecuencia. Muestra signos de cólico, acostándose y parándose alternativamente; la sudoración es evidente en los lados y la parte posterior de los codos. En la primera etapa, el feto gira en la posición de dorso - sacra. La primera fase de trabajo puede durar de 15 a 90 minutos. En la etapa final, las membranas se rompen y el líquido alantoideo escapa.

Segunda Fase: La segunda fase es rápida y dura alrededor de 12 a 15 minutos, comenzando con la liberación de líquido alantoideo. La mayoría de las yeguas están acostadas de lado y su abdomen comienza a contraerse. A los 5 minutos, las extremidades anteriores del feto aún en la membrana amniótica aparecen en la vulva. Cada vez que el abdomen se contrae, la cola del feto se moverá ligeramente hacia adelante, y cuando las extremidades se extiendan unos 10-15 cm a través de los labios mayores, se verá la boca del potro. En este momento, los hombros del potro han entrado en el canal de parto y han atravesado la pelvis de la madre a través de una contracción violenta. Cuando el potro atraviesan la pelvis de la madre, se requiere un gran esfuerzo. El

cordón umbilical se rompe naturalmente debido al movimiento del potro o de la madre. La yegua a menudo se acuesta a su lado durante unos minutos después de dar a luz, a menos que se la moleste.

Tercera Fase: En la tercera etapa, se expulsan las membranas fetales. Por lo general, toda la placenta se expulsa dentro de los 10 minutos posteriores al parto. En circunstancias normales, la membrana se retiene durante 3 horas después del parto. En esta etapa, el útero continuó contrayéndose y se observó malestar abdominal. Algunas yeguas se acostaron, se volvieron de espaldas y mostraron otros signos de dolor abdominal. (Brenes, 1996)

a.4.2.1 MANEJO DE LA YEGUA MADRE EN EL PARTO

La yegua preñada debe permanecer en un ambiente tranquilo y sin ruidos; debe proporcionársele además suficiente agua, comida y ejercicio. Es aconsejable que los animales de poblaciones migratorias (las que viajan para competir en carreras, en presentaciones de caballos, etc.) estén aisladas para así reducir la amenaza de agentes infecciosos. Entre otras precauciones para prevenir enfermedades están:

- Un programa de control de parásitos que consista en procedimientos de manejo y desparasitaciones en las que se usen productos recomendados para yeguas preñadas; y fuera de tiempo de servicio.

- Un programa de inmunización que proteja a la yegua contra el aborto infeccioso y que asegure la presencia de anticuerpos calostrales que protejan al potrillo del tétano y de enfermedades endémicas específicas. La frecuencia de la desparasitación así como los tipos de vacunas que se necesitan varían del lugar y manejo del criadero. El programa de vacunación debe completarse de 4 a 6 semanas antes del parto programado; en esta época se debe pasar la yegua al área destinada para el alumbramiento para que así tenga tiempo de desarrollar anticuerpos contra todos los patógenos locales. Además esto permite que la yegua se familiarice con el sitio y se sienta " como en su casa" a la hora del parto. La cuadra de alumbramiento debe estar seca y limpia, tener una cama de paja limpia, un ambiente tranquilo y ser de un tamaño cómodo (3,5 x 3,5m). Además de una buena ventilación, pero a la vez se debe evitar que haya hendijas. Las paredes tienen que ser de una construcción sólida con una altura de por lo menos 90cm del suelo y no deben tener ningún borde peligroso o puntiagudo. Además es necesaria un área aparte desde donde se pueda observar a la yegua sin que se dé cuenta.
- Sistema de puntuación de condición corporal de Henneke: es una escala numérica utilizada para evaluar la cantidad de grasa en

el cuerpo de un caballo. Fue desarrollado a principios de la década de 1980 por Don Henneke en la Universidad A&M de Texas con el objetivo de crear una escala universal para evaluar el peso corporal de los caballos, y se publicó por primera vez en 1983 (Henneke, 1983). Es un sistema estandarizado que aplica en todas las razas sin equipo especializado; la condición se evalúa usualmente y por palpación. Los puntajes varían de 1 a 9, siendo 1 pobre, y 9 extremadamente gordo; el rango ideal para los caballos es de 4 a 6. El sistema se basa tanto en la evaluación visual como en la cobertura de grasa palpable de los seis puntos principales del caballo.

Las yeguas reproductoras con una calificación de condición corporal inferior a cinco se han relacionado en la investigación con problemas de reproducción. Las demandas de energía requeridas a través del consumo de leche para un potro son muy altas, por lo que la mayor parte de las yeguas perderán la condición durante la lactancia.

Además una yegua con un puntaje de condición corporal inferior a cinco tendrá más dificultades para concebir. Por estas razones las recomendaciones son para que las yeguas reproductoras obtengan un puntaje entre 6 y 7. No existe literatura que pruebe la relación directa entre la condición corporal y

la reproducción. Pero no son ni recomendables, ni saludables para el caballo.

a.5. Nivel de Glicemia Placentario

La glucosa es el sustrato energético principal para la placenta y el feto, y es esencial para el desarrollo y el metabolismo fetal normal. Por lo tanto no es sorprendente que su suministro a estos tejidos esté regulado por un conjunto relativamente complejo de mecanismos que tienden a mantener su metabolismo relativamente constante. El primer punto en esta regulación es el sustento de la concentración de glucosa materna al aumentar las tasas de producción de glucosa materna y el desenvolvimiento de intolerancia relativa a la glucosa materna y resistencia a la insulina. El segundo punto es la transferencia de glucosa materna al feto por la placenta, que se amortigua por el manejo de la glucosa placentaria. El tercer punto es la producción de insulina por el páncreas fetal en desarrollo, lo que mejora la utilización de glucosa entre los tejidos sensibles a la insulina (músculo esquelético, hígado, corazón, tejido adiposo), que aumentan la masa y de igual forma, la necesidad de glucosa durante la gestación tardía. La absorción de glucosa en el feto está regulada por transportadores de glucosa, que aumentan o disminuyen en respuesta a cambios agudos y crónicos en la concentración de glucosa fetal y condiciones de restricción del crecimiento en el útero. Al mismo tiempo, el regulador de la proteína de transducción de señales de la síntesis de aminoácidos en la proteína está regulado negativamente, enfatizando que la RCIU (restricción del crecimiento intrauterino) tiene un fenotipo mixto y está más inclinada a absorber sustratos energéticos.

Por ejemplo, la glucosa, la síntesis de proteínas y la capacidad de crecimiento disminuyen.

Los estudios realizados en el modelo de gestación tardía para ovejas preñadas han demostrado que las tasas de consumo de glucosa fetal y placentaria varían de forma independiente y que las proteínas transportadoras de glucosa en las membranas placentarias materna y fetal exhiben una cinética de saturación. En otros estudios, los experimentos de pinzamiento de glucosa produjeron flujos netos de glucosa estacionaria hacia y a través de la placenta y hacia el feto a diferentes concentraciones de glucosa en la circulación materna y fetal. La captación neta de glucosa uteroplacentaria muestra una cinética de saturación con una tasa máxima de utilización de glucosa de aproximadamente 4,14 mg / min (concentración de glucosa arterial materna) y la tasa máxima de utilización de glucosa de la concentración de glucosa. La presión arterial del alcano materno fue de 50,44 mg / dL y 144,13 mg / dL, respectivamente. (Hay, 2006).

El potro fetal debe estar adecuadamente alimentado. Placentitis, vasculitis o cualquier enfermedad que limite el suministro de glucosa y oxígeno al feto, o retrase la eliminación de subproductos tóxicos, resulte en muerte fetal, las yeguas con endotoxemia y posiblemente placentitis liberen grandes cantidades de prostaglandinas. Las yeguas en ayunas durante 24 horas provocan un aumento de las concentraciones plasmáticas de PGFM. De acuerdo con este aumento, hay una disminución dramática en los niveles de glucosa y un aumento en las concentraciones de ácidos grasos libres en el plasma periférico de la yegua.

La realimentación de yeguas o la infusión intravenosa de glucosa conduce a una rápida disminución de las concentraciones plasmáticas de PGFM y a un aumento de las concentraciones de glucosa. En yeguas en ayunas, 5 de las 8 yeguas estudiadas dieron a luz prematuramente dentro de una semana del último período de alimentación. Las concentraciones plasmáticas elevadas de PGF pueden comprometer el embarazo debido a sus efectos adversos sobre el flujo sanguíneo uterino y la actividad miométrial. Las prostaglandinas pueden estimular la liberación de oxitocina y la aparición de contracciones uterinas. Las yeguas con una gestación avanzada pueden experimentar trastornos gastrointestinales debido al ayuno. Esta práctica clínica puede afectar negativamente al gestación. (Leblanc 1995)

	PUNTAJE	DESCRIPCIÓN
1.	POBRE	Animal extremadamente delgado. costillas, raíz de la cola, tuberosidad coxal e isquiática muy prominentes. estructuras óseas como la cruz, hombros y cuellos demasiado notables. Se pueden palpar todos los tejidos sin grasa.
2.	MUY FLACO	Animal con una ligera capa de grasa. la base de las vértebras y apófisis transversas no se palpan redondeadas. Costillas, raíz de la cola, tuberosidad coxal e isquiática muy prominentes; cruz, hombro y cuello débilmente distinguibles.
3.	FLACO	Grasa en la figura externa entre las protuberancias de las vértebras las apófisis transversas no se palpan y hay cobertura de grasa sobre las costillas. La tuberosidad isquiática no se distingue; la cruz, el hombro y el cuello acentuados.
4.	MODERADAMENTE FLACO	Ligeras arrugas a lo largo del lomo, costillas débilmente distinguibles, raíz de la cola prominente dependiente de la conformación. La tuberosidad coxal no es distinguible; cruz, hombro y cuello no están descarnadas.
5.	MODERADO	Lomo aplanado (sin pliegues ni arrugas), las costillas no se distinguen pero se pueden palpar. Se puede notar grasa alrededor de la raíz de la cola principalmente. La cruz aparece redondeada, el hombro y el cuello están fusionados uniformemente.
6.	MODERADAMENTE ENCARNADO	Grasa sobre las costillas y alrededor de la cola (grasa blanca), igualmente a lo largo de los lados de la cruz, detrás de los hombros y a lo largo del cuello.
7.	ENCARNADO	Puede haber pliegues en el lomo, las costillas se pueden palpar individualmente pero se encuentra grasa en los espacios intercostales. Hay grasa alrededor de la raíz de la cola, igualmente a lo largo de la cruz, hombros y cuello.
8.	OBESO	Arrugas bajo el lomo, se encuentra dificultad para palpar las costillas, grasa muy blanda alrededor de la raíz de la cola; área alrededor de la cruz llena de grasa, también detrás del hombro. Notable engrosamiento del cuello, grasa en la cara interna de los muslos.
9.	EXTREMADAMENTE OBESO	Arrugas bajo el lomo, parecen parches de grasa sobre las costillas, prominencias alrededor de la raíz de la cola, a lo largo de la cruz, detrás del hombro y a lo largo del cuello. Grasa en la cara interna de los muslos (se pueden friccionar continuamente), flancos llenos de grasa.

Tabla 1.- Escala de condición corporal desarrollada por Henneke et al, 1983.

a.6. Analizadores portátiles de glucosa

La base física y bioquímica del sustrato enzimático explica cómo funciona el glucómetro, ya que las tiras reactivas contienen una enzima que cataliza la glucosa contenida en una muestra de sangre capilar. Ninguna molécula de glucosa se transforma a menos que entre en contacto con la enzima glucosa deshidrogenasa. El flujo de electrones generado en esta reacción se registra mediante un sensor de corriente eléctrica fino, que se interpreta como la cantidad de glucosa en la muestra.

Investigadores como Bromerschenkel, 2015 y Buitrago 2016 concluyeron a través de su investigación que el uso de glucómetros portátiles fue bastante eficiente debido a su facilidad de uso y precisión en la clínica de campo equino.

a.6.1. Especificaciones Técnicas del Medidor de Glucosa OneTouch Ultra Mini® | OneTouch®

- Intervalo de resultados que se obtienen: 20 – 600 mg/dL
- Calibración: Equivalente en Plasma
- Muestra: Sangre capilar recién extraída
- Tamaño de la muestra: Al menos un microlitro
- Duración del análisis: 5 segundos
- Método de Análisis: Biosensor de glucosa oxidasa
- Fuente de energía de la función de medición: Una pila desechable del litio de 3,0 V tipo CR2032
- Unidad de medida: mg/dL
- Memoria: 500 resultados de análisis de glucosa en sangre
- Apagado Automático: A los dos minutos de la última acción realizada
- Dimensiones: 10,8 x 3,20 x 1,70 cm
- Peso: Aproximadamente 40 gramos, pila incluida

- Intervalos de funcionamiento: Temperatura (6 – 44 °C),
Altitud: hasta 3.048 metros, Humedad relativa: 10 – 90 %,
Hematocritos: 30 – 55%

b) Potrillos Neonatos de Raza Pura Sangre

b.1. El Potrillo Recién Nacido

Tanto en la industria como en la medicina equina un neonato se considera aquel animal entre el momento del nacimiento y los primeros 15 días de vida. Las enfermedades que más comúnmente ocurren en este periodo son de origen infeccioso que pueden ser también responsables de la mortalidad, las cuales están asociadas a las concentraciones de inmunoglobulinas absorbidas a partir del calostro de la madre (Wohlfhender, 2009).

En la industria del caballo, la producción y la cría de potros son fundamentales para el éxito de la cadena de producción. En este proceso, la etapa del recién nacido es una de las fases más restrictivas en el sistema de producción equina, ya que los caballos tienen las tasas más altas de enfermedad y muerte.

b.1.1. MONITOREO NEONATAL DEL POTRILLO RECIÉN NACIDO

Los controles que debieran realizarse en el recién nacido incluyen el chequeo de signos vitales, tales como: frecuencias cardíaca y respiratoria y temperatura rectal. Además, se debe comprobar si existe reflejo de succión e ingesta de calostro, por lo que la adquisición de inmunidad pasiva es un factor

clave para la supervivencia del recién nacido. que el potro esté entrenado lo antes posible, la correcta eliminación del meconio y que no existan alteraciones oculares ni gastrointestinales; esto muestra una morfología correcta. Se debe controlar el estado de las pezuñas y el ombligo, que deben tratarse de forma rutinaria con yodo. de labios, encías y paladar para observar el llenado capilar, indicador subjetivo del contenido de oxígeno en la sangre; además de genitales y ano. También se deben registrar el peso corporal y la altura y se debe controlar la placenta.

La respiración espontánea debe comenzar dentro de 1 minuto después del nacimiento, y muchos potros intentan respirar tan pronto como el tórax despeja el canal pélvico de la yegua. Durante la primera hora de vida, la frecuencia respiratoria puede ser > 60 respiraciones / min, pero debería descender a 30-40 respiraciones / min en unas pocas horas.

La auscultación del tórax poco después del nacimiento muestra una cacofonía de sonidos a medida que las vías respiratorias se abren gradualmente y se extrae líquido. Durante y después de acostarse de lado, se pueden escuchar constantemente crepitaciones en los pulmones dependientes al final de la exhalación. No es raro que un potro recién nacido parezca un poco cianótico durante la fase de adaptación, pero esto debería resolverse a los pocos minutos del nacimiento. La frecuencia cardíaca de un potro recién nacido también tiene un ritmo regular y

debe ser de al menos 60 latidos por minuto después del primer minuto. (S. Munsterman. 2019).

b.1.2. CUIDADOS NEONATALES DEL POTRILLO RECIÉN NACIDO

Después del nacimiento, el potro debe estar en un ambiente limpio, húmedo y tranquilo. Teniendo esto en cuenta, es aconsejable mantener al potro intacto con las patas traseras en el canal del parto y el cordón umbilical el mayor tiempo posible; Esto facilitará el paso de aproximadamente medio litro de sangre de la yegua al potro a través del cordón umbilical. Una vez que se levanta la yegua, el cordón umbilical se corta en un punto de rotura preformado sin necesidad de manipulación. El ombligo se puede desinfectar con soluciones desinfectantes como la clorhexidina, aunque es recomendable minimizar su manipulación para evitar contaminaciones que puedan derivar en infección.

El potro debe estar en posición esternal durante los primeros 5-10 minutos y mostrar un reflejo de succión durante los primeros 15 minutos. Debe poder estar de pie durante la primera hora y poder aspirar dentro de las dos primeras horas de vida. La placenta debe salir dentro de las primeras tres horas después del parto. Si no se trata, la retención placentaria puede provocar inflamación uterina o metritis séptica, lo que puede afectar gravemente la salud de la yegua y, en consecuencia, la del potro. En las primeras horas después del nacimiento se debe tener en cuenta el

comportamiento del potro hacia la madre: debe estar alerta, esquivo, mostrar cierta resistencia a la manipulación y amamantar con normalidad.

- TEST DE APGAR

La viabilidad neonatal, puede ser juzgada usando el Test de Apgar, el cual, se basa en un juicio visual del recién nacido. (Montillo et al. 2014). La puntuación de Apgar varía de cero a diez, con valores al nacimiento de entre 9 y 10 considerados como óptimo para las especies equinas. Los grados de 6 a 8 indican asfixia moderada, lo que sugiere la adopción de medidas de estimulación neonatal. (Vaala et al. 2006). Los puntajes entre 3 y 5 requieren oxígeno intranasal y soporte cardiovascular, y aquellos con puntuaciones más bajas a tres requieren reanimación inmediata. (Farrand et al. 2006). La puntuación Apgar fue modificada por Knottenbelt et al. (2004), Smith (2006) y Nogueira C.E.W. & Lins (2010), que consiste en evaluación de Frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, tono muscular, irritabilidad refleja y color de las membranas mucosas; se utiliza para tasar el vigor neonatal. Los grados de 0 a 10 (0= muerto; 1 – 4= deprimido; 4 – 6= moderadamente deprimido y 7 – 10= vigoroso) debiéndose medir al nacimiento y 10 minutos después. (Tabla 2)

PARÁMETROS	0 PUNTOS	1 PUNTO	2 PUNTOS
TONO MUSCULAR	Extremidades flácidas	Alguna extremidad flácida	Posición esternal
FRECUENCIA RESPIRATORIA	Ausente	Lenta, irregular	≥ 60 resp/min, regular
FRECUENCIA CARDIACA	Ausente	<60 resp/min	≥ 60 resp/min
ESTIMULACIÓN NASAL	No responde	Ligera reacción, mueca	Tos o estornudo
MEMBRANAS MUCOSAS	Cianótica	Rosado pálido	Rosado

TABLA 2.- La puntuación Apgar fue modificada por Knottenbelt et al. (2004), Smith (2006) y Nogueira C.E.W. & Lins (2010).

b.2. El Potrillo de Raza Pura Sangre en el Perú

La etapa adulta del potrillo pura sangre, está ligado a las carreras, las cuales representan una industria multimillonaria mundial, desde profesionales dedicados a la hípica muestran interés en desarrollar entrenamientos de gran resistencia física y poder evaluar su respuesta, incluyendo monitoreo de valores hematológicos y concentraciones séricas de enzimas como indicadores para evaluar su condición física ya que están sometidos a un entrenamiento diario y exigente, habiendo sido el Puerto del Callao el teatro de la primera reunión de carreras pública, realizada el 29 de febrero de 1864. (Cervantes, 2008) Las carreras de caballos son de origen Inglés con los eventos destacados como el Grand National, que es una carrera de obstáculos, o las carreras de Royal Ascot. Este tipo de carreras comenzaron a verse en Inglaterra en el siglo XII (Gamberini, 1993

b.2.1. CRIANZA DE CABALLOS PURA SANGRE EN EL PERÚ

Actualmente el Perú cuenta con 31 criadores constituidos como Haras, y 32 criadores libres. Esta información ha sido compilada del Stud Book peruano.

b.2.1.1. EL STUD BOOK DEL PERÚ

es el organismo que tiene como finalidad establecer, mantener y proteger el registro genealógico de la identidad y propiedad de los caballos de carreras en el Perú. Si la dirección y administración es ejercida por su órgano ejecutivo, la Comisión del Registro Genealógico del Perú, este es el único órgano con amplias facultades que, para el propósito señalado, organiza el control de concepción, gestación, nacimiento, identificación, registro y registro de la propiedad, transferencia, estadísticas y todo lo relacionado con ese fin.

El Stud Book Peruano funciona en Lima, su domicilio legal es el del Jockey Club del Perú y está reconocido y aprobado por el International Stud Book Committee, con sede en Londres, Inglaterra. Allí se pueden registrar caballos pura sangre, árabes y anglo-árabes de carrera, así como también los puro por cruza y mestizos de dichas razas nacidos en el Perú e importados.

1.3. Marco Conceptual

a) Nivel de glicemia: presencia de glucosa en la sangre.

- b) **Sangre periférica:** la sangre que circula por el cuerpo en zonas periféricas, como los dedos, orejas, morro.
- c) **Potrillo:** Cría de la yegua de menos de tres años de edad.
- d) **Potrillo neonato:** Refiere al potrillo en la etapa de recién nacido.
- e) **Clínicamente sano:** el diagnóstico de un paciente sano por la semiología.
- f) **Pura Sangre:** Raza de equinos desarrollada en el s.XVIII en Inglaterra.
- g) **Pronóstico:** Juicio que hace el médico sobre el curso, duración y curación de una enfermedad.
- h) **Insulina:** Hormona segregada en el páncreas, regula la glucosa existente en la sangre.
- i) **Gestación tardía:** refiere al último periodo meses de la gestación.
- j) **Inmadurez neonatal:** Periodo en el que no se ha alcanzado la plenitud vital, para el nacimiento.
- k) **Dismadurez neonatal:** Aquellos potrillos a término, que presentan características físicas de inmadurez.
- l) **Glucosa:** compuesto orgánico, fuente de energía primaria en las células.
- m) **Gluconeogénesis:** Formación de glucosa y glucógeno a partir de compuestos orgánicos.
- n) **Glucómetro:** Instrumento de medida que se utiliza para obtención del nivel de glucosa en sangre (glicemia).
- o) **Placentitis:** Inflamación de la placenta.
- p) **Hipoglicemia:** Disminución del nivel normal de glicemia en sangre.
- q) **Hiperglicemia: aumento anormal del nivel de glicemia en sangre.**
- r) **Puntuación Apgar:** esta herramienta permite conocer la adaptación del potro al medio ambiente.

- s) **Eutocia:** parto que se desarrolla con normalidad, sin complicaciones.
- t) **Distocia:** Parto de manera anormal o difícil

CAPÍTULO II – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Situación Problemática

Se ha descrito que los potros prematuros e inmaduros a menudo tienen una heterosis de glucógeno insuficiente y reservas de glucógeno limitadas al nacer, lo que dificulta mantener los niveles de azúcar en sangre dentro de los límites normales. También hay informes que los potros inducidos para nacer presentan cambios en la disfunción endocrina pancreática y los niveles altos de cortisol parecen obstaculizar la regulación de la glucosa neonatal y la adaptabilidad de la nutrición enteral.

Los potros nacidos prematuramente y expuestos al estrés uterino causado por enfermedades como la placentitis a menudo tienen problemas con la regulación de la temperatura y el mantenimiento del azúcar en la sangre, por lo que se observa que se debilitan y deprimen inmediatamente después del parto.

Obviamente, la glucosa sérica anormal es común en los potros enfermos. Por lo tanto, el azúcar en sangre es un parámetro importante que determina el estado de vida. Esta es una razón importante para determinar el estado de salud. Por lo tanto, es necesario proporcionar parámetros de referencia para ayudar al neonatólogo del equino para la toma la decisión correcta, ante situaciones adversas.

En nuestro país no se encuentra disponible ningún reporte del nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos, de raza pura sangre.

2.2. Formulación del Problema

a) Problema General

¿Cuál será el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos, de raza pura sangre?

b) Problemas Específicos

P.E.1. ¿Cuál serán el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos, de raza pura sangre, de acuerdo al sexo?

P.E.2. ¿Cuál el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos, de raza pura sangre, de acuerdo al número de partos de la madre?

P.E.3. ¿Cuál será el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos, de raza pura sangre, de acuerdo a la condición corporal de la madre?

2.3. Justificación e Importancia

a) Justificación

Indiscutible es el hecho que en potros enfermos, los trastornos de los niveles de glicemia son comunes. Debido a esta relación, es que este parámetro es importante durante las primeras horas de vida, de esta forma lo podemos relacionar directamente con el estado de salud del animal. Esta es la primera razón por la cual necesitamos un parámetro con el cual podamos guiarnos, y que sea de la forma más exacta. Debido a que la crianza de caballos pura sangre en nuestro país crece cada año aún más, con motivos de la presencia de la Hípica, de forma específica en las carreras de caballos.

Por ello, es necesario brindar parámetros que ayuden a los veterinarios especialistas en neonatología equina a tomar las decisiones adecuadas en respuesta a la situación, sin embargo, no

existe un valor de referencia para los potros de raza pura sangre de carrera, por lo que se utilizan en la práctica diaria valores establecidos bajo otras condiciones. Por lo que este se convierte en el primer informe de niveles normales de glucosa en recién nacidos de equinos de raza Pura Sangre en el Perú.

b) Importancia

La Importancia de este proyecto, será la de tener valores reales de los niveles de glicemia en potrillos recién nacidos, para poder desarrollar un pronóstico clínico de una patología, o dismadurez en esta etapa temprana de la vida, y de esta forma tomar las decisiones oportunas en pos del bienestar del potrillo y así poder socorrer a nuestros pacientes, ante un cuadro clínico crítico eventual.

2.4. Objetivos de la Investigación

a) Objetivo General

Determinar el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre.

b) Objetivos Específicos

O.E.1. Determinar el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre., de acuerdo al sexo

O.E.2. Determinar el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre, de acuerdo al número de partos de la madre

O.E.3. Determinar el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre, de acuerdo a la condición corporal de la madre.

2.5. Hipótesis de la Investigación

a) Hipótesis General

Hi= El nivel de glicemia es mayor o igual 50 mg/dL en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre.

Ho= El nivel de glicemia es menor a 50 mg/dL en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre.

b) Hipótesis Específicos

Hi.E1= De acuerdo al sexo del potrillo, el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre será mayor en hembras que en machos.

Hi.E2= De acuerdo al # de partos de la madre, el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos de raza pura sangre, será mayor en yeguas multíparas.

Hi.E3= De acuerdo a la condición corporal de la madre, el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre, será mayor en potrillos nacidos de yeguas >5 en la escala de Henneke.

2.6. Variables de la Investigación

a) Identificación de Variables

A. Variable de Caracterización

Sexo del potrillo, Número de partos de la yegua madre, Condición corporal de la yegua madre.

B. Variable de Interés

Nivel de Glicemia

b) Operacionalización de Variables

VARIABLE	INDICADOR	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS
DE INTERÉS					
Nivel de glicemia en potrillos neonatos	Hiperglicemia Normoglucemia Hipoglucemia	Alto Normal Bajo	Ordinal Politómica	Observación	Glucómetro
DE CARACTERIZACIÓN					
Sexo del potrillo neonato	Sexo del potrillo neonato	Macho Hembra	Nominal Dicotómica	Observación	Observador
# de partos de la madre	# de partos	Primípara Multipara	Nominal Dicotómica	Documentación	Historia Clínica de la Yegua madre
Condición Corporal de la madre	Condición Corporal	Bajo Alto	Ordinal Dicotómica	Psicometría	Escala de Henneke

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación

A. Tipo: Observacional, prospectivo, transversal, descriptivo.

B. Nivel: Descriptivo

C. Diseño de la Investigación: No experimental

3.2. Población y Muestra

La población y muestra será la totalidad de potrillos neonatos de raza pura sangre, en el Haras Alydar, durante el año 2019, de los cuales se tomó una muestra de sangre de la vena yugular, al momento de nacer antes de su primera succión de calostro.

CAPÍTULO IV – TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Técnicas de Recolección de Datos

Observación, Documentación y Psicometría.

4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Ficha Clínica del Neonato e Historia Clínica de la Yegua Madre.

4.3. Técnicas de Procesamiento, Análisis e Interpretación de Resultados

Análisis de los datos se procesarán con estadística descriptiva, con ayuda del programa SPSS y la interpretación de la misma forma.

CAPÍTULO V – CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis General

Hi= El nivel de glicemia es mayor o igual 50 mg/dL en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre.

Ho= El nivel de glicemia es menor a 50 mg/dL en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre.

Al analizar las muestras, midiendo la media dando como un valor de 106,85 gr/dL. Aceptando la hipótesis de la investigación (Hi) interpretado de la siguiente manera; “El nivel de glicemia es mayor o igual 50 mg/dL en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre.”.

Hipótesis Específica

Hi.E1= De acuerdo al sexo del potrillo, el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre será mayor en hembras que en machos.

Al analizar las muestras, la media de la glicemia correspondiente al sexo macho es 98, 75 gr/dL, y la media de glicemia correspondiente al sexo hembra es 112,25 gr/dL. Debido al p valor (0,308) siendo mayor que 0.05; no existe diferencia estadística significativa entre los sexos.

Hi.E2= De acuerdo al número de partos de la madre, el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos de raza pura sangre, será mayor en yeguas multíparas.

Al analizar las muestras, la media de la glicemia correspondiente a las yeguas madres primíparas es 93 gr/dL, y la media de

glicemia correspondiente a las yeguas madres multíparas es 109 gr/dL. Debido al p valor (0,732) siendo mayor que 0.05; no existe diferencia significativa entre el número de partos de la yegua madre.

Hi.E3= De acuerdo a la condición corporal de la madre, el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre, será mayor en potrillos nacidos de yeguas >5 en la escala de Henneke.

Al analizar las muestras, la media de la glicemia correspondiente a las yeguas madres con condición corporal >5 es 110 gr/dL, y la media de glicemia correspondiente a las yeguas madres con condición corporal <5 es 69 gr/dL. Debido al p valor (0.008) siendo menor que 0.05, tiene una diferencia estadística significativa la condición corporal de la yegua madre.

CAPÍTULO VI – PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS

El presente estudio utilizó 20 potrillos de la raza pura sangre de carrera, nacidos en el Haras “El Alydar” ubicado en la provincia de Chincha – Ica – Perú. De los cuales 8 eran machos y 12 hembras en su primer día de nacimiento. De los cuales 3 eran nacidos de yeguas madres primíparas y 17 de yeguas madres multíparas. Y 18 de ellos nacidos de yeguas madres con una condición corporal >5 en la escala de Henneke y 2 de ellos nacidos de yeguas madres con condición corporal <5 en la escala de Henneke.

6.1. Presentación e Interpretación de Resultados

En la tabla N° 2 se pudo determinar que el nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre, que fueron analizados a través de la medición por glucómetro fue de 106, 85 ± 10,68 gr/Dl. También se obtuvo una desviación estándar de 47,782. El valor mínimo fue de 54, 49 gr/dL y el valor máximo fue de 129,21 gr/dL.

	<i>Nro de Muestras</i>	<i>Media (gr/dL)</i>	<i>Desviación Estándar</i>
<i>Nivel de glicemia</i>	20	106,85	47,78

Tabla 02.- Media del Nivel de glicemia del total de las muestras.

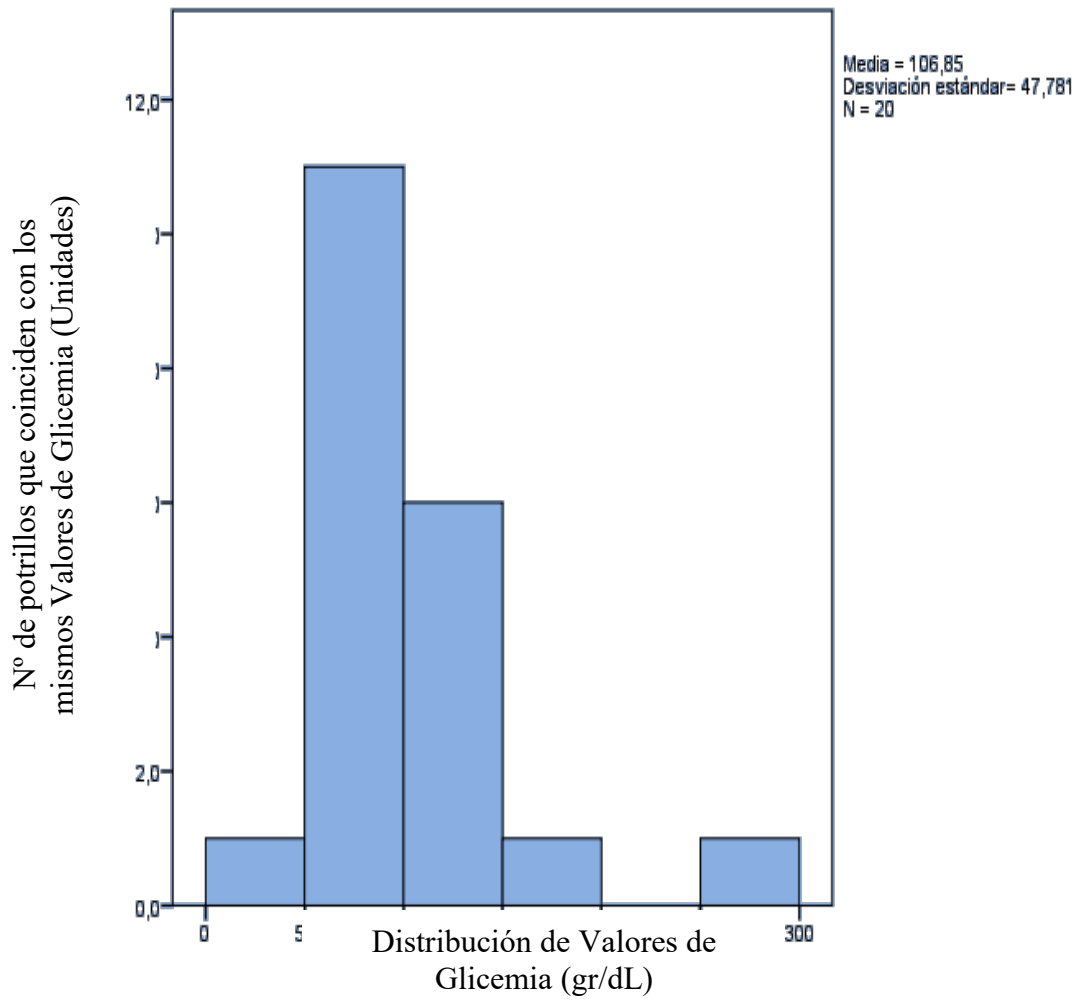


Gráfico 01.- Distribución de las muestras de los niveles de glicemia de los potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre.

En la tabla N° 3 se puede apreciar que de los 20 potrillos de raza pura sangre utilizados en esta investigación, fueron agrupados según género, siendo 8 machos, correspondiendo a un 37% y 12 hembras correspondiendo a un 63%. De los cuales los valores de glicemia obtenidos fueron los siguientes: las hembras obtuvieron 112 ± 17.3 mg/dL y los machos $98,75 \pm 7.27$ mg/dL Y aunque habiendo una notoria diferencia en las medias, no existe una diferencia estadística significativa entre tales sexos de los potrillos muestreados.

<i>Sexo del Potrillo</i>	<i>N° de muestras</i>	<i>de %</i>	<i>Media (gr/dL)</i>	<i>Desviación Estándar</i>
<i>Macho</i>	8	37	98,75	20,56
<i>Hembra</i>	12	63	112,25	59,95

Tabla 03.- Media del Nivel de glicemia del total de las muestras, de acuerdo al sexo de los potrillos.

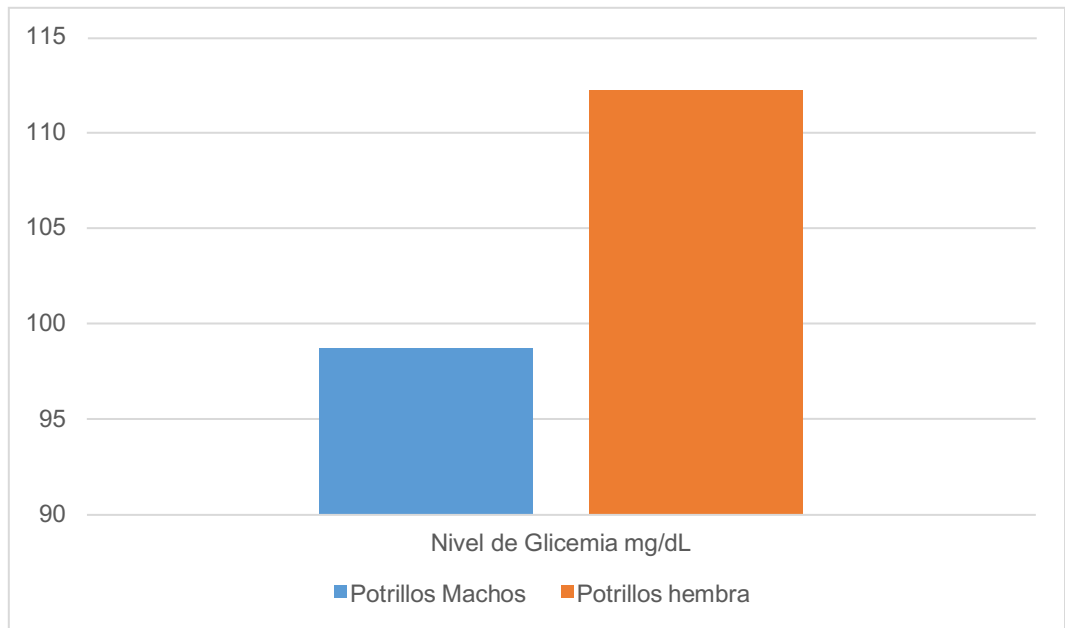


Gráfico N° 02.- Distribución de las muestras de los niveles de glicemia de los potrillos neonatos clínicamente sanos, de raza pura sangre, de acuerdo al sexo de potrillo.

En la tabla N°4 se puede observar que los 20 potrillos de raza pura sangre, utilizados en esta investigación fueron agrupados de acuerdo al número de partos de las yeguas madres. Siendo 3 yeguas primíparas correspondiendo al 14% y 17 yeguas multíparas (2 o más partos) correspondiendo al 86%. De los cuales los valores de glicemia obtenidos fueron los siguientes: las yeguas primíparas obtuvieron 93 ± 8.89 mg/dL y los machos 109.29 ± 12.46 mg/dL. Y aunque habiendo una notoria diferencia en las medias, no existe una diferencia estadística significativa entre el número de partos de la yegua madre.

<i>Nº de partos de la Madre</i>	<i>Nº de muestras</i>	<i>%</i>	<i>Media (gr/dL)</i>	<i>Desviación Estándar</i>
<i>Primípara</i>	3	14	93	15,4
<i>Multípara</i>	17	86	109	51,4

Tabla 04.- Media del Nivel de glicemia del total de las muestras, de acuerdo al número de partos de la yegua madre.

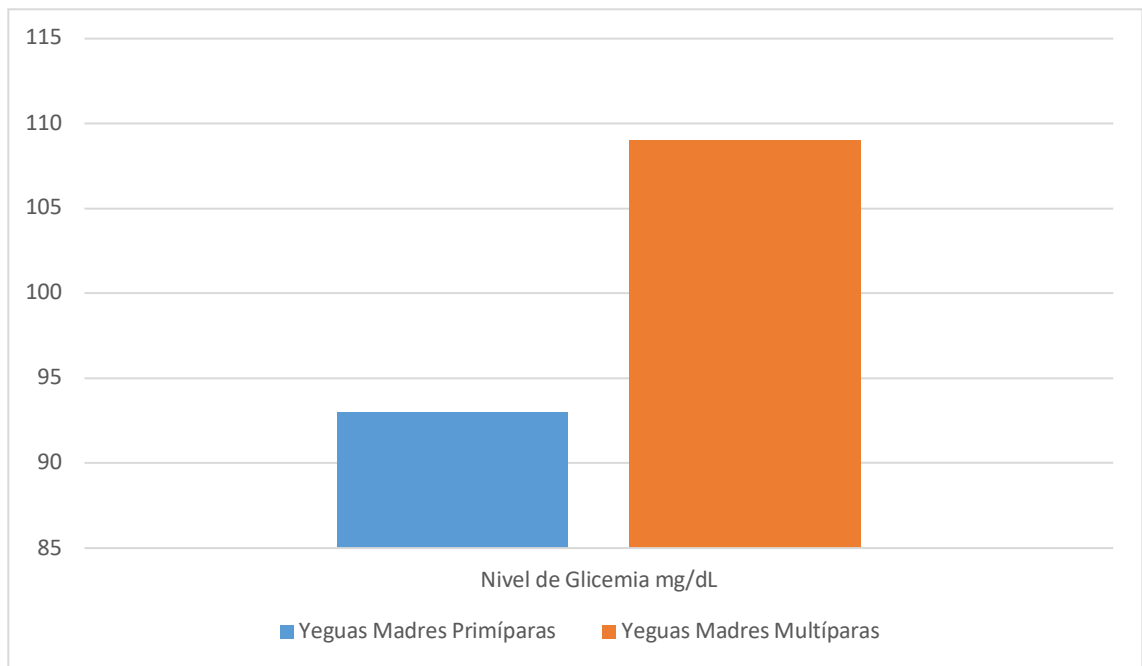


Gráfico N°03.- Distribución de las muestras de los niveles de glicemia de los potrillos neonatos, de raza pura sangre, de acuerdo al número de partos de la yegua madre.

En la tabla N° 05 se puede observar que los 20 potrillos de raza pura sangre utilizados en esta investigación fueron agrupados de acuerdo a la clasificación de condición corporal de la madre. Siendo 18 yeguas con una condición corporal >5 en la escala de Henneke, correspondiendo al 93% y 2 yeguas con una condición corporal de <5, correspondiendo al 7%.

De los cuales los valores de glicemia obtenidos fueron los siguientes: las yeguas con una condición corporal >5 en la escala de Henneke obtuvieron $111,06 \pm 11.28$ mg/dL y las yeguas con una condición corporal <5 en la escala de Henneke obtuvieron 69 ± 25 mg/dL. Considerando que en esta variable si se encuentra una diferencia estadística significativa.

<i>Condición Corporal de la Madre</i>	<i>N° de muestras</i>	<i>%</i>	<i>Media (gr/dL)</i>	<i>Desviación Estándar</i>
> 5	18	93	111	47,86
< 5	2	7	69	35,35

Tabla 05.- Media del Nivel de glicemia del total de las muestras, de acuerdo a la condición corporal de la yegua madre.

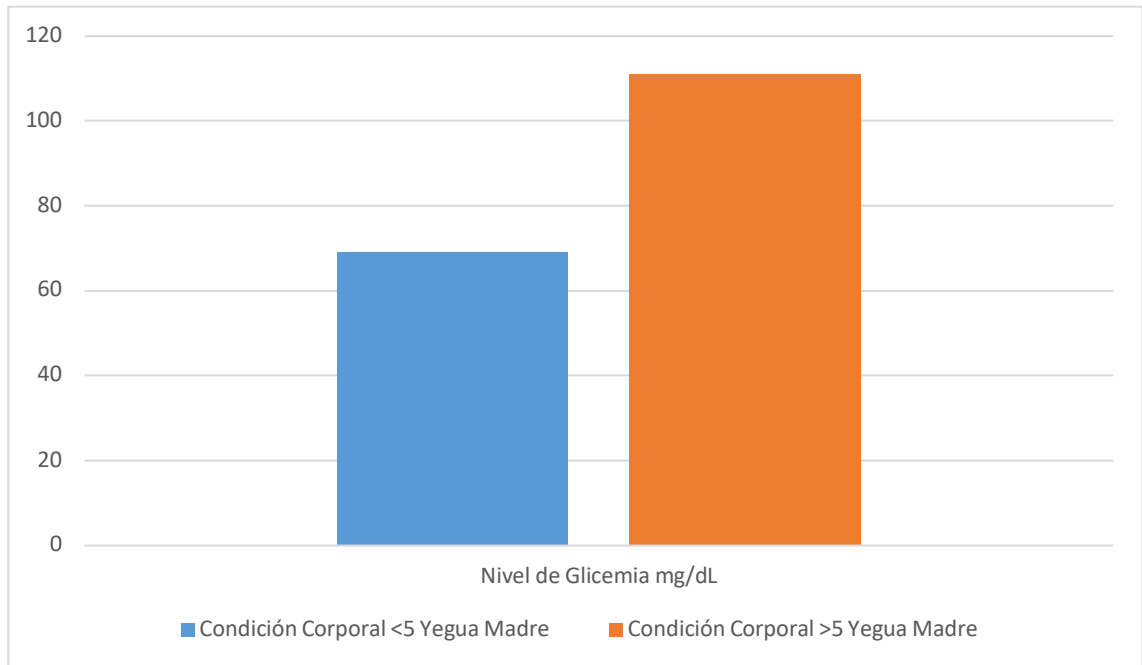


Gráfico N°04.- Distribución de las muestras de los niveles de glicemia de los potrillos neonatos, de raza pura sangre, de acuerdo a la condición corporal de la yegua madre.

6.2. Discusión de Resultados

A la fecha no existen reportes en la literatura consultada sobre la determinación de niveles de glicemia en potrillos de raza sangre en el Perú, al momento del nacimiento, por lo que se convierte esta investigación en el primer reporte sobre el estado de la glicemia en potros neonatos en el Departamento de Ica en el Perú. Los valores establecidos al momento del nacimiento (0 horas) fueron considerados dentro del promedio de los valores de referencia reportados.

El objetivo del presente estudio fue la determinación del nivel de glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre, con el fin de obtener datos que orienten en el diagnóstico, pronóstico y medidas de control y prevención de enfermedades neonatales.

Las yeguas madres y los potrillos evaluados de este estudio, pertenecen al Haras El Alydar ubicada en la provincia de Chincha, Departamento de Ica – Perú. La toma de la muestra de sangre de 20 potrillos, fue de la vena yugular por punción, y directamente colocada en el glucómetro portátil, al momento del nacimiento, siendo indispensable que no se haya producido la primera succión de calostro para de esta forma evitar cualquier variación debido a la alimentación enteral. Esto seguido de la evaluación clínica completa del potrillo, siendo todos estos datos anotados en la ficha clínica del potrillo.

En el presente estudio se evaluaron 20 potrillos recién nacidos, que es aproximadamente el promedio del tamaño muestral de los estudios referidos en los antecedentes (16, 29, 20, 58, 7), siendo de todos ellos solo el de Feijo et al (2018) el que evaluó potrillos de

raza pura sangre, siendo las demás razas estudiadas las siguientes: Marchador Mangalarga, Criollo Colombiano, Paint Horse y Pony.

Todos los valores tomados de estas investigaciones fueron tomados a las 0 horas de nacidos, es decir sin haber tenido la primera succión de calostro, para de esta manera tener niveles de glucosa que no sufran variaciones por la ingesta enteral de la misma.

Nivel de Glicemia en potrillos neonatos clínicamente sanos de raza pura sangre

El promedio de los valores obtenidos en el nivel de glicemia sanguínea, medida a través de la técnica de glucómetro portátil fue de 106,85 gr/dL.

En este estudio, el valor promedio de glucosa obtenido mediante la técnica de glucómetro portátil, se encuentra dentro del rango normal de valores esperados. Aun así difieren de valores establecidos por otros estudios, que varían desde 81 mg/dL hasta 164 mg/dL. Esto se debe a que los equinos muestreados fueron de diferentes razas y diferentes métodos de laboratorio.

Dentro de los valores obtenidos de otros autores, reportó Holdstock (2004) en 7 potrillos de raza Pony, un promedio de 164 mg/dL, , siendo el reporte de nivel de glicemia más alto recopilado para esta investigación. Por otro lado usando la misma técnica del glucómetro portátil, Bromerschenkel (2015), evaluó 16 potrillos de raza Mangalarga Marchador obtuvo un promedio de 138 mg/dL, , siendo más alto que el valor encontrado en nuestro estudio; Buitrago (2016), evaluó 29 potrillos de la raza Criollo Colombiano, obteniendo un valor de 81,76 mg/dL, siendo este el valor menor recopilado para esta investigación; Raissa (2017) reportó un promedio de valor de

glucosa en sangre de 98,90 mg/dL, evaluando 20 potrillos de raza Paint y Berryhill (2019) reportó valores de 92,78 mg/dL.

El estudio que comparte la variable de la raza, fue el de Feijo (2018) reportó valores de glucosa como signo de indicador de madurez en potrillos, siendo este un promedio de 110 mg/dL evaluando 58 potrillos de raza pura sangre. El cuál es el reporte más cercano a los resultados encontrados en esta investigación.

Lo que los mencionados estudios no coinciden en la valoración de las variables propuestas en esta investigación, como las cuales son: el sexo del potrillo, el número de partos de la yegua madre (primípara o múltipara) y la condición corporal de la yegua madre según la escala de Henneke, como demuestran los resultados.

En este trabajo se ha determinado el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos de raza pura sangre, dando como resultado 107 mg/dL. De acuerdo al sexo se demostró que las hembras tienen un nivel de glicemia más alto que los machos con 112 mg/dL, también que potrillos nacidos de yeguas madres múltiparas tienen un nivel de glicemia más alto que las primíparas con 109 mg/dL, y que los potrillos nacidos de yeguas madres con una condición corporal >5 en la escala de Henneke tienen un nivel de glicemia más alto que los potrillos nacidos de yeguas madres con una condición corporal <5 en la escala de Henneke, con 111 mg/dL.

CONCLUSIONES

Terminada la investigación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Que el nivel de glicemia en potrillos neonatos, clínicamente sanos, de raza pura sangre, es en promedio 107 mg/dL. Donde se utilizó el GP (Glucómetro Portátil) el cual es muy importante en la evaluación clínica de campo del potrillo neonato.
2. De acuerdo al sexo el nivel de glicemia en los potrillos neonatos hembras fue superior con 112 mg/dL que en los potrillos neonatos machos con 99 mg/dL; sin presentar diferencia estadística significativa.
3. De acuerdo al número de partos de la yegua madre, el nivel de glicemia en potrillos nacidos de yeguas madres multíparas (más de 2 partos) es mayor con 109 mg/dL que en potrillos nacidos de yeguas madres primíparas con 93 mg/dL; sin presentar diferencia estadística significativa.
4. De acuerdo a la condición corporal de la yegua madre, el nivel de glicemia en potrillos nacidos de yeguas madres que con una condición corporal >5 en la Escala de Henneke es mayor con 111 mg/dL que en potrillos nacidos de yeguas madres con una condición corporal <5 en la Escala de Henneke con 69 mg/dL; presentando diferencia estadística significativa.

RECOMENDACIONES

1. La implementación de la toma de medida de glucosa en la evaluación clínica neonatal de campo.
2. Hacer el seguimiento de los niveles de glicemia en potrillos recién nacidos tanto hembras como machos.
3. Mantener el monitoreo de los niveles de glicemia en potrillos recién nacidos, de yeguas madres tanto primíparas como multíparas.
4. Mejorar la condición corporal de las yeguas desde el estado reproductivo de su vida, para de esta forma conseguir potrillos con niveles de glicemia más estables.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alvaro Vazquez, A. V. (2013). Diagnóstico de gestación de la yegua. Recuperado 13 febrero, 2020, de <https://equisan.com/index.php/2013-10-19-09-19-03/general/diagnostico-de-gestacion-en-la-yegua>
- Brenes Mora, A. C. B. (1996). Reproducción Equina. Recuperado 12 febrero, 2020, de <https://www.mogap.net/pmt/AnaBrenesMora.pdf>
- Cervantes I. Estructura genética del caballo de pura raza árabe español y su influencia en razas derivadas: aplicación de nuevas metodologías en el cálculo del tamaño efectivo – Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Departamento de Producción Animal. [tesis de doctorado]. España; 2008
- Farrand K., McMillen I.C., Tanaka S. & Schwartz J. 2006. Subpopulations of corticotrophs in the sheep pituitary during late gestation: effects of development and placental restriction. *Endocrinology* 147:4762-4771.
- Fowden, A. L., Forhead, A. J., & Ousey, J. C. (2012). Endocrine adaptations in the foal over the perinatal period. *Equine veterinary journal*, 44, 130-139.
- Fowden, A. L., Gardner, D. S., Ousey, J. C., Giussani, D. A., & Forhead, A. J. (2005). Maturation of pancreatic β -cell function in the fetal horse during late gestation. *Journal of endocrinology*, 186(3), 467-473.
- Fowden, A. L., Ward, J., & Forhead, A. J. (2003). COMPARATIVE ASPECTS OF FETAL METABOLISM. *EMBRYONIC AND FETAL NUTRITION*, 52.
- Galantino-Homer H.L. & Engiles J.B. 2013. Insulin resistance and laminitis in broodmares. *J. Equine Vet. Sci.* 33(10):844-846.

- Galvin NP, Corley KT. Causes of disease and death from birth to 12 months of age in the Thoroughbred horse in Ireland. *Ir Vet J.* 2010;63(1):37-43.
- Gamberini S. Perfil metabólico en equinos pura sangre – Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria. [tesis de grado]. Perú; 1993
- Hay Jr, W. W. (2006). Placental-fetal glucose exchange and fetal glucose metabolism. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 117, 321.
- Henneke, D. R., Potter, G. D., Kreider, J. L., & Yeates, B. F. (1983). Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine veterinary journal*, 15(4), 371-372.
- Knottenbelt D.C., Holdstock N. & Madigan J.E. 2004. *Equine Neonatology: medicine and surgery*. Elsevier, Philadelphia.
- Leblanc, M. M. (1995). Equine Fetal Maturation: Changing of the Guard: In Honor of Marian Silver. *Biology of Reproduction*, 52(monograph_series1), 1-6.
- Marín Bonilla, E. L., & Soto Gutiérrez, O. A. (2013). *Validación de un analizador de glucosa portátil para su uso en caballos* (Doctoral dissertation).
- Montillo M., Comin A., Corazzin M., Peric T., Faustini M., Veronesi M.C., Valentini S., Bustaffa M. & Prandi A. 2014. The effect of temperature, rainfall, and light conditions on hair cortisol concentrations in newborn foals. *J. Equine Vet. Sci.* 34:774-778.
- Montillo M., Comin A., Corazzin M., Peric T., Faustini M., Veronesi M.C., Valentini S., Bustaffa M. & Prandi A. 2014. The effect of temperature, rainfall, and light conditions on hair cortisol concentrations in newborn foals. *J. Equine Vet. Sci.* 34:774-778

- Morel, M. C. D. (2015). *Equine reproductive physiology, breeding and stud management*. CABI.
- Mousquer, M. A., Pereira, A. B., Finger, I. S., Franz, H. C., Torres, A. J., Müller, V., & Nogueira, C. E. (2019). Glucose and insulin curve in pregnant mares and its relationship with clinical and biometric features of newborn foals. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(9), 764-770.
- Nogueira C.E.W. & Lins L.A. 2010. *Equine Neonatology and Pediatrics*. Editora e Gráfica Universitária da UFPel, Rio Grande do Sul, Brazil.
- Peugnet P, Wimel L, Duchamp G, Sandersen C, Camous S, Guillaume D, et al. (2014) Enhanced or Reduced Fetal Growth Induced by Embryo Transfer into Smaller or Larger Breeds Alters Post-Natal Growth and Metabolism in Pre-Weaning Horses. *PLoS ONE* 9(7): e102044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102044>
- Reed, S. M., Bayly, W. M., & Sellon, D. C. (2017). *Equine Internal Medicine-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Rivera Goana, M. G. (2013, noviembre). Fisiología Reproductiva de la Yegua Parte I. Referencias para Consultorios MV, Edición 36(102013), 20–21. Recuperado de http://referenciasparaconsultoriosmv.com/2018/06/18/fisiologia-reproductiva-de-la-yegua-parte-i/?fbclid=IwAR21CuCz4P5D51n-BqIv0M-O_98La874-EE9mUqBkQ93SAEIRMBTS9GOuGc
- S. Munsterman, Amelia. Neonatal Intensive Care and Emergencies in Foals. Recuperado de <https://www.msdsvetmanual.com/emergency-medicine-and-critical-care/equine-emergency-medicine/neonatal-intensive-care-and-emergencies-in-foals>
- Sanchez, M. (2015). EL PARTO EN LA YEGUA. [Online] Manejoreproductivoequino.blogspot.com. Available at:

<http://manejoreproductivoequino.blogspot.com/2015/02/el-parto-en-la-yegua.html> [Accessed 14 Jun. 2019].

Satterfield M.C., Coverdale J.A. & Wu G. 2010. Review of fetal programming: implications to horse health. Proceedings of the Annual Convention of the AAEP, Baltimore, US, p.207-214.

Smith B.P. 2006. Large Animal Internal Medicine. 3rd ed. Manole, São Paulo.

Stud Book del Perú. (s.f.). Recuperado 12 febrero, 2020, de <https://www.studbookperu.com/quienes-somos>

Vaala W.E., House J.K. & Madigan J.E. 2006. Conduta inicial e exame físico do neonato [initial care and physical examination of the newborn]. In: Smith B.P. (Ed.), Large Animal Internal Medicine. 3rd ed. Manole, São Paulo

Wohlfender FD, Barrelet FE, Doherty MG, Straub R, Meier HP. Diseases in neonatal foals. Part 1: The 30 day incidence of disease and the effect of prophylactic antimicrobial drug treatment during the first three days post partum. Equine Vet J. 2009;41(2):179-85.

Wohlfender FD, Barrelet FE, Doherty MG, Straub R, Meier HP. Diseases in neonatal foals. Part 1: The 30 day incidence of disease and the effect of prophylactic antimicrobial drug treatment during the first three days post partum. Equine Vet J. 2009;41(2):179-85.

ANEXOS

A. FOTOS



Foto 01.- Evaluación clínica del potrillo recién nacido



Foto 02.- Desinfección de la zona yugular para la toma de muestra sanguínea.



Foto 03.- Punción de la vena yugular para la toma de muestra sanguínea.



Foto 04.- Toma de muestra sanguínea en la tira reactiva del glucómetro portátil.



Foto 05.- Resultado del nivel de glicemia en el glucómetro portátil.



Foto 06.- Resultado del nivel de glicemia del potrillo recién nacido en el glucómetro portátil.



Foto 07.- Equipo de Glucómetro Portátil OneTouch Ultra Mini®



Foto 08.- Código de tira reactiva N°25 para el glucómetro portátil OneTouch Ultra Mini®

B. HISTORIAS CLÍNICAS

Historia Clínica de la Yegua Madre en el Parto

FICHA DE PARTO

HARAS ALYDAR
DEPARTAMENTO DE SALUD ANIMAL
REPRODUCCIÓN EQUINA
DVM ELINSON MONTILLA HIPIATRA

Registro Día de Parto: 8 / 10 / 19 15
 DD/ MM/ AAAA
 Hora: 1:00 a.m

Datos de la Madre:
 Yegua Madre: SHIKAM Fecha Aprox de Parto: DD/ MM/ AAA
 Días de Gestación: 349 Primeriza: Multipara: Nro. de Partos:
 Antecedentes: Enf: () Aborto: PNV: PNM: PM: () PD:

Datos del Padre:
 Padrillo: Último Servicio: DD/ MM/ AAA

Datos del Parto:
 Parto: Normal: Placenta: Características: Placenta previa:
 Distocia: Peso de Placenta: Retención de Placenta:
 Corión Umbilical: Ruptura: Instantánea: Tiempo Ruptura Rápido: Long:
 Asistida: Min:
 Glándula Mamaria: Tamaño: Normal Eyección de Calostro: Normal Observaciones:
 Llenado de Ubre: Normal Calidad de Calostro: Bueno

Plan Sanitario:

Plan de Desparasitación:

1 ra Dosis DD / MM / AA

2 da Dosis DD / MM / AA

Inmunoestimulantes:

1 ra Dosis DD / MM / AA

2 da Dosis DD / MM / AA

Plan De Vacunación:

Rabia Dosis Única DD / MM / AA

Encefalitis Dosis Única DD / MM / AA

Leptospira 1ra Dosis DD / MM / AA 2da Dosis DD / MM / AA 3ra Dosis DD / MM / AA 4ta Dosis DD / MM / AA 5ta Dosis DD / MM / AA

Rinoneumonitis 1ra Dosis DD / MM / AA 2da Dosis DD / MM / AA 3ra Dosis DD / MM / AA

Streptococcus equi 1ra Dosis DD / MM / AA 2da Dosis DD / MM / AA

Rodhococcus equi 1ra Dosis DD / MM / AA 2da Dosis DD / MM / AA

Rotavirus 1ra Dosis DD / MM / AA 2da Dosis DD / MM / AA

Influenza/ Rinoneumonitis 1ra Dosis DD / MM / AA

Pruebas Complementarias—Auxiliares Diagnostico


Terapeutica: Hematologia Completa:

Bioquímica Sanguinea: Hemocultivo:

Biopsia: Otros:

OBSERVACIONES:

Historia Clínica del Potrillo al Nacimiento



FICHA DE NACIMIENTO

HARAS AL YDAR
DEPARTAMENTO DE SALUD ANIMAL
NEONATOLOGIA Y PEDIATRIA EQUINA
DVM ELINSON MONTILLA HIPIATRA

Registro de Nacimiento
DD 8 / MM 10 / AA 19
Hora: 1 : 00 . 9 m

Datos del potrillo:

Sexo: MCUBA Pelaje: plata Peso del Potro: _____ Alzada: _____

Fecha: 8/10/19

Signos Clínicos: FC: _____ FR: _____ PaO2: _____ P: 86 T: 106 Mucosas: _____ TEST DE APGAR: 9

Evaluación Clínica por Sistemas

Sistema Inmunológico:
Transferencia Pasiva IgG: _____ Falla de la Transferencia Pasiva IgG: _____

Sistema Gastrointestinal:
Eliminación de meconio: Retención de meconio: _____ Dolor abdominal: _____ Impactación: _____ Distensión: _____ Otros: _____

Sistema Urinario:
Ombiligo: SLA Uraco Persistente: _____ Otros: _____

Sistema Musculo — Esquelético:
Madurez: _____ Deformación Angular: _____ Art.: _____ Tendones: _____

Plan Sanitario:

1 ra Dosis DD / MM /AA	1 ra Dosis DD / MM /AA
2 da Dosis DD / MM /AA	2 da Dosis DD / MM /AA
3 ra Dosis DD / MM /AA	

Pruebas Complementarias — Auxiliares Diagnósticos:

Terapéutica Neonatal: _____ Hematología Completa: _____

Bioquímica Sanguínea: Gl: 94 163 Hemocultivo: _____

Análisis de Gases Sanguíneos Arteriales: 101 mm Administración Intranasal de Oxígeno: _____

Fluidoterapia: _____ Transferencia de Plasma: _____

OBSERVACIONES:

Plan De Vacunación:

	Destete: DD / MM /AA											
Rabia:	1 ra Dosis	DD	/	MM	/	AA	2 da Dosis	DD	/	MM	/	AA
Encefalitis—Tetanos:	1 ra Dosis	DD	/	MM	/	AA	2 da Dosis	DD	/	MM	/	AA
Rinoneumonitis — Influenza:	1 ra Dosis	DD	/	MM	/	AA	2 da Dosis	DD	/	MM	/	AA
Streptococcus:	1 ra Dosis	DD	/	MM	/	AA	2 da Dosis	DD	/	MM	/	AA