



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

“VALORACIÓN DE ANALITOS (Ca P) Y ANÁLISIS HORMONAL (PTH) DE ENTORNO Y MANEJO PARA DIAGNOSTICAR Y REDUCIR EL RIESGO DE HIPERPARATIROIDISMO SECUNDARIO NUTRICIONAL EN EQUINOS.”

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Médico Veterinario

AUTOR: JUAN SEBASTIÁN CARRASCO ALVARADO

TUTOR: DR. JUAN LEONARDO MASACHE MASACHE, MGTR.

Cuenca - Ecuador

2022


**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Juan Sebastián Carrasco Alvarado con documento de identificación N° 0106430622, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 28 de septiembre del 2022

Atentamente,


Juan Sebastián Carrasco Alvarado

0106430622

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Juan Sebastián Carrasco Alvarado con documento de identificación N° 0106430622, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: “Valoración de analitos (Ca P) y análisis hormonal (PTH) de entorno y manejo para diagnosticar y reducir el riesgo de hiperparatiroidismo secundario nutricional en equinos.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de septiembre del 2022

Atentamente,


Juan Sebastián Carrasco Alvarado

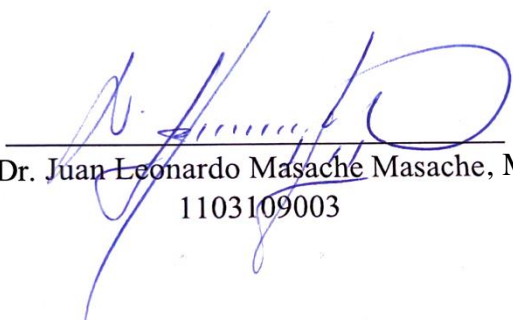
0106430622

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Leonardo Masache Masache con documento de identificación N° 1103109003, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “VALORACIÓN DE ANALITOS (Ca P) Y ANÁLISIS HORMONAL (PTH) DE ENTORNO Y MANEJO PARA DIAGNOSTICAR Y REDUCIR EL RIESGO DE HIPERPARATIROIDISMO SECUNDARIO NUTRICIONAL EN EQUINOS.”, realizado por Juan Sebastián Carrasco Alvarado con documento de identificación N° 0106430622, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de septiembre del 2022

Atentamente,



Dr. Juan Leonardo Masache Masache, Mgtr.
1103109003

DEDICATORIA

Este trabajo en el cual le puse mucho empeño va dedicado para mis abuelos, Wilson y Claro, que a pesar de no estar conmigo hoy, han seguido siendo mi apoyo e inspiración en mis momentos más duros. A mis padres y hermana que siempre están ahí para mí cuando necesito ayuda o una guía, y que tienen Fe en mí. Son los mejores. A mis tíos Álvaro y Siria, por la inmensa ayuda y cariño que me han dado siempre y por el que estoy muy feliz de tenerles conmigo. A mis abuelitas Lenie, Olguita y a mi tía Mele, por todo el amor que me han dado desde siempre, les quiero mucho.

A mi novia Natalí, por siempre estar conmigo en los momentos más difíciles, acompañarme, ayudarme en todo lo que me haga falta y alegrarme el día con su presencia y su cariño. Te amo.

Este trabajo también está dedicado a Almíbar, mi yegua que sufrió la horrible enfermedad de la que trata esta investigación y me motivó a investigarla a fondo para evitar que ocurra de nuevo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia por su amor y su consideración conmigo siempre.

A la Universidad Politécnica Salesiana por facilitar las instalaciones para poder llevar a cabo los análisis de laboratorio en su clínica POLIVET.

Al Doctor Juan Masache, al Ingeniero Pedro Webster, a la Doctora Mónica Brito y al Ingeniero Mauricio Salas por ser guías en este y otros trabajos, por toda la ayuda y amistad a lo largo de la carrera.

A la Doctora Angy Yanzaguano por la gran ayuda al momento de realizar los análisis del laboratorio.

Al Doctor Francisco Larriva por el gran apoyo en cuanto al tema de medicina equina.

A mis queridos amigos, Mono, Daniel, Karlita y Berni. Gracias por permitirme ser parte de sus vidas y de sus historias.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Problema	12
1.2. Delimitación.....	12
1.3. Explicación del problema	13
1.4. Objetivos.....	13
1.4.1. Objetivo general	13
1.4.2. Objetivos específicos	14
1.5. Hipótesis	14
1.5.1. Hipótesis alternativa	14
1.5.2. Hipótesis nula	14
1.6. Fundamentación teórica.....	15
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL	16
2.1. El origen del caballo	16
2.2. Anatomía, fisiología e histología ósea.....	16
2.2.1. Estructura macroscópica ósea.....	16
2.2.2. Estructura microscópica ósea	16
2.2.3. Células óseas	17
2.3. Metabolismo de Calcio y Fósforo.....	18
2.3.1. Calcio.....	18
2.3.2. Fósforo.....	18
2.3.3. Vitamina D	19
2.4. Requerimientos nutricionales del equino.....	20
2.5. Paratohormona (PTH).....	20
2.6. El Hiperparatiroidismo	21
2.6.1. Tipos de hiperparatiroidismo.....	21
2.6.2. Hiperparatiroidismo secundario nutricional	22
2.7. Laboratorio.....	23
2.7.1. Quimioluminiscencia.....	23
2.7.2. Fosfatasa alcalina (ALP)	23
2.8. Kikuyo (Pennisetum clandestinum).....	24
2.9. Resumen del estado del arte del estudio del problema	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Diseño.....	25
3.2. Población y muestra	25
3.3. Estadística.....	25
3.4. Operalización de variables.....	25

3.5.	Consideraciones éticas.....	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1.	Recolección de datos	27
4.2.	Análisis de los datos	28
4.2.1.	Descripción del análisis	29
4.3.	Presentación de los datos	30
4.3.1.	Resultados de niveles de PTH en la sangre.....	30
4.3.2.	Resultados en niveles de Fosfatasa alcalina (ALP).....	32
4.3.3.	Resultados en niveles de Calcio	33
4.3.4.	Resultados en niveles de Fósforo	35
4.4.	Discusión	38
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1.	Conclusiones.....	40
5.2.	Recomendaciones	40
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	42
7.	APÉNDICE/ANEXOS.....	47

RESUMEN

El hiperparatiroidismo secundario nutricional es una enfermedad netamente metabólica causada por un mal equilibrio en la alimentación con un desbalance de Ca-P, la PTH se activa de sobremanera al existir este desequilibrio para lograr una homeostasis en la relación de Ca-P, tomando Calcio generalmente de huesos planos como los maxilares o nasales, este tejido óseo extraído es reemplazado con tejido fibroso, al cual se lo identifica fácilmente a simple vista ya que da la impresión de que el caballo tiene una cara hinchada y deformada, este proceso de metaplasia es llamado osteodistrofia fibrosa; el Calcio óseo es extraído para convertirlo en Calcio sérico. En cuanto al promedio en la edad del grupo estudiado tenemos un valor de 10,70 años, una población en una edad relativamente joven para el promedio de vida de los equinos, la edad con más repeticiones en el grupo estudiado es de 6 años, contando con cinco ejemplares, los niveles de PTH a nivel general se mantienen en una media de 35,54 pg/ml, este se halla en el rango seguro de <40pg/ml. Los promedios de Fosfatasa alcalina (ALP) se ubican también dentro del rango normal con una media de 281,81 U/l. En cuanto a los niveles de Calcio y Fósforo, los de Ca se hallan por debajo de las medidas de referencia de la especie con una media de 10,93 mg/dl y los de P con una media dentro del rango común de 3,47mg/dl. Se debe tomar en cuenta que ocho de las hembras estudiadas tuvieron su parto más reciente hace menos de 1 año, un factor que llega a influir en el aumento de niveles de PTH.

ABSTRACT

Secondary Nutritional Hyperparathyroidism is a metabolic disease caused by a poor diet with an imbalance of Ca-P, the PTH is activated when this imbalance exists to achieve a homeostasis in the Ca-P relationship, taking Calcium from flat bones such as the jaws or nasal, this extracted bone tissue is replaced with fibrous tissue, which is easily identified, it gives the impression that the horse has a swollen and deformed face, this process of metaplasia is called osteodystrophia fibrosa; bone calcium is extracted to become into serum calcium. As for the average age of the studied group we have a value of 10.70 years, a population at a relatively young age for the average life of horses, the age with more repetitions in the studied group is 6 years counting on five specimens, the levels of PTH at a general level are maintained at an average of 35.54 pg /ml, this is in the safe range of <40pg/ml. Alkaline phosphatase (ALP) averages are also within the normal range with an average of 281.81 U/l. As for the levels of Calcium and Phosphorus, those of Ca are below the reference measures of the species with an average of 10.93 mg/dl and those of P with an average within the common range of 3.47mg/dl. It should be considered that eight of the mares studied had their most recent birth within 1 year ago, a factor that influences the increase in PTH levels.

1. INTRODUCCIÓN

El hiperparatiroidismo secundario nutricional es una enfermedad causada por un desbalance electrolítico de Calcio y Fósforo en la dieta del caballo, para esta afección no se tienen grupos vulnerables distinguiéndolos de edad o sexo, con la única diferencia que pueden presentar síntomas más evidentes en animales jóvenes. Así también, ocasiona lesiones permanentes muy serias al animal que van desde cojeras cambiantes, deformaciones óseas o hasta esterilidad (Jaramillo, 2015), los equinos enfermos pueden volverse más propensos a fracturas y en casos extremos las lesiones llevan al animal a la muerte.

El signo patognomónico de la enfermedad es la osteodistrofia fibrosa, la cual es la modificación de la estructura ósea del animal, presentándose en los huesos planos comúnmente de la cara. Muchas veces se confunden a los síntomas del hiperparatiroidismo secundario nutricional con lesiones por traumatismos en el caballo y se los trata de una manera errónea, concluyendo con una progresión más acelerada de la condición.

En los caballos esta enfermedad inicia cuando los niveles de calcio sérico son más bajos de lo habitual y el organismo actúa liberando la hormona PTH de manera prolongada y causando una resorción ósea para compensar la falta de calcio sérico. En este caso se habla de que es de origen nutricional ya que es por una mala dieta que se pierde el equilibrio de Ca y P. En los equinos debe tener una proporción Ca-P mayor de 1.5:1 (Joyce, J.R. et. Al, 1971) para que el metabolismo funcione de manera óptima.

1.1. Problema

Una causa común del surgimiento de hiperparatiroidismo secundario nutricional es la presencia de toxinas como los oxalatos en la dieta del animal, estas toxinas pueden inhibir la absorción intestinal de Ca hasta en un 67% en concentraciones de 1%, según (Swartzman, J.A, et.al, 1978), se encuentran en hierbas como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), muy común en la zona, ya que suele ser el alimento principal de caballos en pastoreo. Una correcta administración de sales minerales con un buen equilibrio de Calcio-Fósforo es importante en la prevención de la enfermedad. Según (Joyce, J.R. et. Al, 1971), un caballo que presente una dieta con una proporción Ca-P de 1:3 ya se lo considera predispuesto a sufrir HSN.

Muchas veces el diagnóstico de la enfermedad se lo realiza una vez que la misma está en una fase muy avanzada y ha causado daños permanentes el animal y esto sin contar que el tratamiento además de largo puede llegar a ser muy costoso, es por lo que mediante este trabajo experimental se pretende analizar tanto a los equinos como a los factores predisponentes existentes en el predio para diagnosticar tempranamente o hasta prevenir la aparición de esta condición.

1.2. Delimitación

1.2.1. Delimitación temporal

El desarrollo de esta investigación se llevó acabo en un total de 400 horas que incluye el trabajo experimental y redacción final.

1.2.2. Delimitación espacial

La investigación tuvo lugar en la hacienda “La Querencia”, ubicada en la zona de Bolo, situada en el cantón Sigsig en la provincia del Azuay. Ubicada geográficamente en estas coordenadas 3,15148° S, 78,92909° W. (Google, 2022)

1.2.3. Delimitación académica

Con el presente trabajo experimental, se aportan nuevos conocimientos en el área de Clínica Mayor, precisamente en el área de Clínica Equina, aportando con información de una enfermedad raramente diagnosticada pero que está presente en el medio.

1.3. Explicación del problema

- Al existir un alto porcentaje de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la región, esta se vuelve un área con un factor predisponente para la aparición de HSN.
- Los propietarios de los equinos no realizan siempre buenos programas nutricionales para los mismos, descuidando sus requerimientos nutricionales básicos y haciéndolos propensos a padecer la enfermedad de osteodistrofia fibrosa.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Realizar una valoración de analitos (Ca P) y un análisis hormonal (PTH), de entorno y manejo para diagnosticar y reducir el riesgo de hiperparatiroidismo secundario nutricional en equinos del predio "La Querencia", en la zona de Bolo, Cantón Sigsig, provincia del Azuay, Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Valorar el estado metabólico (Ca y P) de los equinos mediante exámenes de química sanguínea y diagnosticar tempranamente una Hiperparatiroidismo secundario nutricional.
- Corroborar el diagnóstico de un aparente Hiperparatiroidismo secundario nutricional mediante la aplicación de exámenes de PTH (quimioluminiscencia) y fosfatasa alcalina (química sanguínea).
- Realizar análisis bromatológicos y de forraje en busca de posibles factores predisponentes del entorno para la aparición de Hiperparatiroidismo secundario nutricional.
- Evaluar el manejo nutricional con análisis bromatológico del alimento administrado (pasto) para prevenir la aparición del hiperparatiroidismo secundario nutricional.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis alternativa

H1: Existe una prevalencia o riesgo de padecimiento de hiperparatiroidismo secundario nutricional equina en los ejemplares de la Hacienda “La Querencia” en la zona de Bolo, cantón Sigsig.

1.5.2. Hipótesis nula

H0: No existe una prevalencia ni un riesgo de padecimiento de hiperparatiroidismo secundario nutricional equina en los ejemplares de la Hacienda “La Querencia” en la zona de Bolo, cantón Sigsig.

1.6. Fundamentación teórica

La manera en la que el trabajo experimental será de utilidad en el problema será afirmando o negando un posible riesgo de aparición de hiperparatiroidismo secundario nutricional (HSN) en la región estudiada, además de que no existen estudios locales que traten este tema o hayan hablado de él, por lo que sería de importancia para ser parte de bases y referencias de futuras investigaciones que puedan realizarse acerca de la enfermedad.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

2.1. El origen del caballo

El caballo es un animal mamífero perisodáctilo que ha convivido con el humano desde la prehistoria y ha cambiado mucho desde su origen. El caballo que conocemos en la actualidad (*Equus ferus caballus*) desciende de un pequeño mamífero de cinco dedos llamado *Eohippus*, el cual vivió hace 60 millones de años en lo que ahora es América del Norte y medía de 20 a 40 cm de alzada. (Medina, 2017)

2.2. Anatomía, fisiología e histología ósea

Es importante recordar varios aspectos de la osteología para posteriormente entender cómo afecta la osteodistrofia fibrosa en el animal. Como explican (Furtado. C y Strauch. C, 2015)

2.2.1. Estructura macroscópica ósea

Como mencionan (Guyton y Hall, 2001 pp.1081-1095). Hay dos formas que podemos distinguir en el hueso, las cuales no poseen límites muy definidos, se distinguen el hueso compacto, el cual se distingue como una masa sólida sin espacios distinguibles a simple vista y; el hueso esponjoso, el cual se constituye de espículas ramificadas tridimensionalmente.

La diáfisis en los huesos largos se puede distinguir como un cilindro formado por hueso compacto, con una cavidad en medio para la médula ósea, mientras que la epífisis se conforma de hueso esponjoso cubierto por una película de hueso compacto.

2.2.2. Estructura microscópica ósea

Pueden existir tres formas diferentes en las laminillas de hueso compacto, según (Furtado. C y Strauch. C, 2015) el primero es que formen los sistemas de Havers cuando estén concéntricamente a un canal interno; los sistemas intersticiales, formado

por hueso laminar de tamaños y formas irregulares hallados entre los sistemas de Havers y; las laminillas circunferenciales, halladas en la parte externa del hueso cortical, bajo el periostio y bajo el endostio.

Las laminillas también se encuentran en el hueso esponjoso, pero no contienen sistemas de Havers ya que no se encuentran vasos sanguíneos, la nutrición celular se da por pequeños canalículos que conectan con las lagunas en el endostio a partir de difusión.

2.2.3. Células óseas

- Osteoprogenitoras: Se originan de células mesenquimales embrionales y estas tienen capacidad para diferenciarse en osteoblastos y condroblastos.
- Osteoblastos: Encargados de la osteogénesis en los huesos en desarrollo y en huesos maduros, estas células son capaces de convertirse en células planas halladas en la superficie ósea cuando la formación del hueso ha cesado.
- Osteocitos: Son menos activas que los osteoblastos en la osteogénesis y se encuentran en lagunas en el interior de sustancia calcificada intersticial.
- Osteoclastos: Son células grandes y multinucleadas derivadas de los monocitos, estas células participan en el proceso de osteólisis, para ello erosionan la matriz ósea acidificando el medio mediante una bomba de protones, también producen hidrolasas ácidas. (Guyton y Hall, 2001 pp. 1081-1095). Cuando se da una demanda metabólica alta de movilización de Calcio óseo, el proceso de resorción ósea no se da por la creación de osteoclastos nuevos sino por los que ya están creados y se mantienen en reposo y según (Fawcett, 1995 p.1044) estos actúan de manera indirecta, su acción es mediada por los osteoblastos ya que los osteoclastos poseen receptores de calcitonina.

2.3. Metabolismo de Calcio y Fósforo

Las hormonas principales en la regulación del metabolismo del calcio y del fósforo son la hormona paratiroidea (PTH), la calcitonina (CT) y los calciferoles. Otras hormonas pueden contribuir al mantenimiento de la homeostasis de calcio en ciertas condiciones, como serían los corticoesteroides adrenales, tiroxina, somatotropina, insulina, estrógenos, prolactina y glucagón. (Engelhardt, 2005 p. 681).

2.3.1. Calcio

El calcio naturalmente no se halla en forma metálica ya que sus iones son muy reactivos y tienen tendencia a combinarse con formas aniónicas, tanto inorgánicas, como los fosfatos, como también orgánicas como las proteínas.

En 1883, Sydney Ringer estableció que el calcio (Ca^{+2}) era un ion indispensable para que ocurriera la contracción del miocardio. Desde este primer hallazgo hasta la fecha, los conocimientos acerca de los mecanismos que regulan el Ca^{+2} intracelular, este descubrimiento puede ser contado como la primera demostración del papel fisiológico del calcio. (Lezcano N., 2015)

El Calcio cumple un papel vital en el crecimiento y desarrollo del animal, además este interviene en procesos vitales como el funcionamiento de músculos, excitabilidad neuromuscular, coagulación, secreción de hormonas, coagulación. Este se encuentra almacenado en 3 compartimentos principales: huesos, tejidos blandos y en el líquido extracelular, (Rosol, T.J., Capen C.C, 1997 pp. 619-702). *% en peso equino pilas*

2.3.2. Fósforo

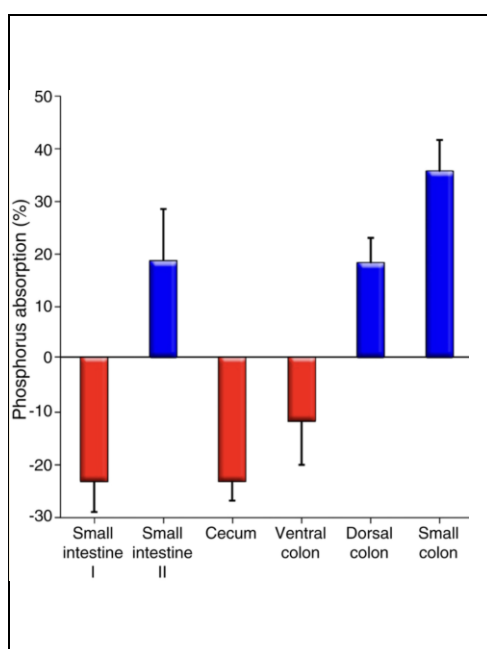
El fósforo o fosfato representa hasta el 1% del peso total del equino, se almacena un aproximado de 85% en la matriz ósea en forma de hidroxipatitas, 15% en la sangre y tejidos blandos y hasta un 0,1% en fluído extracelular. (Reed, S. M. Et. al, 2018 p.

1033). El fosfato es importante para la estructura ósea y dental, y en la célula forma parte de la membrana celular y de distintos componentes intracelulares.

El fosfato desempeña una importante función como un tapón intracelular. (Rodríguez, 1995 pp. 619-702; Cunningham y Klein, 2009 pp. 458-463)

La absorción de fósforo del caballo varía desde el 20% al 55% y tiene lugar en el intestino grueso y delgado como se explica a continuación.

FIGURA 1: *Porcentaje de absorción de fósforo en el intestino del caballo.*



FUENTE: Schryver H.F, et. al, 1972 pp. 143-147

2.3.3. Vitamina D

“La vitamina D se obtiene de la dieta o es sintetizada en la piel a partir del 7-dehidrocolesterol, el cual biológicamente es inerte. La misma se requiere en un gran número de especies para la adecuada absorción intestinal de calcio y para la movilización del hueso”. (Rodríguez, 1995 pp.719-738).

La Vitamina D está mediada por el VDR, el Receptor de la Vitamina D, el cual como explican (Brown. A.J, et. al, 1999 p. 277), está presente tanto en los órganos involucrados en la homeostasis de los minerales y la salud ósea, como el intestino, el riñón y la paratiroides; así como también en órganos que no tienen mayor relación con la regulación de minerales como los órganos genitales o la piel.

2.4. Requerimientos nutricionales del equino

Los requerimientos nutricionales en el equino, refiriéndonos principalmente al Calcio y Fósforo, van a depender de su edad y de la función para la que se lo emplee. Hablando de yeguas reproductoras, como mencionan (Furtado. C y Strauch. C, 2015), sus requerimientos se dividen en: 1) Los ocho primeros meses de preñez; 2) Los tres últimos meses de preñez; 3) Lactación.

Aunque, según como menciona (Robinson, 2012), las necesidades por parte de la yegua, en cuanto a Calcio y Fósforo aumentan en el séptimo mes de preñez. A pesar de que en los últimos tres meses se da de mayor manera el crecimiento fetal, la demanda nutricional no aumenta en comparación con la etapa de lactancia. (Pilliner, 1995 p. 202).

2.5. Paratohormona (PTH)

Esta hormona es regulada principalmente por el calcio, esta hormona puede disparar sus niveles durante una hipocalcemia. También se conoce que la 1,25-(OH)₂-D (Vitamina D) inhibe la secreción de PTH de manera directa, como explican (Furtado. C y Strauch. C, 2015), al causar un incremento en la concentración de calcio en las células paratiroides, además afecta a la maduración de las líneas celulares de osteoblastos y osteoclastos.

La principal función fisiológica de la PTH es la regulación de los niveles de calcio en el líquido extracelular y lograr así su homeostasis, actuando de manera directa en los riñones y los huesos y de manera indirecta en el intestino. En el hueso, la PTH estimula la resorción de calcio, enviándolo hacia la sangre y al líquido extracelular, mientras que en el riñón favorece la reabsorción de calcio y la expulsión de fosfatos.

La PTH actúa de manera directa en los osteoblastos ya que estas células son las que poseen receptores para la hormona; los osteoblastos, mediante la acción de la PTH estimula a los osteoclastos adyacentes estimulando sus receptores de calcitonina, entonces se puede decir que la PTH actúa de manera indirecta en los osteoclastos, las células encargadas de la resorción ósea. (Guyton y Hall, 2001 pp. 1081-1095).

2.6. El Hiperparatiroidismo

2.6.1. Tipos de hiperparatiroidismo

Existen tres diferentes tipos de hiperparatiroidismo descritos en equinos, los cuales son:

- Hiperparatiroidismo primario: Cuando se da la existencia de una secreción excesiva y autónoma por parte de la glándula paratiroidea, esto es ocasionado en la mayoría de los casos por hiperplasias o adenomas en la glándula, en estos casos la paratiroides no responde ante el feedback negativo ocasionado por el calcio y se desencadena el hiperparatiroidismo, esta afección es muy poco común en equinos. (Little et. Al, 2000 pp. 297-302)
- Pseudohiperparatiroidismo: Fue descrito por (Toribio, 2010) como “*hipercalcemia de malignidad*”, una condición paraneoplásica la cual es resultado de la secreción de sustancias similares a la PTH originadas en tumores de glándulas que no son paratiroides, ha sido diagnosticado en

equinos y es asociada con varias afecciones como carcinoma de células escamosas, carcinoma adrenocortical, linfoma, ameloblastoma y mieloma múltiple. Estos tumores secretan PTHrP, que interactúa con los receptores de la PTH en los osteoblastos.

- Hiperparatiroidismo secundario: Se da por desequilibrios en los mecanismos de homeostasis de Calcio-Fósforo; en consecuencia a una hiperfosfatemia o hipervitaminosis D se desencadena una secreción excesiva de PTH, lo puede causar una falla renal crónica (hiperparatiroidismo secundario renal), muy poco común y estudiado en caballos; o por desequilibrios en la dieta del animal (hiperparatiroidismo secundario nutricional). (Little et. Al, 2000 pp. 297-302; Toribio, 2010)

2.6.2. Hiperparatiroidismo secundario nutricional

Esta enfermedad se da por una hiperactividad de la hormona PTH a causa de una baja absorción de calcio a nivel intestinal, la cual puede ser resultado de una dieta baja en calcio, alta en fósforo o con un alto contenido de oxalatos, también es llamada osteodistrofia fibrosa. (Reed, S. M. Et. al, 2018 p. 1045). La dieta ideal diaria para un caballo debe mantener una relación Ca-P mayor a 1,5:1 y si esta posee una relación de menos de 1:3 el animal está altamente propenso a padecer un hiperparatiroidismo secundario nutricional. (Joyce, J.R. et. al, 1971 pp. 2033-2042).

Los signos clínicos principales de esta enfermedad como la deformación de los huesos faciales o las cojeras cambiantes suelen ser mucho más evidentes en animales jóvenes que en animales viejos. Antes se asociaba esta enfermedad con el consumo excesivo de granos, pero actualmente está más relacionada con el consumo de oxalatos, hallados en hierbas muy palatables para el caballo, tales como el kikuyo,

(Raham, M.M., Kawamura, O, 2011 pp. 439-448). Según (Swartzman, J.A, et.al, 1978 pp. 1621-1623) una dieta con un contenido de un 1% de oxalatos inhibe un aproximado de 67% de absorción de calcio en el caballo. La prueba denominada *gold standard* para la detección de hiperparatiroidismo secundario nutricional es la medición de la excreción fraccional de fósforo en la orina, según (Jaramillo, 2015).

2.7. Laboratorio

2.7.1. Quimioluminiscencia

La quimioluminiscencia se basa en la interacción Antígeno-Anticuerpo, que dependiendo del tipo de ensayo (sándwich o competitivo), este emitiría una señal de luz inversa o directamente proporcional a la concentración de la molécula deseada en presencia de reactivos.

La emisión de luz es causada por los productos de una reacción química específica que se lleva a cabo en una fase sólida en la que se usan partículas magnéticas, además de la participación de diferentes sustancias como el éster de acridina, luminol o AMPPD (3-(2'-spiroadamantyl)-4-methoxy-4-(3"-phosphoryloxy)-phenyl-1,2 dioxetane); según el sistema utilizado. (Martinez y Moreno, 2018)

2.7.2. Fosfatasa alcalina (ALP)

Las principales fuentes de esta enzima son el hígado y el hueso y según (Kraft y Dürr, 2000 p. 368) sus valores de referencia en equinos mayores de 4 años son hasta 450UI/L. Los niveles de Fosfatasa Alcalina a menudo están aumentados cuando la resorción ósea se ve aumentada en el organismo, como en el caso del hiperparatiroidismo secundario nutricional (Stashak, 1994 p. 1248).

Por lo tanto, los niveles séricos de esta enzima funcionan como un índice, no del grado de hiperparatiroidismo sino netamente del grado de una enfermedad ósea en general.

Krook y Lowe en 1964, en su experimento, “los valores de ALP de muestras de sangre de los equinos afectados, estaban inversamente relacionados con la concentración sérica de calcio, con cada disminución en éste, ocurría un aumento de la enzima en sangre, y visceversa”. (Krook y Lowe, 1964).

2.8. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

El kikuyo es uno de los pastos predominantes en la zona del Azuay, tiene un buen valor nutritivo para los animales de pastoreo, que poseen una alta cantidad de unas toxinas llamadas oxalatos, el kikuyo las posee en una concentración de aproximadamente un 0,5% en Materia Seca (MS) y con una proporción de Ca:oxalato de 0,5 según (Reed, S. M. Et. al, 2018).

Los oxalatos se adhieren al calcio formando componentes como el oxalato de calcio, el cual no se puede disolver y asimilar gracias al pH alcalino hallado en el intestino del equino (Jaramillo, 2015).

2.9. Resumen del estado del arte del estudio del problema

Según lo que menciona (Reed, S. M. Et. al, 2018 p. 1045) que los caballos con desbalances de Ca y P son sumamente propensos a generar esta enfermedad con todos los síntomas y lesiones ocasionados por ella, por lo que en este estudio se centra en evaluar los niveles de Ca y P de los equinos, a la par de la PTH y de ALP para un diagnóstico temprano de hiperparatiroidismo secundario nutricional.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño

La metodología de esta investigación fue la experimental deductiva. Es experimental ya que se analizan antecedentes y hechos tomados en condiciones específicas; deductiva ya que se tomaron como referencia a datos específicos para concluir de manera concreta con la hipótesis planteada previamente.

3.2. Población y muestra

Se estableció una población finita de aproximadamente los 30 ejemplares equinos adultos (mayores de 4 años), aparentemente sanos que existen en el predio “La Querencia”, ubicado en la zona de Bolo, Cantón Sigsig, Azuay; sin distinción de raza entre estos, ya que para el estudio a realizar no es un factor relevante.

3.3. Estadística

Para el diseño estadístico se tomó la estadística descriptiva grafical, en el que se usaron gráficos de barras, circulares e histogramas para mostrar los resultados de los datos de manera concreta y comparativa entre los animales estudiados.

3.4. Operalización de variables

Tabla 1 Variables independientes: animales

Concepto	Categoría	Indicadores	Variables
Muestras de sangre en equinos aparentemente saludables.	Biológico	Número de equinos a evaluar. Cantidad de sangre.	Número Mililitros (ml)

Tabla 2 Variables dependientes

Concepto	Categorías	Indicadores	Variables
Química sanguínea que informa concentraciones sanguíneas de varias sustancias para conocer el estado de las condiciones corporales.	Química	Calcio (Ca) Fósforo (P) Fosfatasa alcalina (ALP)	mg/dl mg/dl U/l
Examen de perfil hormonal para conocer el estado de la glándula paratiroidea en busca de una actividad anormal de la glándula.	Química	Hormona Paratiroidea (PTH)	pg/ml
Examen bromatológico de pasto.	Química	Kikuyo: <ul style="list-style-type: none"> • Calcio (Ca) • Fósforo (P) 	Porcentual de MS Porcentual de MS

3.5. Consideraciones éticas

Para llevar a cabo los procedimientos para la toma de muestras fue inevitable causar stress en el animal, aunque al tomar las muestras se llevaron a cabo protocolos para minimizar el dolor en el equino y hacerlo de una manera rápida y efectiva, además de evitar incidentes y poner en peligro la seguridad tanto del caballo como la del recolector.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Recolección de datos

Para la recolección de muestras se formaron tres grupos de diez ejemplares equinos cada uno. Cada día de recolección se obtuvo sangre de un grupo distinto, de cada animal se extrajeron dos muestras de sangre en tubos de tapa roja (sin anticoagulante) con el siguiente protocolo:

- 1) Sujeción del animal con una jáquima para evitar el riesgo de accidentes tanto para el operario como para el caballo.
- 2) Limpieza local de la zona del surco yugular del animal en el área del primer tercio del cuello con un algodón humedecido con alcohol.
- 3) Se realizó una punción en la zona desinfectada con una aguja *Vacutainer* 20Gx1” hacia la vena yugular y las muestras se recolectaron en 2 tubos de tapa roja sin anticoagulante de 10ml.
- 4) Se procedió con la rotulación respectiva de cada muestra, ingresando el nombre del equino, el código y la fecha de recolección.
- 5) Las muestras fueron transportadas en un *cooler* con gel refrigerante para evitar su deterioro.
- 6) Las muestras duplicadas de cada caballo se llevaron al laboratorio *BIOMICROVET* para realizar las pruebas de niveles de PTH sérico por la técnica de quimioluminiscencia.
- 7) Una muestra de cada ejemplar fue llevada al laboratorio de la Clínica Veterinaria *POLIVET*.
- 8) Se realizó la extracción de suero de las muestras centrifugando 5 minutos a 3400 RPM.

9) Los resultados de niveles séricos de ALP, Ca y P se obtuvieron utilizando el equipo semiautomático MRC SACA-11904CV específico para veterinaria.

4.2. Análisis de los datos

Los resultados obtenidos de los pruebas de química sanguínea y quimioluminiscencia se ingresaron en una tabla con los datos de cada animal para su evaluación completa de todos los parametros variables. Se realizó un calculo de la media, moda y mediana de los parámetros estudiados.

Tabla 3: Datos de la edad, sexo y de niveles PTH, ALP, Ca y P de los equinos estudiados

CODIGO	NOMBRE	SEXO	EDAD	PTH pg/ml	ALP U/L	CALCIO mg/dl	FOSFORO mg/dl	RELACIÓN Ca:P
VALORES REFERENCIALES				<40 pg/ml	<450 U/L	11,1-13,0 mg/dl	2,0-4,8 mg/dl	>3,0
1	CHANEL	H	13	15,80	117,18	10,88	4,58	2,38
2	BLONDIE	H	10	16,28	292,96	11,10	4,79	2,32
3	PANDORA	H	6	22,20	263,62	12,02	3,63	3,31
4	ALMIBAR	H	12	17,06	234,37	10,73	3,86	2,78
5	CINDERELLA	H	4	38,57	205,03	11,30	2,74	4,12
6	ACHALAY*	H	9	101,30	234,37	9,88	2,81	3,52
7	COMPAÑERA*	H	6	45,10	146,37	9,91	2,70	3,67
8	ANTOJO*	H	21	115,33	175,78	8,72	2,23	3,91
9	RUFIAN	M	28	21,94	234,37	7,51	3,46	2,17
10	BENDITA*	H	11	100,95	351,56	11,13	3,23	3,45
11	GUAYUSA	H	5	16,80	380,81	11,66	4,07	2,86
12	KRIPTONITA	H	5	19,52	351,56	11,21	3,37	3,33
13	GUAPA*	H	11	50,63	410,16	11,88	5,16	2,30
14	PEPTO	M	20	19,19	351,56	11,66	2,81	4,15
15	DALIA	H	15	14,80	263,63	10,98	3,33	3,30
16	NAVAJO	M	14	32,39	322,22	11,79	3,07	3,84
17	DOC	M	9	23,37	351,56	11,23	3,49	3,22
18	RAYO	M	25	19,20	292,97	9,10	2,67	3,41
19	DOLLY	H	6	23,10	292,97	11,43	2,63	4,35
20	HECHICERA	H	6	15,90	252,00	12,17	4,19	2,90
21	PRIETA	H	6	23,60	380,81	11,52	2,67	4,31
22	MEZCAL	M	4	36,80	351,56	10,62	2,28	4,66
23	AÑANAY	H	8	24,80	322,22	10,89	3,35	3,25
24	LUCKY	M	8	14,60	322,22	11,54	2,98	3,87
25	SANTA*	H	8	65,70	292,97	12,97	7,67	1,69
26	CANDELARIA	H	10	16,05	146,44	12,10	3,28	3,69
27	NUCITA*	H	12	52,40	322,22	11,42	2,44	4,68
28	VERTIGO	M	9	18,84	263,63	11,21	3,09	3,63
29	VENTISCA*	H	11	49,68	263,63	9,97	3,53	2,82
30	RUDY	H	9	37,33	263,63	9,31	4,07	2,29
ESTADÍSTICA	MEDIA		10,70	35,64	281,81	10,93	3,47	3,34
	MODA		6,00	-	351,56	11,66	2,81	-
	MEDIANA		9,00	23,24	292,97	11,21	3,31	3,37
	% ANORMAL		-	26,67%	0,00%	40%	6,67%	33,30%

*Parto más reciente hace 1 año. Relación Ca:P

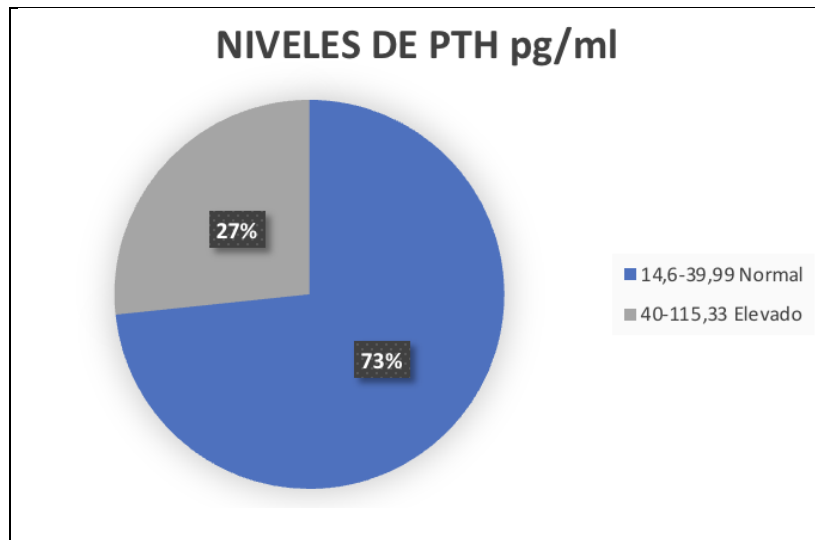
4.2.1. Descripción del análisis

En cuanto a la media en la edad poblacional tenemos un valor de 10,70 años tenemos una población en una edad relativamente joven para el promedio de vida de los equinos, la edad con más repeticiones en el grupo estudiado es de 6 años, contando con 5 ejemplares, los niveles de PTH a nivel general se mantienen en una medida de 35,64 pg/ml, este se halla en el rango seguro de <40pg/ml. Los promedios de ALP se ubican también dentro del rango normal con una media de 281,81 U/l. En cuanto a los niveles de Calcio y Fósforo, los de Ca se hallan por debajo de las medidas de referencia de la especie con una media de 10,93 mg/dl y los de P con una media dentro del rango común de 3,47mg/dl. Se debe tomar en cuenta que ocho de las hembras estudiadas tuvieron su parto más reciente hace 1 año, un factor que llega a influir en el aumento de niveles de PTH. En cuanto a la relación de Ca:P sérica, el promedio se mantiene por encima del standard de 3:1.

4.3. Presentación de los datos

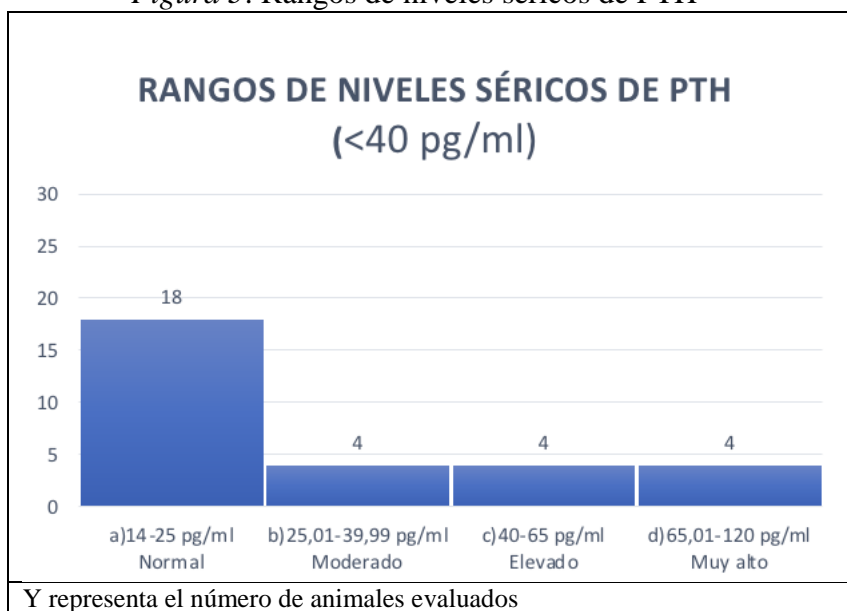
4.3.1. Resultados de niveles de PTH en la sangre.

Figura 2: Porcentaje de niveles de PTH en pg/dl dentro de rangos normales



La figura 2 demuestra que el 26,67% (27%) de los animales estudiados presentaron niveles séricos de la hormona paratiroidea más elevados del rango normal. No así el 73,3 % (73%) que se halla dentro de los valores normales.

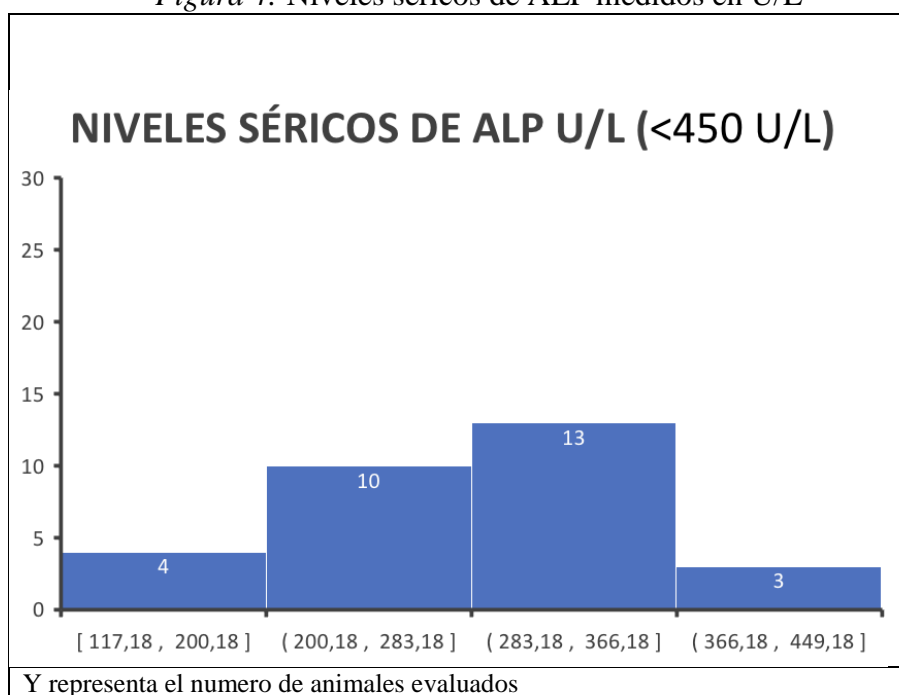
Figura 3: Rangos de niveles séricos de PTH



La Figura 3, describe los niveles de PTH categorizados con niveles. Se observa que el grupo más numeroso es el grupo a, con 18 animales, el grupo b, con animales en valores moderados pero dentro del rango, los animales afectados de HSN se ubican en los rangos c y d (elevado y muy alto). Las yeguas que parieron hasta hace un año atrás son las que se encuentran con los niveles alterados de PTH, esto debido al inmenso gasto metabólico de Calcio que el proceso de preñez y lactancia requiere.

4.3.2. Resultados en niveles de Fosfatasa alcalina (ALP)

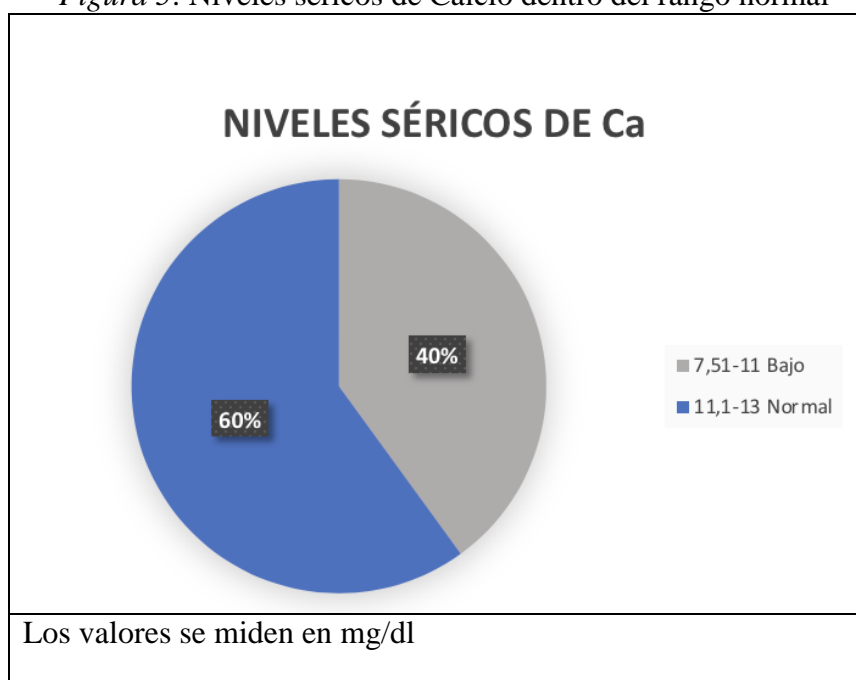
Figura 4: Niveles séricos de ALP medidos en U/L



En la Figura 4, se explica que los niveles de ALP de todos los equinos estudiados están dentro del rango normal, tomando en cuenta el valor referencial de <450 U/L (Kraft y Dürr, 2000 p. 368), esto indica que por el momento no existe un grado detectable de enfermedad ósea en ninguno de los caballos. En cuanto a la agrupación de los datos, aproximadamente un 43,3% (13 animales) poseen un valor de 283,18 a 366,18 U/L, aunque se encuentran dentro de los límites, todos están dentro del rango referencial en un nivel moderado.

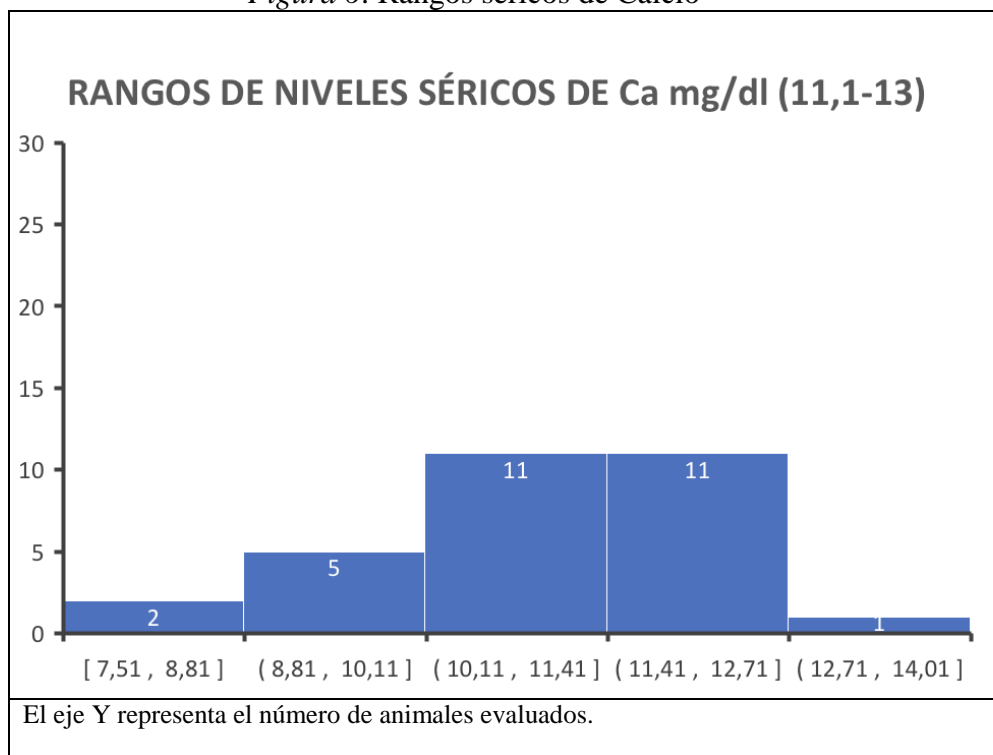
4.3.3. Resultados en niveles de Calcio

Figura 5: Niveles séricos de Calcio dentro del rango normal



En la Figura 5, un 40% de los caballos presentan hipocalcemia, esto se debe a la calidad del alimento (pasto) ingerido por los animales, principalmente compuesto de kikuyo, el cual según (Reed, S.M. et. al, 2018 p. 1033) tiene un contenido de oxalato superior al 0,5% en materia seca; sumado a la falta de suplementación nutricional con sales minerales y a los requisitos aumentados de las yeguas en etapa de gestación y lactancia, los valores del calcio coinciden para la aparición del hiperparatiroidismo secundario nutricional, ya que se sabe que estos pueden estar reducidos o normales durante la enfermedad.

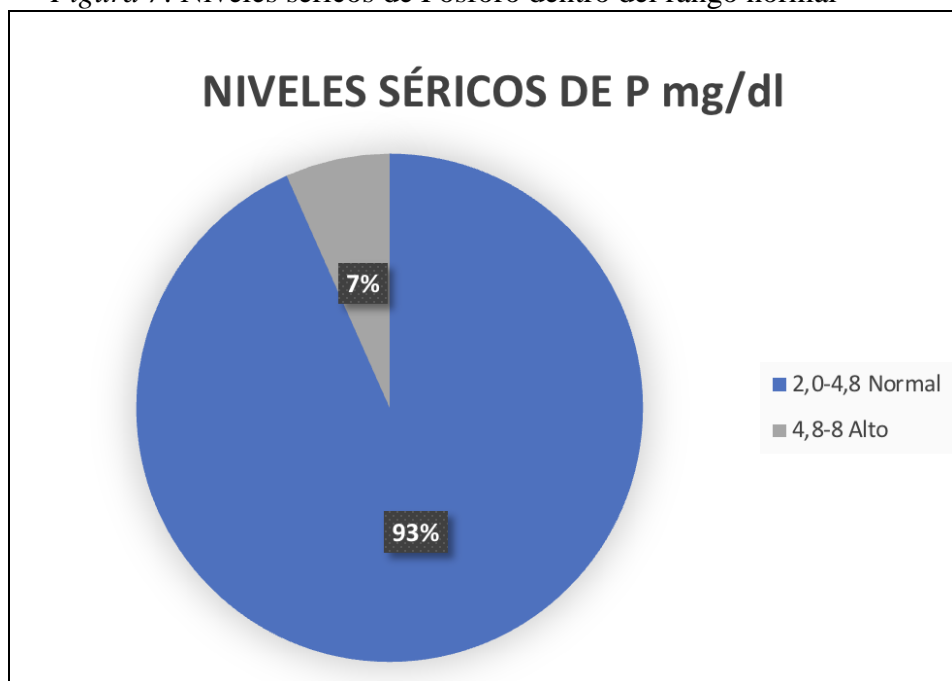
Figura 6: Rangos séricos de Calcio



En la agrupación de los valores en la Figura 6, un 36,6% (11 animales) tienen un nivel sérico de Calcio que va desde valores ligeramente reducidos hasta los que entran en el promedio (10,11 a 11,41), otro porcentaje significativo de 36,6% (11 animales) en un rango ideal de (11,41 a 12,71), un 16,6% (5 animales) del grupo estudiado presenta una hipocalcemia más pronunciada con concentraciones más bajas.

4.3.4. Resultados en niveles de Fósforo

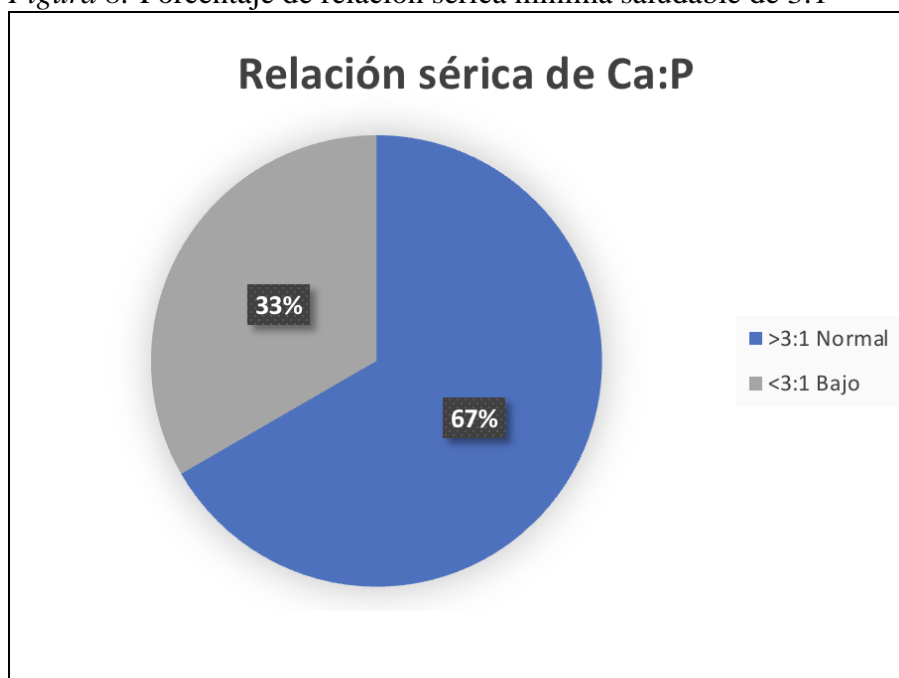
Figura 7: Niveles séricos de Fósforo dentro del rango normal



En la Figura 7, un 6,7% (7%) de los animales estudiados presentaron una hiperfosfatemia, algo que es esperable en caballos con sospecha de HSN, (Ronen, N. et. al, 1992 pp. 134-136), los 2 animales que presentaron un alto nivel sérico de P tienen valores elevados de PTH lo que podría significar un futuro avance en el desarrollo de la enfermedad en dichas yeguas, gracias al ya más notado desequilibrio nutricional de Ca-P (Walton, R. M. et. al, 2021 p. 155). El porcentaje restante de equinos (93%), portadores o no de la enfermedad, no presentaron niveles extraordinarios de Fósforo sérico.

4.3.5. Resultados de relación Ca:P sérico

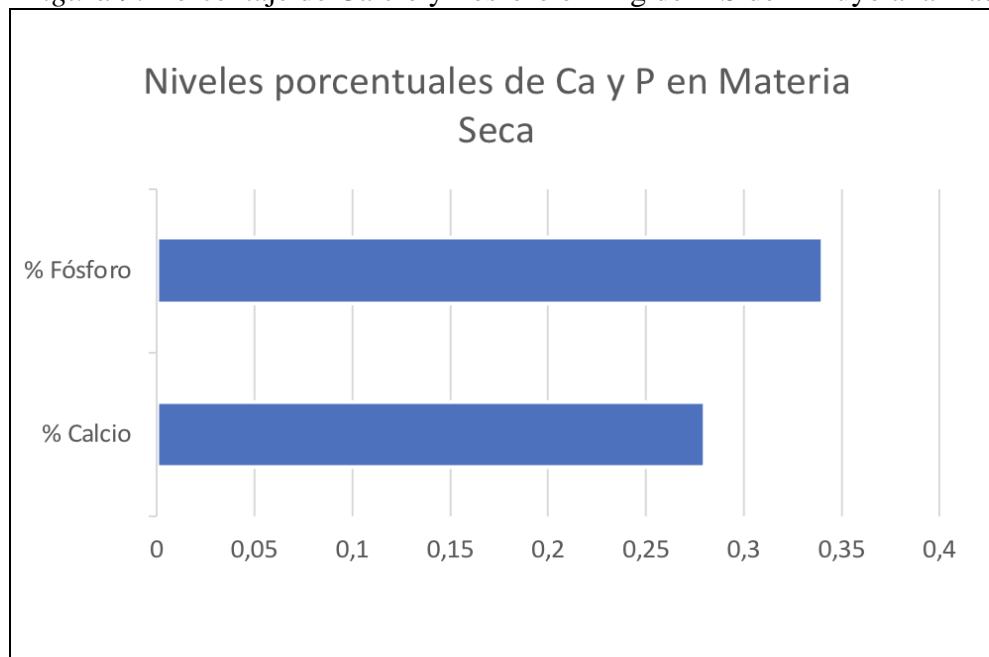
Figura 8: Porcentaje de relación sérica mínima saludable de 3:1



En la Figura 8, un 67% de los equinos estudiados presentan una relación sérica de Ca:P normal de >3:1, lo que indica que su homeostasis cálcica está regulada, 5 de las 8 yeguas con principios de HSN, se encuentran en este equilibrio, esto se debe a una excreción alta de P por la orina y a la regulación de Ca por la acción de la PTH.

4.3.6. Resultados de niveles de Calcio y Fósforo del alimento *kikuyo*
(*Pennisetum clandestinum*)

Figura 9: Porcentaje de Calcio y Fósforo en 1kg de MS del kikuyo analizado.



En la Figura 9, los resultados observados se obtuvieron del análisis bromatológico de 1 kg de MS de pasto del predio “La Querencia”, compuesto casi en su totalidad de kikuyo, se observa que su composición está en un rango bajo de Calcio de 0,28% y un rango más elevado de P de 0,34%. Esta proporción (0,82) no es adecuada, ya que se debería tener de mínimo 1,5:1 Ca-P, pero tampoco es un índice tan alto como el indicado de 1:3 por (Joyce, J.R. et. al, 1971 pp. 2033-2042).

Figura 10: Nutrientes obtenidos de la muestra de Correa, 2008 en Antioquía, Colombia

	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na
	% de la MS							ppm		
Promedio	0.46	0.32	0.30	3.69	0.20	193	108	13.9	59.5	0.02
Máximo	0.58	0.42	0.36	5.12	0.35	554	357	29.0	117	0.04
Mínimo	0.28	0.21	0.22	1.68	0.08	63.0	49.0	7.00	30.00	0.01
D. E.	0.08	0.05	0.04	0.77	0.07	140	85.1	5.00	25.70	0.01
C. V., %	18.1	15.5	12.5	20.9	36.5	72.9	78.8	36.3	43.2	40.2
NRC 2001 ¹	0.32	0.62	0.18	1.00	0.20	12.3	14.0	11.0	43.0	0.22

Muestra de kikuyo obtenida en Antioquía, Colombia como referencia

FUENTE: (Correa, 2008)

Figura 10: Comparado con los resultados de la tabla citada observamos que el valor de Ca y P obtenidos en el estudio del kikuyo, son inferiores al promedio obtenido en la tabla de Correa.

4.4. Discusión

La prueba más confiable para la detección y diagnóstico de hiperparatiroidismo secundario nutricional es la excreción fraccional de fósforo en la orina, debido a su costo relativamente más bajo y en algunos casos de mayor disponibilidad que el examen de PTH sérica (Jaramillo, 2015); pero cómo menciona (Vasquez, 2018), la medición sérica de la hormona PTH puede diagnosticar la enfermedad en una fase muy temprana, esto se evidenció en esta investigación con los valores hallados de la ALP los cuales no dan un indicio de que exista una enfermedad ósea como la osteodistrofia fibrosa, a pesar de que el hiperparatiroidismo ya está presente en algunos ejemplares, lo que permite frenar el desarrollo de la enfermedad antes de que llegue a una etapa que cause daños irreversibles para el equino. Los valores de Ca están en su mayoría normales, aunque hay ejemplares con HSN con valores reducidos, así como es esperado según (Reed, S.M. et. al, 2018 p. 1045; Walton, R. M. et. al,

2021 p. 155). En cuanto a los niveles de P, (Ronen, N. et al, 1992 pp. 134-136) indica que se presenta una hiperfosfatemia en todo caso de HSN, pero corroborando con (Vasquez, 2018), los niveles séricos de P fueron en su gran mayoría dentro de los niveles normales.

El 26,67% de los animales estudiados presentaron altos niveles de PTH en la sangre, todos los equinos con estos valores alterados fueron hembras que tuvieron su último parto hace menos de un año, es de esperarse que el aumento de PTH de parte del organismo del equino en esta situación para lograr compensar la falta de Ca que no se obtiene de manera suficiente en la dieta, sumado a los requisitos extra que implican la preñez y la época de la lactancia (Furtado. C y Strauch. C, 2015) y la alta presencia de oxalatos en el componente dominante de la dieta, el kikuyo, privando aún más a los animales de la absorción de Calcio a nivel intestinal (Reed, S.M. et. al, 2018 p. 1045).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las mediciones tempranas de niveles séricos altos de PTH para su pronta detección fueron exitosas, se diagnosticó la enfermedad antes que empiece un proceso notable de resorción ósea que pueda causar daños irreversibles, esto está fundamentado en que los niveles de Fosfatasa alcalina (ALP), que se encuentran en un rango normal, además, clínicamente no se evidenciaron los síntomas patognomónicos de la enfermedad como las cojeras cambiantes o la osteodistrofia, al ser únicamente las yeguas con un parto reciente las que presentaron un nivel elevado de PTH.

Se concluye también que el alimento (pasto) que consumen los caballos de la hacienda “La Querencia” logra cubrir los requisitos metabólicos de los equinos, pero cuando entran en una etapa de mayor exigencia nutricional como en la gestación o lactancia, esta alimentación ya no es suficiente y lo compensan subiendo sus niveles de PTH, además se encontró que estas yeguas continúan descompensadas en periodos de hasta un año después del parto, indicando todavía un alto nivel sérico de PTH y siendo sumamente propensas a desarrollar los síntomas mencionados.

5.2. Recomendaciones

Es necesario mantener programas de análisis nutrimental de pastos para realizar enmiendas, en este caso de Calcio y Fósforo, para de esta manera obtener un mejor contenido de elementos disponibles para los animales.

Se recomienda suplementar la dieta de los equinos del predio con la aplicación constante de sales minerales, en especial a las yeguas que se encuentren en una etapa

avanzada de gestación o de lactancia ya que son las más propensas a sufrir la enfermedad.

Se recomienda seguir con las investigaciones en esta enfermedad metabólica en especial en su fase temprana para conocer más acerca de la misma, si es posible, en un grupo mucho más grande en el que se pueda contribuir con estadísticas más acertadas.

6. BIBLIOGRAFÍA

Brown A.J, Dusso A, Slatopolsky E. (1999) Vitamin D. *Am J Physiol.* p. 277

Correa C H J, Pabón R M L y Carulla F J E (2008): *Valor nutricional del pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I - Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. Livestock Research for Rural Development. Volume 20, Article #59.* Retrieved November 5, 2021, from <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/corra20059.htm>

Cunningham, J.G., Klein, B.G. (2009) *El sistema endócrino.* En: Cunningham, J.G., Klein, B.G. *Fisiología Veterinaria.* 4a ed. Barcelona, Elsevier Saunders. p.458-463.

Engelhardt, W., Breves, G. (2005) *Fisiología Veterinaria.* Zaragoza, Acribia. 681p.

Fawcett, D.W. (1995). *Tratado de Histología.* 12a ed. Madrid. Interamericana-McGraw-Hill. 1044p.

Furtado, C., & Strauch, C. (2015). *CASO CLÍNICO DE OSTEODISTROFIA FIBROSA EN UN EQUINO HEMBRA.* Universidad de la República.

Google.com, 2022. <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Guyton, A.C, Hall, J.E (2001) *Hormona paratiroidea, calcitonina, metabolismo del calcio y del fosfato, vitamina D, huesos y dientes*. En: Guyton, A.C, Hall, J.E (2001) *Tratado de Fisiología Médica*. 10aed. Madrid. McGraw-Hill/Interamericana.1081-1095p.

Jaramillo C., Zapata J., Agudelo P., Sánchez L., García A., Aguilar L. (2015). *HIPERPARATIROIDISMO NUTRICIONAL DE ORIGEN SECUNDARIO EN 3 YEGUAS DE RAZA CRIOLLO COLOMBIANO EN ANTIOQUIA*. Journal of Agriculture and Animal Sciences. 4 (1).

Joyce J.R, Pierce K.R, Romane W.M, Baker J.M. (1971) *Clinical study of nutritional secondary hyperparathyroidism in horses*. J Am Vet Med Assoc. pp. 2033–2042.

Kraft, W., Dürr, U.M. (2000) *Diagnóstico clínico de laboratorio en veterinaria*. 3a ed. Madrid, Editores médicos. 368p.

Krook, L., Lowe, J.E. (1964) *Nutritional secondary Hyperparathyroidism in the horse*. International Journal of Veterinary Pathology 1:1.

Lawrence, L.M. (2012) *Actualización de los requerimientos nutricionales del caballo: pautas del NRC 2007*. En: Robinson, N.E., Sprayberry, K.A. *Terapéutica actual en medicina equina*. 6a ed. Buenos Aires, Inter-médica. p.69-76.

Lezcano N. (2015) *Nuevos moduladores involucrados en la fosforilación de proteínas que regulan la contractilidad miocárdica: proteínas EPAC*. CENTRO DE INVESTIGACIONES CARDIOVASCULARES.

Little, D., Redding, W.R., Spaulding, K.A., Dupree, S.H., Jones, S.L. (2000) *Unusual presentation of nutritional secondary hyperparathyroidism in a Paint colt*. Equine Veterinary Education 12(6): 297-302.

Loving, N.S. (2010) *Todos los sistemas del Caballo*. Barcelona, Hispana Europea. 620p.

Martínez L, Moreno C, (2018 Abril). *Evolución del laboratorio en la inmunología, EL HOSPITAL* <https://www.elhospital.com/temas/Evolucion-del-laboratorio-en-la-inmunologia+124938>

Méndez, M.C. (1998) *Osteodistrofia Fibrosa*. En: Riet Correa, F., Schild, A.L., Méndez, M. Doenças de ruminantes e equinos. Pelotas, Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur. p.542-545.

Medina, B. Z. (2017) *Determinación de niveles séricos de calcio y fósforo en Caballos Pura sangre de Carrera (Equus ferus) de 2 años de edad del Hipódromo de Monterrico – Surco*. Universidad Ricardo Palma

Pilliner, S. (1995) *Nutrición y Alimentación del caballo*. Zaragoza, Acribia. 202p.

- Rahman M.M, Kawamura O. (2011) *Oxalate Accumulation in Forage Plants: Some Agronomic, Climatic and Genetic Aspects*. Asian-Australas J Animal Sci. p. 439–448.
- Reed, S. M., In Bayly, W. M., & In Sellon, D. C. (2018). *Equine internal medicine*
- Robinson, N.E., Sprayberry, K.A. (2012) *Terapéutica actual en medicina equina*. 6a ed. Buenos Aires, Inter-médica. 2v.
- Rodríguez, M. (1995) *Hormonas reguladoras del calcio*. En: García Sacristan, A., Castejón Montijano, F., De la Cruz Palomino, L.F., González Gallego, J., Murillo López de Silanes, M.D., Salido Ruiz, G. *Fisiología Veterinaria*. Madrid, Interamericana Mc Graw-hill. p.719-738.
- Ronen N., Heerden J., and Vanamstel SR. (1992). *Clinical and biochemistry findings, and parathyroid hormone concentrations in three horses with secondary hyperparathyroidism*. J S Afr Vet Assoc. 63(3):134-6.
- Rosol T.J, Capen C.C. (1997). *Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism*. In: Kaneko J.J, Harvey J.W, Bruss M.L, eds. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. San Diego: Academic Press; p.619–702.
- Schryver H.F, Hintz H.F, Craig P.H, Hogue D.E, Lowe J.E. (1972) *Site of phosphorus absorption from the intestine of the horse*. J Nutr. 102:143–147.

Stashak, T. (1994) Adams: *Claudicación en el caballo*. 5a ed. Buenos Aires, Inter-Médica. 1248p.

Swartzman J.A, Hintz H.F, Schryver H.F. (1978) *Inhibition of calcium absorption in ponies fed diets containing oxalic acid*. Am J Vet Res. p. 1621–1623.

Toribio R.E. (2010). *Disordes of Calcium and phosphorus*. En: Reed SM, Bayly WM, Sellon DC editors. *Equine Inrernal Medicine*. ST Louis Saunders/ Elsevier. 1277 – 1291.

Vasquez, T. (2018). *DETERMINACIÓN DE LA EXCRECIÓN FRACCIONAL DE FOSFORO EN YEGUAS DE PURA RAZAS ESPAÑOLA UBICADA EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO*. (N.º 1). Universidad CES.

Walton, R. M., Cowell, R. L., & Valenciano, A. C. (2021). *Equine hematology, cytology, and clinical chemistry*. 155p.

7. APÉNDICE/ANEXOS

ANEXO 1: Extracción de muestras a yegua en el predio “La Querencia”.



ANEXO 2: Fotografía al momento de analizar las muestras en la máquina de química sanguínea en el laboratorio de la Clínica Veterinaria POLIVET.



ANEXO 3: Exámenes de PTH sérico del primer grupo estudiado.



**LABORATORIO VETERINARIO
MALDONADO Y ASOCIADOS BIOMICROVET CIA. LTDA.**

HORMONAL

Fecha: 29 de julio de 2022

Orden: 8103

Especie: Equina

Propietario:

A petición de: Sr. Sebastián Carrasco

Identificación	Paratohormona Referencia: 15,08 – 67,90 pg/ml
ACHALAY	101,3 pg/ml
ALMIBAR	17,06 pg/ml
ANTOJO	115,33 pg/ml
BENDITA	100,95 pg/ml
BLONDIE	16,28 pg/ml
CHANNEL	15,8 pg/ml
CINDIRELLA	38,57 pg/ml
COMPAÑERA	45,10 pg/ml
PANDORA	22,2 pg/ml
RUFIAN	21,94 pg/ml

Estos resultados son válidos solo para las muestras analizadas
Y deben ser evaluados en su contexto clínico por un médico veterinario.

Dr. Jaime Maldonado R.

Pag 1/1

ANEXO 4: Exámenes de PTH sérico del segundo grupo estudiado.



**LABORATORIO VETERINARIO
MALDONADO Y ASOCIADOS BIOMICROVET CIA. LTDA.**

HORMONAL

Fecha: 03 de agosto de 2022

Orden: 8110

Especie: Equina

Propietario:

A petición de: Sr. Sebastián Carrasco

Identificación	Paratohormona Referencia: 15,08 – 67,90 pg/ml
DALIA	14,8 pg/ml
DOC	23,37 pg/ml
DOLLY	23,1 pg/ml
GUAYUSA	16,8 pg/ml
GUAPA	50,63 pg/ml
HECHICERA	15,9 pg/ml
KRIPTONITA	19,52 pg/ml
NAVAJO	32,39 pg/ml
PEPTO	19,19 pg/ml
RAYO	19,2 pg/ml

Estos resultados son válidos solo para las muestras analizadas
Y deben ser evaluados en su contexto clínico por un médico veterinario.

Dr. Jaime Maldonado R.

Pag 1/1

ANEXO 5: Exámenes de PTH sérico del tercer grupo estudiado.



LABORATORIO VETERINARIO
MALDONADO Y ASOCIADOS BIOMICROVET CIA. LTDA.

HORMONAL

Fecha: 05 de agosto de 2022

Orden: 8112

Especie: Equina

Propietario:

A petición de: Sr. Sebastián Carrasco

Identificación	Paratohormona Referencia: 15,08 – 67,90 pg/ml
AÑAÑAY	24,80 pg/ml
CANDELARIA	16,05 pg/ml
LUCKY	14,6 pg/ml
MEZCAL	36,8 pg/ml
NUCITA	52,4 pg/ml
PRIETA	23,60 pg/ml
SANTA	65,70 pg/ml
RUDY	37,33 pg/ml
VENTISCA	49,68 pg/ml
VERTIGO	18,84 pg/ml

Estos resultados son válidos solo para las muestras analizadas
Y deben ser evaluados en su contexto clínico por un médico veterinario.

Dr. Jaime Maldonado R.

Pag 1/1

ANEXO 6: Examen bromatológico del pasto. FUENTE INIAP

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS*	E. E.*	PROTEÍNA*	FIBRA*	E. L. N.*	IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MÉTODO REF.	U.FLORIDA 1970	U.FLORIDA 1970	U.FLORIDA 1970	U.FLORIDA 1970	U.FLORIDA 1970	U.FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
RESULTADO	72,29	13,73	2,92	14,48	31,76	37,11	Pasto
ANÁLISIS		Ca*	P*				
MÉTODO		MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.04				
MÉTODO REF.		U.FLORIDA 1980	U.FLORIDA 1980				
UNIDAD		%	%				
RESULTADO		0,28	0,34				Pasto

Los ensayos marcados con * se reportan en base seca.

ANEXO 7: Tabla de Valores usada al momento de recolección de muestras

CODIGO	NOMBRE	SEXO	EDAD	PTH pg/ml	ALP U/L	CALCIO mg/dl	FOSFORO mg/dl	RELACIÓN Ca:P
VALORES REFERENCIALES				<40 pg/ml	<450 U/L	11,1-13,0 mg/dl	2,0-4,8 mg/dl	>3,0
1	CHANEL							
2	BLONDIE							
3	PANDORA							
4	ALMIBAR							
5	CINDERELLA							
6	ACHALAY*							
7	COMPAÑERA*							
8	ANTOJO*							
9	RUFIAN							
10	BENDITA*							
11	GUAYUSA							
12	KRIPTONITA							
13	GUAPA*							
14	PEPTO							
15	DALIA							
16	NAVAJO							
17	DOC							
18	RAYO							
19	DOLLY							
20	HECHICERA							
21	PRIETA							
22	MEZCAL							
23	AÑANAY							
24	LUCKY							
25	SANTA*							
26	CANDELARIA							
27	NUCITA*							
28	VERTIGO							
29	VENTISCA*							
30	RUDY							
ESTADÍSTICA	MEDIA							
	MODA							
	MEDIANA							
	% ANORMAL							