



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES DE RETICULOCITOS,
GRANULOCITOS (NEUTRÓFILOS SEGMENTADOS Y EN BANDA, EOSINÓFILOS Y
BASÓFILOS), MONOCITOS, LINFOCITOS, EN EQUINOS (*Equus caballus*)
APARENTEMENTE SANOS EN CONDICIONES DE ALTITUD

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Médica Veterinaria

AUTOR: DANIELA HERNÁNDEZ RUSSI

TUTOR: MVZ. JUAN LEONARDO MASACHE MASACHE

Cuenca - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniela Hernández Russi con documento de identificación N° 0151692308 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, 17 de marzo del 2022

Atentamente,



Daniela Hernández Russi

0151692308

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

Yo, Daniela Hernández Russi con documento de identificación N° 0151692308, 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 autora del Trabajo Experimental: “Determinación de valores referenciales de reticulocitos, granulocitos (neutrófilos segmentados y en banda, eosinófilos y basófilos), monocitos, linfocitos, en equinos (*Equus caballus*) aparentemente sanos en condiciones de altitud”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médica Veterinaria, 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, 17 de marzo del 2022

Atentamente,



Daniela Hernández Russi

0151692308

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: DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES DE RETICULOCITOS, GRANULOCITOS (NEUTRÓFILOS SEGMENTADOS Y EN BANDA, EOSINÓFILOS Y BASÓFILOS), MONOCITOS, LINFOCITOS, EN EQUINOS (*Equus caballus*) APARENTEMENTE SANOS EN CONDICIONES DE ALTITUD, realizado por Daniela Hernández Russi con documento de identificación N° 0151692308, 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, 17 de marzo del 2022

Atentamente,



MVZ. Juan Leonardo Masache Masache, Mgst.

1103109003

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mi madre por guiarme, darme valor y fuerzas para llegar a cumplir mis objetivos y sueños a pesar de todas las adversidades que enfrentamos en el camino, en segundo lugar a mi esposo, por acompañarme en cada etapa de este proceso, por la paciencia y la ayuda diaria, por creer siempre en mí, en mis capacidades y por no dejarme vencer, en tercer lugar a mi padre por su presencia y ayuda a pesar de la lejanía y por estar siempre orgulloso de mi, luego a mi familia y amigos por brindarme su apoyo incondicional en el transcurso de mi etapa universitaria; a mis profesores que son pilares de formación de grandes profesionales, y en especial al Dr. Juan Leonardo Masache por guiarme con todo su apoyo y paciencia durante todo mi proceso académico, en la realización de esta investigación, por ser un excelente docente pero sobre todo un gran amigo.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	18
1.1	Problema.....	19
1.2	Delimitación.	20
1.2.1	Temporal.....	20
1.2.2	Espacial.....	20
1.2.3	Académica	20
1.3	Explicación del problema	21
1.4	Objetivos.....	21
1.4.1	Objetivo general.....	21
1.4.2	Objetivos específicos	21
1.5	Hipótesis	21
1.5.1	Hipótesis alternativa.....	21
1.5.2	Hipótesis nula.....	22
1.6	Fundamentación teórica.....	22
2.	REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL	23
2.1	Antecedentes.....	23
2.2	Historia y origen de los equinos en América Latina	23
2.3	Domesticación	24
2.4	Información taxonómica.....	25

2.5 Características generales.....	25
2.6 Mecanismos adaptativos a la condición de vida en la altura.....	26
2.7 Exámenes diagnósticos en Equinos.....	27
2.8 Hematología.....	27
2.9 Hematopoyesis.....	28
2.10 Diferenciación celular.....	29
2.11 Composición de la sangre.....	29
2.11.1 Los eritrocitos o glóbulos rojos	30
2.11.2 Los leucocitos o glóbulos blancos	30
2.11.3 Neutrófilos	30
2.11.4 Basófilos	31
2.11.5 Eosinófilos	31
2.11.6 Linfocitos.....	31
2.11.7 Monocitos	32
2.12 Frotis sanguíneo.....	32
2.13 Recolección y manejo de muestras sanguíneas.....	33
2.14 Tinción “Azul de cresil brillante”	33
2.15 Tinción de Diff- Quick	35
2.16 Resumen del estado del arte del estudio del problema	35
3. MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1 Diseño Estadístico	37

3.2 Población y muestra.....	37
3.2.1 Selección y tamaño de la muestra.....	37
3.2.2 Toma de muestras	38
3.3 Operalización de las variables	39
3.3.1 Variables independientes: Muestras de sangre.....	39
3.3.2 Variables dependientes: Frotis Sanguíneo.....	40
3.4 Consideraciones éticas.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
4.1 Diagramas de cajas y bigotes para la serie leucocitaria en machos.....	42
4.2 Diagramas de cajas y bigotes para la serie leucocitaria en hembras	48
4.3 Recuento de neutrófilos segmentados	54
4.4 Recuento de neutrófilos en banda.....	55
4.5 Recuento de eosinófilos.....	56
4.6 Recuento de basófilos	58
4.7 Recuento de monocitos.....	59
4.8 Recuento de linfocitos	60
4.9 Recuento de reticulocitos.....	61
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1 Conclusiones.....	63
5.2 Recomendaciones	64
6. BIBLIOGRAFÍA.....	65

7.	ANEXOS.....	69
7.1	Datos de campo hematológicos serie blanca obtenidos en equinos	69
7.2	Datos de campo del conteo de reticulocitos obtenidos en equinos.....	75
7.3	Imágenes del trabajo experimental	80
7.4	Imágenes de la lectura de serie blanca	88
7.5	Imágenes de lectura de reticulocitos.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recuento de neutrófilos segmentados en equinos según sexo (porcentual)	54
Tabla 2. Comparación de valores calculados de neutrófilos segmentados con los valores de referencia.....	54
Tabla 3. Recuento de neutrófilos banda en equinos según sexo (porcentual).....	55
Tabla 4. Comparación de valores calculados de neutrófilos en banda con los valores de referencia.....	55
Tabla 5. Recuento de eosinófilos en equinos según sexo (porcentual).....	56
Tabla 6. Comparación de valores calculados de eosinófilos con los valores de referencia	56
Tabla 7. Recuento de basófilos en equinos según sexo (porcentual).....	58
Tabla 8. Comparación de valores calculados de basófilos con los valores de referencia	58
Tabla 9. Recuento de monocitos en equinos según sexo (porcentual).....	59
Tabla 10. Comparación de valores calculados de monocitos con los valores de referencia	59
Tabla 11. Recuento de linfocitos en equinos según sexo (porcentual)	60
Tabla 12. Comparación de valores calculados de linfocitos con los valores de referencia	60
Tabla 13. Recuento de reticulocitos agregados en equinos según sexo (porcentual)	61

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Cajas y bigotes para neutrófilos segmentados en equinos machos.	42
Diagrama 2. Cajas y bigotes para neutrófilos en banda en equinos machos.....	43
Diagrama 3. Cajas y bigotes para eosinófilos en equinos machos.....	44
Diagrama 4. Cajas y bigotes para basófilos en equinos machos.....	45
Diagrama 5. Cajas y bigotes para monocitos en equinos machos.....	46
Diagrama 6. Cajas y bigotes para linfocitos en equinos machos.	47
Diagrama 7. Cajas y bigotes para neutrófilos segmentados en equinos hembras.	48
Diagrama 8. Cajas y bigotes para neutrófilos en banda en equinos hembras	49
Diagrama 9. Cajas y bigotes para eosinófilos en equinos hembras.	50
Diagrama 10. Cajas y bigotes para basófilos en equinos hembras.....	51
Diagrama 11. Cajas y bigotes para monocitos en equinos hembras.	52
Diagrama 12. Cajas y bigotes para linfocitos en equinos hembras.....	53

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa del cantón Cuenca	20
---	----

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía del equino	25
--------------------------------------	----

RESUMEN

El presente trabajo experimental tuvo como objetivo determinar los valores referenciales de reticulocitos, granulocitos (neutrófilos segmentados y en banda, eosinófilos y basófilos), monocitos, linfocitos, en equinos (*Equus caballus*) aparentemente sanos en condiciones de altitud, en el Cantón Cuenca, en la provincia del Azuay. La investigación se realizó a partir de 200 muestras de sangre de equinos aparentemente sanos, de los cuales 100 fueron machos y 100 hembras, donde se realizó frotis sanguíneo con la tinción de azul cresil brillante para observar reticulocitos y con Diff Quick para la serie blanca. El diseño estadístico consistió en una estadística descriptiva comparativa, mediante la cual se utilizó: media, mediana, moda, rango, varianza (s^2), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV) y el diagrama de caja para eliminar valores atípicos. En las variables estudiadas los leucocitos, tuvieron una mínima variación con los valores de referencia, por ejemplo, en el caso de los neutrófilos en banda presentan los siguientes valores 5,50-26,00 por ciento, que comparados con los referenciales (0,00-2,00 por ciento), se ve una diferencia significativa al igual que basófilos y monocitos. Esto se puede deber a procesos de estrés, edad, función o actividad, alimentación, su estado inmunológico y la altitud; la variable sexo no es un determinante en la variación de los rangos debido a que no hay ningún cambio comparando machos con hembras. Los reticulocitos tuvieron valores de 0,00% tanto en hembras como en machos. Se infiere que la altitud del Cantón Cuenca genero variación en algunos valores de estudio.

ABSTRACT

The objective of this experimental work was to determine the reference values of reticulocytes, granulocytes (segmented and band neutrophils, eosinophils and basophils), monocytes, lymphocytes, in apparently healthy equines (*Equus caballus*) in altitude conditions, at the city of Cuenca, located in the province of Azuay. The research was carried out from 200 blood samples taken from apparently healthy horses, which consisted of 100 males and 100 females, of which blood smears were made with the brilliant methylene blue stain to observe reticulocytes and with Diff Quick for the white series. The reference values that exist in horses above sea level were determined. The statistical design consisted of a comparative descriptive statistic, which used the following: mean, median, mode, range, variance (s^2), standard deviation (s), coefficient of variation (CV) and the box plot to eliminate atypical values. In the variables that were studied, leukocytes had a minimal variation with the reference values, for example, in the case of band neutrophils they present the following values: 5.50-26.00 percent, which compared to the reference values (0, 00-2.00 percent), a significant difference is seen as are basophils and monocytes. This can be due to stress processes, age, function or activity, diet, immune system, and altitude; the sex variable is not a determinant in the variation of the ranges because there is no change comparing males with females. Reticulocytes had values of 0.00% in both females and males. It is assumed that the altitude of the region in Cuenca generated variations in some result values.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los equinos forman parte primordial de actividades del ser humano, hace muchos años solo se le utilizaba carga o como medio de transporte, actualmente el caballo cumple con otros fines más específicos que han generado que el caballo sea un animal de trabajo, entretenimiento y apoyo humano, como son los caballos de equitación, de terapia, de monta, de carreras, de paso y de exhibición.

Con el pasar de los años el caballo ha sido una especie con un alto índice de reproducción y mejora genética para que el individuo sea cada vez de mejores características, fenotípicas y genotípicas.

Las diferentes razas que existen en la actualidad y la variedad de condiciones en las que vive cada individuo puede llegar a afectar y presentar varios tipos de enfermedades.

Las enfermedades relacionadas con el sistema hematopoyético requieren un estudio laboratorial realizando un frotis de sangre periférica y otros métodos para un diagnóstico preciso y tratamiento de elección.

El estudio de los frotis de sangre periférica tiene como objetivo poder guiar al Médico Veterinario hacia el diagnóstico más preciso de varios síndromes y enfermedades, así como también poder establecer la gravedad, evolución, posibles complicaciones y recuperación de las mismas (Leonard, 2017).

Actualmente los estudios en medicina humana le han dado suma importancia al análisis de la sangre tomando en cuenta factores como la altitud, las diferentes presiones y otros parámetros esenciales, pero en Medicina Veterinaria estos factores no han sido tomados en cuenta sobre todo en especies mayores.

Al momento que se inhala aire a la altura del nivel del mar, la presión atmosférica presenta un valor de 760mmHg, éste varía dependiendo de ciertas condiciones, disminuye al incrementarse la altura, esto significa que es inversamente proporcional a la altitud, y la presión parcial de sus gases (oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, etc) disminuyen conjuntamente (F. Barranco, 2002).

Barranco (2002) afirma “Por encima de los 3000 m.s.n.m. los niveles de salud, productividad y supervivencia están en sus límites por la menor presión parcial de oxígeno” (p.64).

Los sistemas principales que se ven afectados o con mayor carga son el cardiorespiratorio y el sistema hematopoyético, por esta razón el estudio y conteo de las células sanguíneas es necesario para los diferentes diagnósticos y salud animal.

1.1 Problema

El Ecuador es un país que se encuentra ubicado en América del Sur, y alberga ciudades a alturas sobre los 2500 m.s.n.m, esto es un factor de importancia al momento de realizar los diferentes análisis sanguíneos en los animales que habitan estas zonas ya que los valores de referencia tomados para estos análisis de laboratorio son de otros países y con otras condiciones de altitud. Esto genera alteraciones en los resultados y sobre todo en la interpretación de estos valores, lo que puede desencadenar en un mal diagnóstico y tratamiento. Estos valores deben tener en cuenta altitud, clima, alimentación entre otros aspectos del animal, para ser más precisos.

1.2 Delimitación.

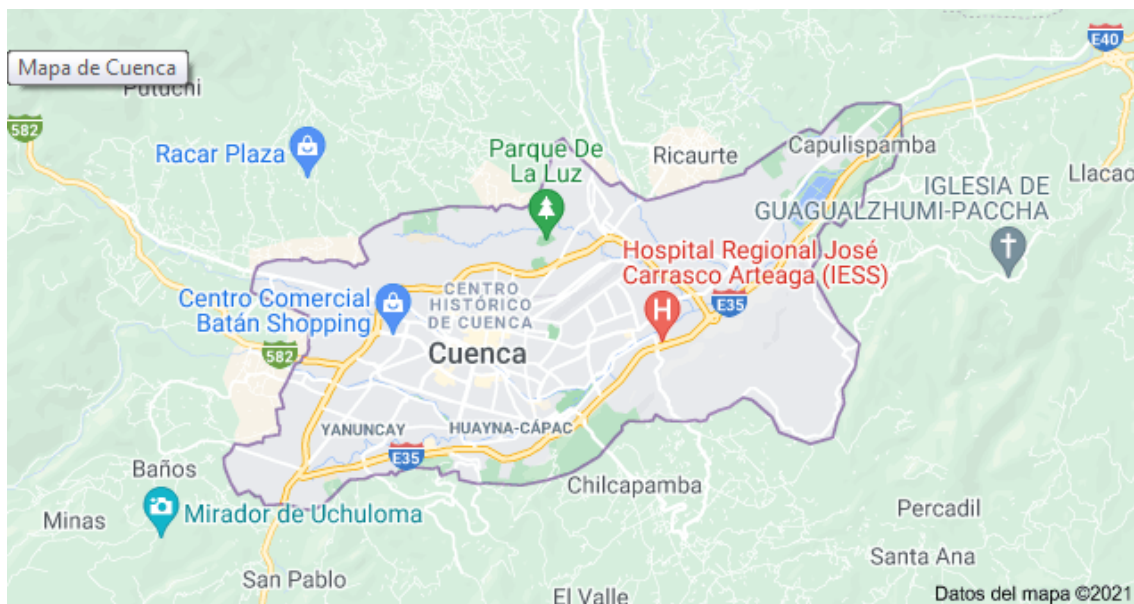
1.2.1 Temporal

La investigación tuvo una duración de 400 horas, distribuidas en el levantamiento de la información, toma de datos, análisis de las muestras, resultados y en la redacción del documento final.

1.2.2 Espacial

La presente investigación se realizó en equinos aparentemente sanos en el Cantón Cuenca, provincia del Azuay, que se encuentra sobre los 2500 m.s.n.m., con una temperatura que varía de 10-22°C, su latitud es de S 2°54'2" y su longitud de O 79°0.272'. (Geodatos, 2021).

Ilustración 1. Mapa del cantón Cuenca



Fuente: (Maps, 2021)

1.2.3 Académica

El presente proyecto de investigación fue realizado en el área de Laboratorio Clínico. La siguiente práctica es útil para desempeñar un buen diagnóstico clínico y en la terapéutica.

1.3 Explicación del problema

En el Ecuador el área de Equinos es poco desarrollada, al momento de realizar exámenes complementarios de sangre, se toman parámetros de otros países para la interpretación, lo que puede generar una inexactitud en el diagnóstico clínico del paciente. Con este trabajo experimental se pueden obtener valores reales de la zona donde viven los equinos y de esta forma mejorar diagnósticos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Establecer valores referenciales de reticulocitos, granulocitos (neutrófilos segmentados y en banda, eosinófilos y basófilos), monocitos, linfocitos, en equinos aparentemente sanos en condiciones de altitud, sobre los 2500 m.s.n.m en el cantón Cuenca

1.4.2 Objetivos específicos

Realizar un frotis sanguíneo en equinos (*Equus caballus*) aparentemente sanos en condiciones de altitud sobre los 2500 m.s.n.m.

Elaborar una tabla de valores referenciales de recuento de células sanguíneas obtenidos a una altitud sobre los 2500 m.s.n.m. en el cantón Cuenca.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis alternativa

Existen diferencias significativas de los valores referenciales de reticulocitos y leucocitos obtenidos en el laboratorio, con las medidas y rangos internacionales.

1.5.2 Hipótesis nula

No existen diferencias significativas de los valores referenciales de reticulocitos y leucocitos obtenidos en el laboratorio, con las medidas y rangos internacionales.

1.6 Fundamentación teórica

Al realizar los frotis sanguíneos se pueden evaluar y hacer un recuento de la serie blanca y los reticulocitos de cada equino de forma manual, obteniendo valores a nivel de altura y realizando parámetros propios; De esta forma tener valores con la realidad de la zona, mejorar diagnósticos y terapéutica.

La finalidad del trabajo experimental es ser un apoyo para diagnóstico clínico contribuyendo al Médico Veterinario que se dedica a esta área poco explorada en el país.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

2.1 Antecedentes

La especie equina ha sufrido un gran proceso de evolución y domesticación que comenzó hace más de 58.000.000 años aproximadamente, hasta llegar al caballo que conocemos hoy en día. “El hombre descubrió en ellos una fuente de alimento y empezó a cazarlos 25.000 años atrás, pero cuando la especie humana dejó de ser nómada, apareció la domesticación haciendo de los equinos probablemente en uno de los últimos animales de granja en ser domados hace tan solo 5.000 años, después de los bovinos, ovinos, caprinos, al asno y del camello” (Olivo, 2019, p.1).

La evolución del caballo ha sido un avance enorme para la sociedad puesto que el caballo ha sido útil en el área de trabajo en el campo, y ha llevado al desarrollo de las diferentes civilizaciones.

2.2 Historia y origen de los equinos en América Latina

La historia y origen de los equinos no está muy bien detallada, sin embargo, existen ciertos datos de interés para su estudio. “Según investigaciones paleontológicas y conforme al árbol genealógico de los équidos, su aparición se remonta a unos 67 millones de años cuando poblaban las planicies del norte del continente americano, se dice que estos cruzaron desde Alaska a través del estrecho de Bering hasta la Siberia, y a partir de este momento se desarrollaron en Asia y en Europa” (Saenz, 2008, pp.4-5).

El antepasado del cual proviene el género *Equus* más antiguo que se conoce data de hace más de 50 millones de años, en el Eoceno. Es conocido como *Eohippus*, que significa “caballo del amanecer”, (también llamado *Hyracotherium*) cuyos restos

fueron encontrados en América del norte y del cual se supone que provienen todos los équidos posteriores, incluido el género *Equus*, al cual pertenece el caballo. (MacFadden, 1986, p.355).

Los datos de su origen no son exactos sin embargo coinciden en que sus inicios fueron en América del Norte y alrededor de los 50 -70 millones de años.

En la antigüedad, los equinos poseían de 4 a 5 dedos y con el pasar de los años los equinos empezaron a tener modificaciones tanto anatómicas como fisiológicas para su adaptación.

El caballo ha sufrido monumentales modificaciones no solo en su tamaño, sino además en su conformación corporal y sobretodo en su fisiología. Los cambios más notorios que han tenido, fueron en relación al tamaño, la digitalización del pie, el incremento del volumen del cráneo, la composición y conformación de los dientes y molares y el color de cada equino (Bohórquez, 1946).

2.3 Domesticación

Los équidos, sin lugar a dudas, habían sido cazados en la antigüedad, y habían tomado importancia y total atención para su proceso de domesticación, debido al propósito de provisionar alimento en las diferentes comunidades, brindando materias primas, tales como carne y leche, sin embargo frente a las nuevas necesidades de los humanos para modificar su entorno, encontraron en su domesticación un interés agregado, esta vez como referente de ayuda en procesos de trabajo y transporte (Carmona, 2009). La domesticación de los equinos no solo ha sido en cuanto al manejo del caballo para fines de trabajo de campo, actualmente el uso de caballos es con fines deportivos, de entretenimiento, terapias con niños, espectáculos y otros fines que hacen que el ser humano busque ejemplares de mejor calidad.

Pérez (2019) afirma “La domesticación del caballo por parte del hombre ha tenido implicaciones que suponen modificaciones genéticas y morfológicas, creando nuevas razas, pero menguando la diversidad genética en busca de ejemplares perfectos” (p.1).

2.4 Información taxonómica

Cuadro 1. Taxonomía del equino

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Perissodactyla
Familia:	Equidae

Fuente: (Romero J. Á., 2005)

- Nombre científico: *Equus caballus Linnaeus, 1758*
- Sinónimo: *Equus przewalskii* ND

2.5 Características generales

Existe una gran variedad de razas y cruces de equinos a nivel mundial, pero todas cumplen con unas características generales propias de la especie.

Los equinos se caracterizan por tener extremidades muy largas, fuertes y resistentes, cuerpo con forma de barril y un cuello extenso que aguanta una cabeza grande. La cola es extensa con pelos que llegan, por lo menos, a la mitad de las extremidades posteriores. Su cuerpo humano está realmente bien cubierto de cabello corto. Tienen una crin en la cabeza y cuello y las

hembras tienen 2 mamas localizadas en la zona de la ingle. Poseen un solo dedo con funcionalidad (el tercero) y el hueso terminal de cada pata está ensanchado y redondeado de forma uniforme, de tal forma que caminan con las puntas de los dedos (Romero J. Á., 2005)

“Las medidas en general de los equinos son: Longitud de cabeza y cuerpo: 2,100 mm en promedio para el caballo silvestre, longitud de la cola: 900 mm en promedio para el caballo silvestre, altura al hombro: 1020 a 1680 mm para el caballo silvestre, longitud de la pata: ND y peso: 175 a 930 Kg” (Luu, 2002, p.1).

2.6 Mecanismos adaptativos a la condición de vida en la altura.

El ambiente altiplánico se caracteriza por el decrecimiento progresivo de la presión atmosférica y la caída de la presión inspirada de oxígeno, junto al ascenso de la altura. No obstante, la altitud puede diferir entre puntos de vista de igual presión barométrica, por el nivel de humedad relativa del viento, temperatura, radiación, etc. La temperatura que, a la misma altitud, se reduce desde el Ecuador hacia el Sur y a partir del nivel del mar, hacia la montaña (bajando casi 0,6°C por cada 100m altitud), compromete los mecanismos de adaptación a la hipoxia por altura; además puede influir con su humedad ambiental, bastante distinta en la zona de los Andes Centrales del Perú, donde es alta, respecto al Norte de Chile, drásticamente seco (M. Urrieta, 1992).

“Los caballos son considerados deportistas elites dentro de los animales, están dotados de una gran capacidad pulmonar, vascularización y abundante musculatura que junto a una conformación anatómica muy especializada les permiten galopar hasta alcanzar altas velocidades y mantenerla por largas distancias” (Barzola, Luna Narváez, & Cedeño Prócel, 2016, p.64).

El parámetro de la altitud tiene un efecto alveolar, en la difusión de O₂, disminuyendo esta función en cierto porcentaje lo que puede ser importante en caballos de competencia, afectando su rendimiento.

“A una altitud de 3048 m.s.n.m. la presión atmosférica es de 522 mmHg, la cual es inadecuada para transferir oxígeno a los capilares pulmonares” (Greene et al., 1999).

En el Ecuador existen en todas sus regiones unas variaciones marcadas de la altura sobre el nivel del mar, surge la necesidad de investigar y conocer valores de células sanguíneas y como estos se ven alterados o variados dependiendo la altura en la que se encuentra el animal.

2.7 Exámenes diagnósticos en Equinos.

En la medicina veterinaria, los estudios hematológicos poseen la finalidad de confirmar la existencia o ausencia de anomalías sanguíneas, delimitar la extensión general o local de un proceso, implantar las razones de una variación en la sangre, servir de guía en el pronóstico de casos clínicos y hacer el seguimiento a lo largo de los diferentes tratamientos de animales con alteraciones fisiopatológicas (Castellanos, 2006).

Los exámenes de laboratorio con el uso de sangre que se utilizan para diagnosticar enfermedades de tipo hormonal, infecciosas, virales, parasitarias, alérgicas, orgánicas, o trastornos fisiológicos como el mal de altura, son la química sanguínea, el hemograma, frotis sanguíneos, ELISA, entre otros.

2.8 Hematología

La hematología es el estudio de la sangre, de sus componentes y de los tejidos que forman parte del sistema circulatorio. El examen de la sangre es un procedimiento sencillo y de gran utilidad por varias razones y funciones, entre las cuales se destaca: la sangre lleva nutrientes,

oxígeno y productos de desecho desde y hacia las diferentes células del cuerpo, lo que refleja algunas alteraciones de la función normal de este (Gregg L. Voigt, 2011).

La hematología tiene un papel principal y de gran importancia en cuanto al diagnóstico, control y prevención de múltiples enfermedades, presentando durante los últimos años un gran avance, debido fundamentalmente al convencimiento del médico clínico, de la importancia que tiene el laboratorio como examen complementario de diagnóstico (Arauz, 2020).

2.9 Hematopoyesis

Las células sanguíneas tienen una vida media corta, por esta razón son producidas constantemente, para poder reestablecer su número a medida que van siendo eliminadas para poder mantener su número normal en sangre.

Arauz M. S. (2020) afirma:

La formación de las células sanguíneas recibe el nombre de hematopoyesis. En el adulto la hematopoyesis se desarrolla en la médula ósea. La producción de eritrocitos (eritropoyesis), granulocitos (granulopoyesis), linfocitos (linfopoyesis), monocitos (monopoyesis) y trombocitos (trombopoyesis) realizan todo su proceso de crecimiento y diferenciación en la médula ósea. Los linfocitos (linfopoyesis), luego de su producción en la médula ósea, pueden multiplicarse y diferenciarse fuera de ella (p.6).

2.10 Diferenciación celular

Las células sanguíneas provenientes de sus precursores disponen de características individuales que permiten su diferenciación y clasificación, en células de la línea blanca y roja respectivamente.

Las células progenitoras de la línea eritrocitaria se distinguen de la línea blanca, basándose principalmente en la forma del núcleo y el color del citoplasma. Las células de la serie roja presentan unos núcleos con forma redondeada durante todas sus fases de desarrollo. Y los núcleos de las células de los granulocitos se van dentando y segmentando durante su proceso de maduración (Reagan, 1999).

2.11 Composición de la sangre

La sangre es un tipo de tejido conjuntivo, compuesto por una sustancia líquida denominada plasma, en la cual se encuentran las células o la parte sólida de la sangre como son los hematíes, leucocitos y plaquetas.

La sangre representa el 6 al 8% del peso del cuerpo. Los eritrocitos son los que existen en mayor cantidad, habiendo diversos millones por mm^3 de sangre; dependiendo de la especie. Las plaquetas son el segundo tipo celular más numeroso con valores a partir de $100,000/\text{mm}^3$ en equinos a diversos millones por mm^3 en otras especies. El número total de leucocitos es bastante inferior a los de los glóbulos rojos y plaquetas, variando de $5,000/\text{mm}^3$ a alrededor de $20,000/\text{mm}^3$; la cantidad de tipos de leucocitos puede cambiar dependiendo de la especie, siendo los neutrófilos el más numeroso en carnívoros y los linfocitos los de mayor cantidad en rumiantes (Meyer, 2007).

El plasma es un componente sanguíneo conformado mayormente por agua la cual contiene, 6-8 g/dl de proteínas plasmáticas y 1,5 g/dl de sales inorgánicas, lípidos, carbohidratos,

hormonas y vitaminas. Éste se obtiene tomando una muestra de sangre en un tubo con EDTA, dejando reposar y procediendo con la centrifugación; si la muestra se toma sin anticoagulante, el líquido que se obtiene se denomina suero (Meyer, 2007).

2.11.1 Los eritrocitos o glóbulos rojos

Son células sanguíneas de una vida media de 120 días, y de constante renovación.

Son células anucleadas (mamíferos) con forma de disco bicóncavo, en su interior llevan una sustancia llamada hemoglobina (proteína que contiene hierro), lo que le confiere el color a la sangre, especializados en el transporte de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂) entre los tejidos y la circulación pulmonar. (Leiva Costa, 2015, p.1).

2.11.2 Los leucocitos o glóbulos blancos

Llamados así por su color a la exposición del microscopio, son células nucleadas que están principalmente en la sangre y circulan por ella en función de combatir las infecciones o cuerpos extraños; pero en ocasiones pueden atacar los tejidos normales del propio cuerpo. Es una parte de las defensas inmunitarias del cuerpo humano. Los hay de variados tipos y con diversas especializaciones. (Leiva Costa, 2015, p.1).

2.11.3 Neutrófilos

Los neutrófilos son leucocitos de tipo granulocítico que se caracterizan por ser células grandes de 12 a 18 de diámetro, poseen un núcleo con cromatina compacta segmentada en dos a cinco lóbulos conectados por finos puentes de cromatina y el citoplasma claro contiene numerosos gránulos muy finos de tono púrpura. Son el tipo de leucocito más numeroso en la fórmula leucocitaria. (Romero M. D., 2013, pp.37-38).

“La vida media del neutrófilo en la circulación es de dos a tres días antes de pasar a los tejidos y, una vez que pasa a ellos, no regresa a la circulación sanguínea.

Función. Participan en la respuesta celular a procesos inflamatorios o infecciosos de tipo bacteriano” (Romero M. D., 2013, p.38).

2.11.4 Basófilos

Los leucocitos basófilos, son los menos numerosos de los granulocitos, son redondeados, con un tamaño de 9 a 12 μm . El núcleo presenta cromatina densa, posee de dos a 3 lóbulos unidos por puentes cromatínicos, con la presencia de numerosas granulaciones basófilas (Ruales, 2009).

2.11.5 Eosinófilos

Los eosinófilos son células con gránulos eosinofílicos completamente definidos.

“Pueden suprimir reacciones de hipersensibilidad, son atraídos por mediadores químicos liberados por los mastocitos y los inhiben durante reacciones alérgicas y anafilácticas” (Latimer, 2005, pp. 64).

Son células sanguíneas que forman parte de los glóbulos blancos, estos participan en la desactivación de la histamina, también degradan la fibrina y fagocitan sustancias extrañas y proteínas que se encuentran en descomposición (Ruales, 2009).

2.11.6 Linfocitos

Romero M. D. (2013) afirma:

Los linfocitos son una variedad de leucocitos, de tamaño casi equivalente al de los eritrocitos, entre 7 y 15 μm , que presentan un gran núcleo denso con abundante cromatina, excéntrico y con escaso citoplasma azul que contiene ribosomas, mitocondrias y aparato de Golgi. Es el leucocito más pequeño. *Función.* Participan en la respuesta

inmunológica: los linfocitos B producen anticuerpos contra bacterias y virus, mientras que los linfocitos T participan en la respuesta inmunológica de tipo celular. (p.39).

2.11.7 Monocitos

Los monocitos son células sanguíneas de gran tamaño, con un diámetro de alrededor 16-25 um. El citoplasma que presenta esta célula es de un color azul grisáceo con pequeños gránulos muy finos, fijos a la membrana (Ruales, 2009).

2.12 Frotis sanguíneo

Un frotis es una extensión de una gota de sangre o de cualquier otro material líquido sobre un porta objetos de vidrio, el cual, al dejarlo secar, se procede a su respectiva tinción para poder observar y diferenciar la variedad de tipos de morfologías de las células presentes, en el frotis. El frotis sanguíneo debe realizarse dentro de las 3 a 4 primeras horas de haber obtenido la sangre para evitar anomalías por efecto de almacenamiento de la muestra (Millán, 2019).

El frotis sanguíneo es una técnica de laboratorio en la cual se emplea sangre venosa y la realización de un extendido con el fin de observar alteraciones y anomalías de las células sanguíneas.

Domínguez (2021) afirma:

En la preparación de un frotis de sangre se coloca una gota de sangre venosa o capilar con anticoagulante EDTA, en un extremo de un portaobjetos de vidrio. Un segundo portaobjetos para extenderla, que es más estrecho que el portaobjetos de vidrio del microscopio, se coloca sobre la gota de sangre y se permite que ésta se propague en toda su anchura; debe hacer un ángulo de 45° entre el portaobjetos de esparcimiento y el del microscopio. En un movimiento controlado, se tira de la sangre a lo largo del

portaobjetos de vidrio del microscopio y el frotis de sangre se seca de inmediato mediante el agitado suave del portaobjetos. (p.16).

El mejor sitio para estudiar la estructura de las células sanguíneas y los tipos de células es el borde más delgado del frotis o cola, donde los eritrocitos están en una monocapa, es decir no se agrupan entre ellos y son más sencillos de diferenciar, uno al lado del otro, apenas tocándose, pero sin encimarse (Millán, 2019).

2.13 Recolección y manejo de muestras sanguíneas.

“La vena de elección es la yugular, el lugar para la punción se localiza entre el primer y segundo tercio medio del cuello” (Fernández & Conde Ayuda, 2011, p.109).

Para realizar un frotis sanguíneo, se necesita una muestra de sangre venosa obtenida en un tubo con EDTA un anticoagulante para el mantenimiento de la sangre para su posterior extensión y preparación del frotis. La muestra se debe obtener con tubos al vacío o jeringuillas.

Debido a que en hematología se requiere estudiar a la sangre con sus elementos formes, así como hacer recuentos de células y revisiones morfológicas, es indispensable obtener la sangre con un anticoagulante que sea capaz no sólo de mantener la sangre sin coagularse, sino que preserve, de la mejor manera posible, la morfología celular. No debemos olvidar que una cantidad insuficiente de anticoagulante puede provocar una coagulación parcial y que el exceso del mismo diluye la muestra, con los consecuentes errores de medición. (Domínguez, 2021, p.1).

La muestra debe estar refrigerada a 2°C hasta 8°C, para su posterior análisis, máximo en 48 horas.

2.14 Tinción “Azul de cresil brillante”

La tinción del azul de cresil brillante es una tinción que se suele utilizar con mucha frecuencia en el recuento de los reticulocitos en varias especies. El colorante se caracteriza por absorberse en el ARN, el cual se precipita como una sustancia reticulofilamentosa visible en los eritrocitos, con formas de gránulos amorfos intracelulares teñidos de color azul profundo (Cruz, 2017).

Los reticulocitos son eritrocitos inmaduros presentes en sangre periférica, lugar donde terminan su maduración a hematíes. Contienen restos de ARN y ribosomas que precipitan en presencia de los colorantes vitales como el azul de metileno o el azul de cresil brillante. En los reticulocitos incubados con el colorante azul cresil brillante se ven estructuras gránulo-filamentosas que se pueden observar en el microscopio, y que corresponden a restos de ARN. El recuento de reticulocitos se puede realizar por medio de un método manual o por citometría de flujo. En el siguiente estudio se realiza con un recuento manual y con el colorante azul de cresil brillante (Rodríguez, 2017).

En un tubo de vidrio templado previamente rotulado, se mezclan tres gotas de sangre con tres gotas de colorante, cada gota de aproximadamente 10 ul, luego se procede a mezclar suavemente, para evitar la hemólisis de los eritrocitos. Se deja en reposo durante 15 minutos a temperatura ambiente o se puede colocar en una incubadora por los mismo 15 minutos a 37 °C, se homogeniza la mezcla y se procede a realizar una fina extensión sanguínea, dejar secar al aire. Realizar el recuento de reticulocitos utilizando el objetivo de inmersión del microscopio óptico (Rodríguez, 2017).

2.15 Tinción de Diff- Quick

Existen diferentes tipos de tinciones para realizar los frotis sanguíneos, de los cuales la mayoría consta de 3 soluciones, de una fijadora a base de alcohol, una tinción de color rojo que tiñe los eosinófilos y una tinción de color azul que tiñe los basófilos.

La tinción de Diff- Quick es una técnica rápida de laboratorio que se utiliza para observar, células sanguíneas, citologías entre otros tipos de muestras.

Arauz M. S. (2020) afirma:

Es una coloración comercial rápida, por inmersión. Se obtienen resultados similares a la tinción de May Grünwald-Giemsa, siempre y cuando el tiempo de tinción se prolongue hasta 1 minuto. Son tres soluciones separadas: la primera es el fijador. Se sumergen los portaobjetos con las muestras en cada frasco durante 1 minuto. Tener la precaución de escurrir el exceso de fijador y colorantes con papel de filtro antes de sumergirla en el frasco siguiente. De esta manera se logra optimizar el resultado. Renovar los colorantes con frecuencia, según la cantidad de coloraciones que se realicen para no disminuir la calidad del diagnóstico. Podría haber alguna falla en la captación del colorante por las células o presencia de precipitados del mismo que confundan al observador (p.39).

2.16 Resumen del estado del arte del estudio del problema

La hematología equina es un tema poco tratado he investigado en el ámbito de laboratorio clínico, actualmente se están implementando el uso de pruebas hematológicas para beneficiar y mejorar la productividad de cada equino, para mejorar diagnósticos y tratamientos en caso de alteraciones del organismo. Los parámetros a nivel de altura son necesarios ya que por diferentes procesos fisiológicos estos parámetros pueden variar e influir en los resultados.

Existen estudios donde se verifica que al utilizar ozono hubo cambios en el número de ciertas células sanguíneas.

El estudio se llevó a cabo entre mayo del 2006 a junio del 2007, en las instalaciones del Club Hípico Zamorano. Se utilizaron 12 equinos Cuarto de Milla x Pura Sangre Andaluz y Cuarto de Milla x Paso Fino Peruano. Se aplicaron dos tratamientos: Seis equinos (tres machos y tres hembras) fueron tratados con una dosis promedio de 0.06 mg/kg de peso vivo equivalente a 1000 mL de ozono (O₃) cada tres días hasta completar ocho aplicaciones; seis equinos (tres machos y tres hembras) fueron tratados con una dosis promedio de 0.04 mg/kg de peso vivo equivalente a 500 mL de ozono (O₃) por vía intravenosa cada tres días hasta completar ocho aplicaciones. Los resultados obtenidos demostraron un aumento en la línea roja de la sangre y en la línea blanca específicamente en linfocitos, basófilos y monocitos, así como un aumento en la frecuencia respiratoria de las hembras independientemente de la dosis administrada. Transcurrido el periodo de las aplicaciones los valores medios de estas variables disminuyeron, comprobándose que la terapia ayuda en el acondicionamiento de los equinos. (Guevara, 2007, p.7).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño Estadístico

El análisis del presente trabajo de investigación se realizó con el software Microsoft Excel 2016. Se determinaron los valores atípicos mediante el diagrama de caja, para evitar alteración de los resultados, rangos muy amplios o poco reales. Posteriormente se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos, con la determinación de la media, mediana, moda, rango, varianza (s^2), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Selección y tamaño de la muestra

La presente investigación se realizó en equinos aparentemente sanos del Cantón Cuenca, que se encuentra sobre los 2560 m.s.n.m., con una temperatura que varía de 10-22°C, su latitud es de S 2°54'2" y su longitud de O 79°0.272'. (Geodatos, 2021)

Para la siguiente investigación se realizó la obtención de la muestra mediante la técnica de muestreo aleatorio simple con la fórmula de población infinita.

$$n = \frac{z^2 * p * q}{d^2}$$

- z = Nivel de confianza 95% = 1.96
- p = Probabilidad de que ocurra el evento
- q = 1 - p , probabilidad de que no ocurra el evento
- d = Error estimado 5%

$$n = \frac{(1.96)^2(0.15)(0.85)}{0.05^2} = 195.92 = 196$$

La población de ganado caballar en Azuay es de 29625 cabezas (INEC, 2014).

Se realizó la medición de células sanguíneas de 200 caballos, los cuales 100 fueron machos y 100 fueron hembras, aparentemente sanos ubicados en el Cantón Cuenca. Se realizaron exámenes de laboratorio en cuanto a frotis sanguíneo para el recuento de granulocitos, monocitos y linfocitos con la tinción de Diff- Quick y para el recuento de reticulocitos con azul de metileno.

3.2.2 Toma de muestras

Se sujetará al caballo de forma segura tanto para el operador como para el animal, se colocará jácquimas para la manipulación del caballo, con ayuda de estas se ubicará la cabeza del caballo hacia un lado con una ligera inclinación hacia arriba.

“La vena de elección es la yugular, el lugar para la punción se localiza entre el primer y segundo tercio medio del cuello” (Fernández & Conde Ayuda, 2011, p.109.).

Se hace hará presión en la base del cuello para ejercer torniquete (no mayor a 10 segundos) y que la vena yugular se dilate, se introduce una aguja calibre 20G en un ángulo de 45% en relación a la vena.

Se coloca el tubo de EDTA (tubo con anticoagulante) debajo del catéter para obtener la muestra.

Una vez tomada la muestra homogenizar invirtiendo el tubo suavemente 5 -10 veces, esto con el fin de mezclar el anticoagulante con la sangre para evitar la formación de coágulos, los cuáles afectan el procesamiento de las muestras. Si hay formación de micro-coágulos se debe tomar la muestra nuevamente. La muestra debe llegar al laboratorio el mismo día de ser tomada

para que no haya alteración de la morfología celular. Enviar la muestra refrigerada a 2°C- 8°C. (OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal, 2021, p. 4).

Rotular cada muestra con los siguientes datos: nombre, número de muestra, fecha de toma de muestra y edad.

3.3 Operalización de las variables

3.3.1 Variables independientes: Muestras de sangre.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍNDICE
Toma de muestras de sangre de equinos aparentemente sanos.	Equinos	Número de hembras	Numérico
		Número de machos	Numérico
	Sangre	Número de muestras de sangre.	Numérico
		Cantidad de sangre	Mililitros (ml).

3.3.2 Variables dependientes: Frotis Sanguíneo.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍNDICE
Pruebas de laboratorio aplicadas a equinos aparentemente sanos para medir valores hematológicos (células sanguíneas).	Químico	RBC: recuento de glóbulos rojos.	Porcentual
		Reticulocitos.	Porcentual
		Granulocitos.	Porcentual
		Neutrófilos segmentados.	Porcentual
		Neutrófilos en banda.	
		Eosinófilos.	Porcentual
		Basófilos.	Porcentual
		Monocitos.	Porcentual
		Linfocitos.	Porcentual

3.4 Consideraciones éticas

El bienestar animal debe ser la primera idea que tenemos al momento de realizar cualquier manipulación o contacto con algún animal. El bienestar animal incluye todos los procesos necesarios para que el animal cumpla con las 5 libertades.

Según la OIE, las 5 libertades son las siguientes: libre de hambre, de sed y de desnutrición; libre de temor y de angustia; libre de molestias físicas y térmicas; libre de dolor, de lesión y de enfermedad y libre de manifestar un comportamiento natural. (OIE, 2021)

Según las normas internacionales de la OIE, el bienestar animal designa “el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere” (OIE, 2021)

Las consideraciones éticas tomadas en cuenta y en práctica para éste proyecto fueron:

El entrenamiento y capacitación del personal: cada investigador se capacitó para poder realizar el manejo y extracción de muestras de manera segura, tanto para el animal como para el operador.

Uso de materiales adecuados: se investigó que materiales eran los adecuados para la extracción de sangre en equinos, también se utilizó material de sujeción en aquellos caballos que no contaban con mangas o jáquimas propias, para el mejor manejo del equino, evitando el estrés, la toma incorrecta de la muestra y resultados no deseados.

Asepsia y antisepsia: se utilizaron métodos de desinfección, tanto de la piel del animal, previo a la obtención de la muestra, como del material utilizado, para la extracción, transporte y procesamiento de la muestra sanguínea.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Al realizar la estadística del presente trabajo, se observó la presencia de valores atípicos que inflaban el CV (coeficientes de variación), se procedió a realizar los respectivos diagramas de caja para poder eliminar dichos valores.

Para cada conjunto de datos se elaboró su respectivo diagrama de “Cajas y bigotes”, presentando los siguientes resultados.

4.1 Diagramas de cajas y bigotes para la serie leucocitaria en machos

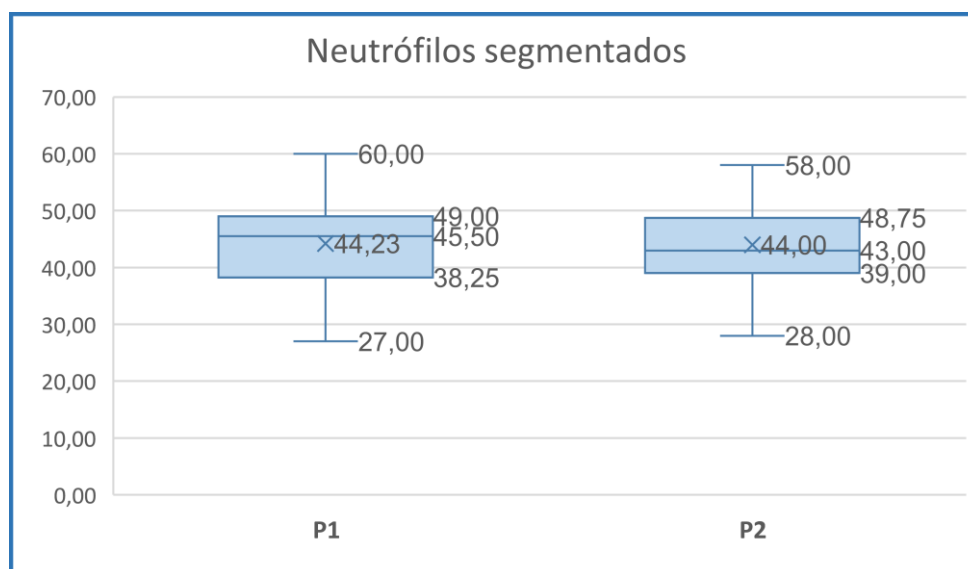


Diagrama 1. Cajas y bigotes para neutrófilos segmentados en equinos machos.

El presente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de los neutrófilos segmentados tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos machos. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 27,00%, un valor máximo de 60,00%, una mediana de 45,50% y una media del 44,23%. Donde el bigote o límite superior es de 63,38% y el inferior de 23,38% por lo que los valores se encuentran en el rango, sin presentar valores atípicos en este parámetro.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 28,00%, un valor máximo de 58,00%, una mediana de 43,00% y una media del 44,00%. Donde el bigote o límite superior es de 62,13% y el inferior de 25,13%; los valores se encuentran en el rango, sin presentar valores atípicos.

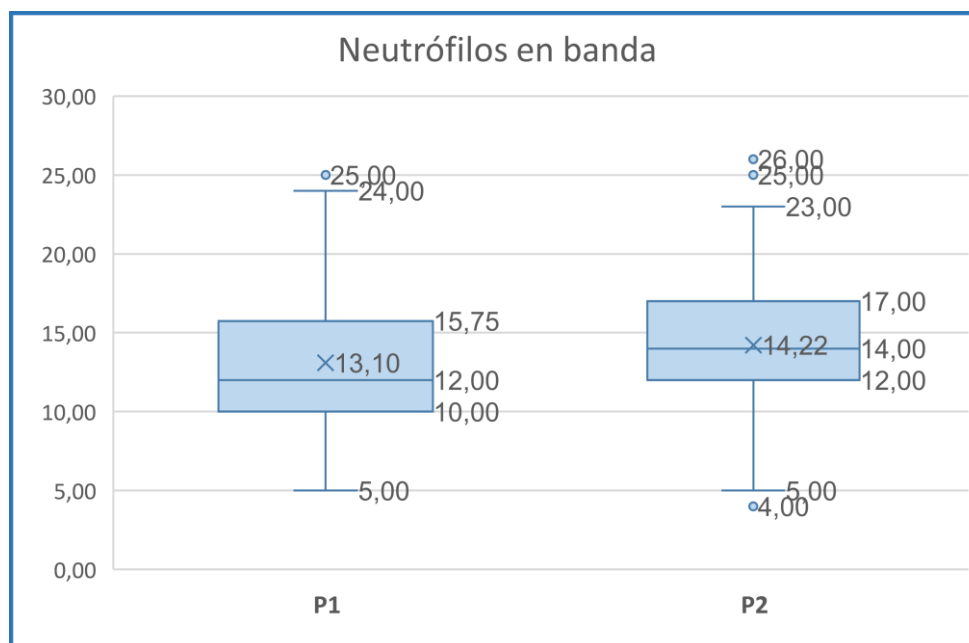


Diagrama 2. Cajas y bigotes para neutrófilos en banda en equinos machos.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de los neutrófilos en banda tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos machos. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 5,00%, un valor máximo de 25,00%, una mediana de 12,00% y una media del 13,10%. Donde el bigote o límite superior es de 23,13% y el inferior de 2,13%, presentando el siguiente valor atípico con respecto al bigote superior: 25,00%.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 4,00%, un valor máximo de 26,00%, una mediana de 14,00% y una media del 14,22%. Donde el bigote o límite superior es de 24,50% y el inferior de 4,50%; presentando los siguientes valores atípicos con respecto al bigote superior: 25,00 y 26,00%.

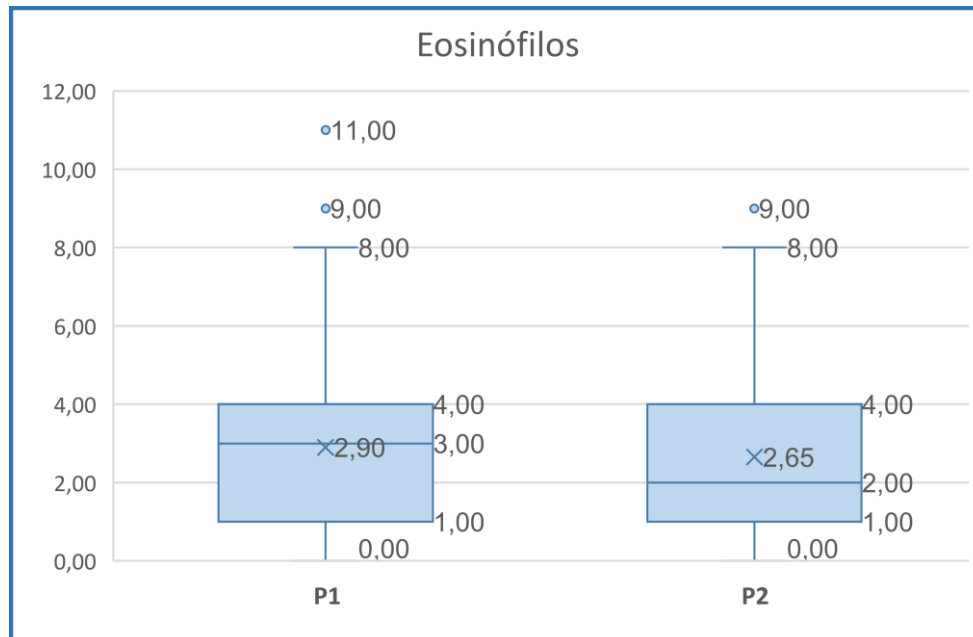


Diagrama 3. Cajas y bigotes para eosinófilos en equinos machos.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de los eosinófilos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos machos. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 11,00%, una mediana de 3,00% y una media del 2,90%. Donde el bigote o límite superior es de 8,50% y el inferior de -3,50%, presentando los siguientes valores atípicos con respecto al bigote superior: 9,00 y 11,00%.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 9,00%, una mediana de 2,00% y una media del 2,65%. Donde el bigote o límite superior es de 8,50% y el inferior de -3,50%; presentando el siguiente valor atípico con respecto al bigote superior: 9,00%.

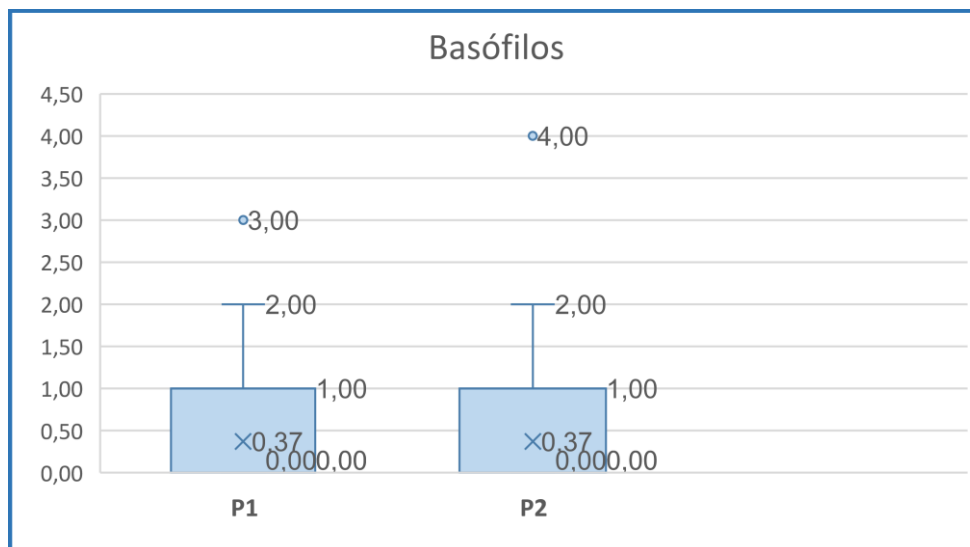


Diagrama 4. Cajas y bigotes para basófilos en equinos machos.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de los basófilos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos machos. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 3,00%, una mediana de 0,00% y una media del 0,37%. Donde el bigote o límite superior es de 2,50% y el inferior de -1,50%, presentando el siguiente valor atípico con respecto al bigote superior: 3,00%.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 4,00%, una mediana de 0,00% y una media del 0,37%. Donde el bigote o límite superior es de 2,50% y el inferior de -1,50%; presentando el siguiente valor atípico con respecto al bigote superior: 4,00%.

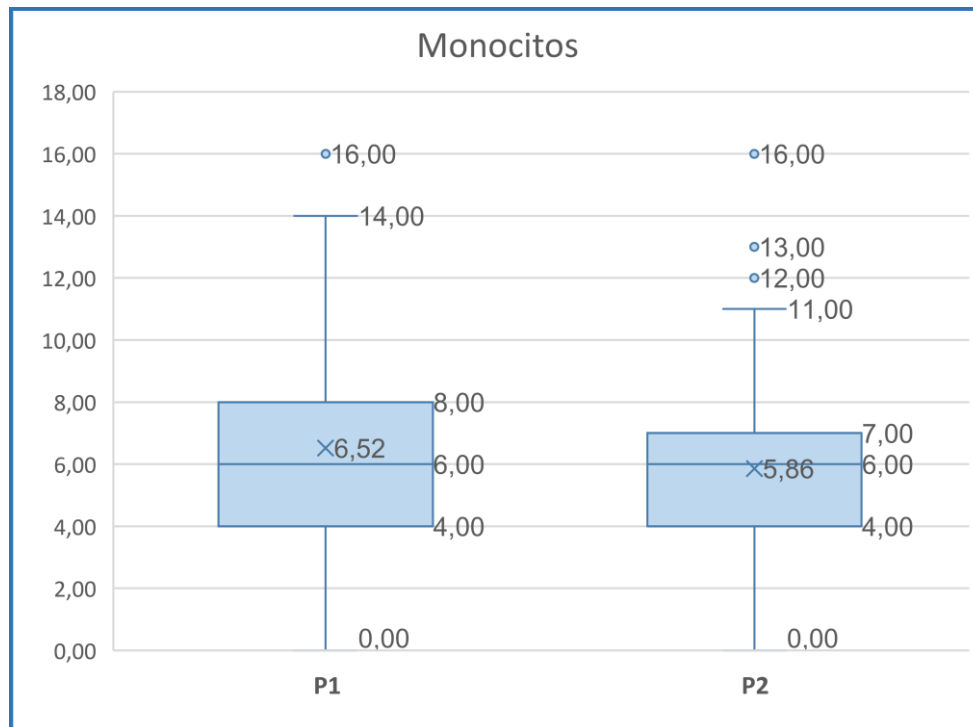


Diagrama 5. Cajas y bigotes para monocitos en equinos machos.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de los monocitos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos machos. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 16,00%, una mediana de 6,00% y una media del 6,52%. Donde el bigote o límite superior es de 14,00% y el inferior de -2,00%, presentando el siguiente valor atípico con respecto al bigote superior: 16,00%.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 16,00%, una mediana de 3,00% y una media del 5,86%. Donde el bigote o límite superior es de 11,50% y el inferior de -0,50% exactamente; presentando los siguientes valores atípicos con respecto al bigote superior: 12,00%, 13,00% y 16,00%.

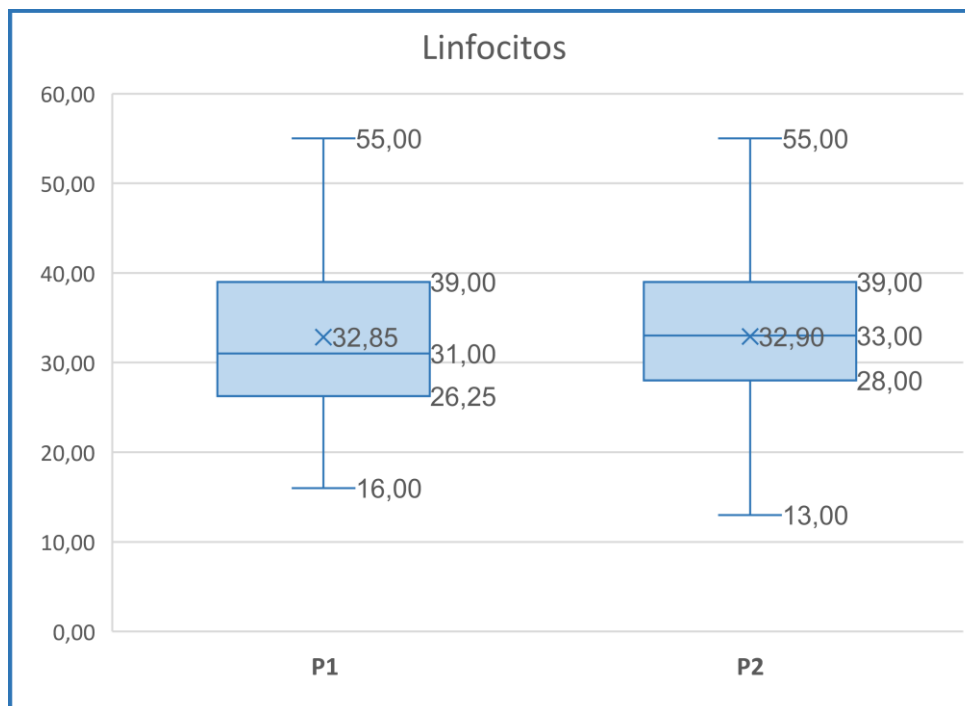


Diagrama 6. Cajas y bigotes para linfocitos en equinos machos.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de los linfocitos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos machos. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 16,00%, un valor máximo de 55,00%, una mediana de 31,00% y una media del 32,85%. Donde el bigote o límite superior es de 57,38% y el inferior de 8,38%, los valores se encuentran entre los rangos por lo que no existen valores atípicos en esta variable.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 13,00%, un valor máximo de 55,00%, una mediana de 33,00% y una media del 32,90%. Donde el bigote o límite superior es de 55,50% y el inferior de 11,50% exactamente; presentando ningún valor atípico.

4.2 Diagramas de cajas y bigotes para la serie leucocitaria en hembras

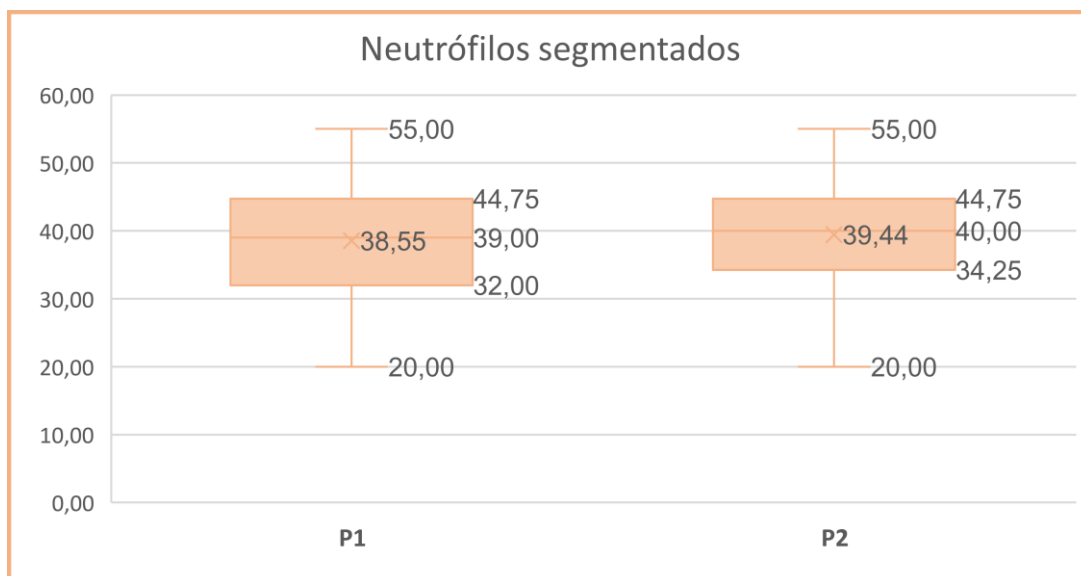


Diagrama 7. Cajas y bigotes para neutrófilos segmentados en equinos hembras.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de neutrófilos segmentados tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos hembras aparentemente sanas. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 20,00%, un valor máximo de 55,00%, una mediana de 39,00% y una media del 38,55%. Donde el bigote o límite superior es de 62,63% y el inferior de 13,63%, donde los valores se encuentran entre los rangos por lo que no existen valores atípicos en esta variable.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 20,00%, un valor máximo de 55,00%, una mediana de 40,00% y una media del 39,44%. Donde el bigote o límite superior es de 58,50% y el inferior de 20,50% exactamente; con ningún valor atípico.

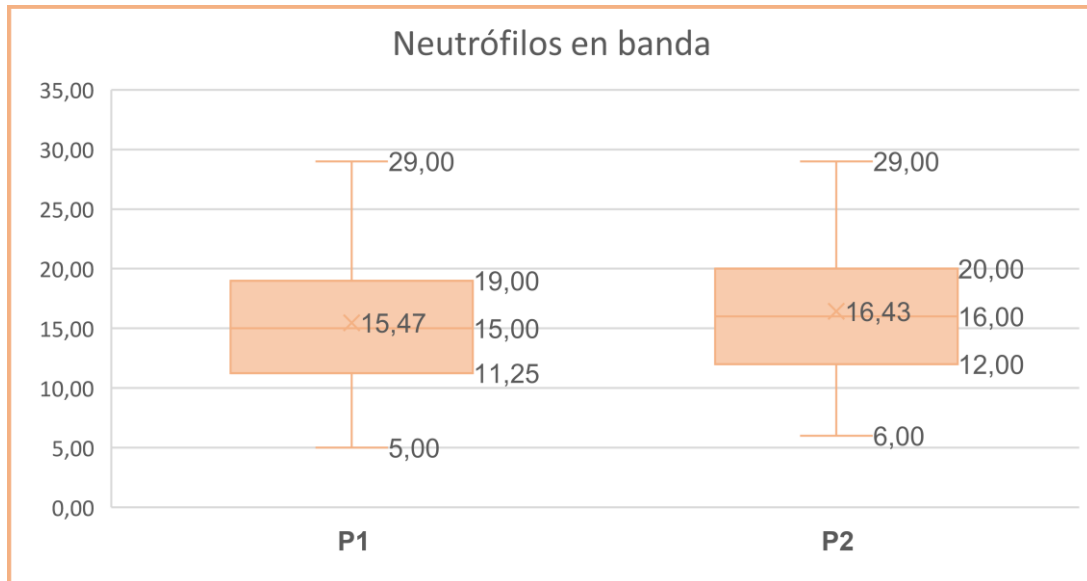


Diagrama 8. Cajas y bigotes para neutrófilos en banda en equinos hembras.

En el siguiente gráfico se muestra un diagrama de cajas y bigotes de neutrófilos en banda, tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos hembras aparentemente sanas. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 5,00%, un valor máximo de 29,00%, una mediana de 15,00% y una media del 15,47%. Donde el bigote o límite superior es de 29,88% y el inferior de 0,88%, donde los valores se encuentran entre los rangos por lo que no existen valores atípicos.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 6,00%, un valor máximo de 29,00%, una mediana de 16,00% y una media del 16,43%. Donde el bigote o límite superior es de 13,00% y el inferior de -12,00%; no se presentan valores atípicos.

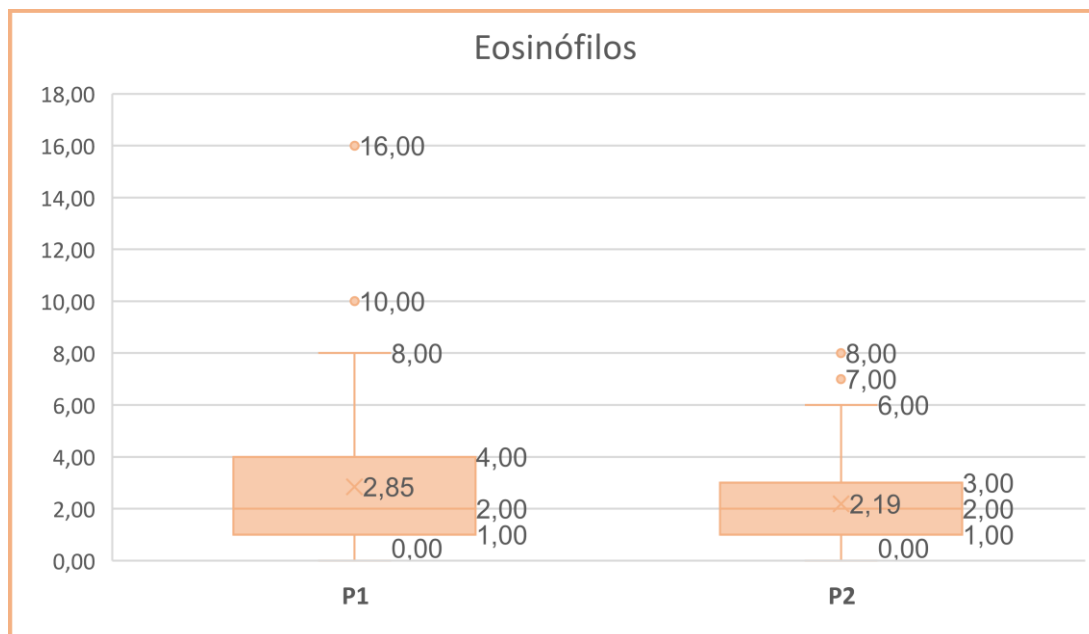


Diagrama 9. Cajas y bigotes para eosinófilos en equinos hembras.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de eosinófilos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos hembras aparentemente sanas. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 16,00%, una mediana de 2,00% y una media del 2,85%. Donde el bigote o límite superior es de 8,50% y el inferior de -3,50%, presentando los siguientes valores atípicos con respecto al bigote superior: 10,00% y 16,00%.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 8,00%, una mediana de 2,00% y una media del 2,19%. Donde el bigote o límite superior es de 6,00% y el inferior de -2,00% exactamente; presentando los siguientes valores atípicos con respecto al bigote superior: 7,00% y 8,00%.

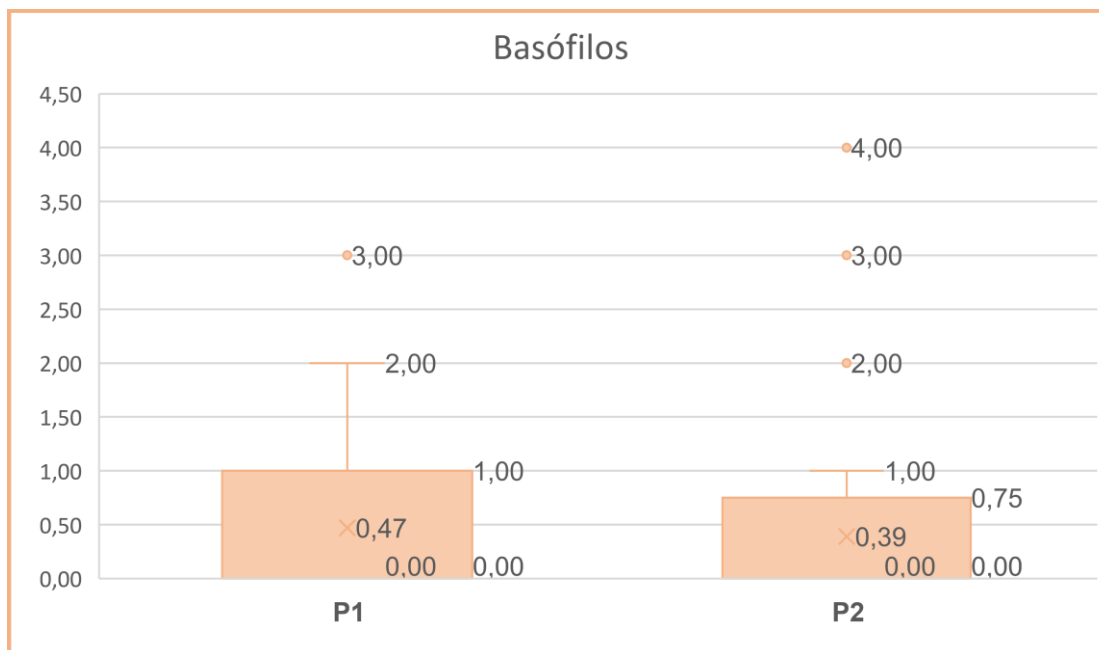


Diagrama 10. Cajas y bigotes para basófilos en equinos hembras.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de basófilos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos hembras aparentemente sanas. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 3,00%, una mediana de 0,00% y una media del 0,47%. Donde el bigote o límite superior es de 2,50% y el inferior de -1,50%, presentando el siguiente valor atípico con respecto al bigote superior: 3,00%.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 4,00%, una mediana de 0,00% y una media del 0,39%. Donde el bigote o límite superior es de 0,63% y el inferior de -0,38%; presentando los siguientes valores atípicos con respecto al bigote superior: 2,00%, 3,00% y 4,00%.

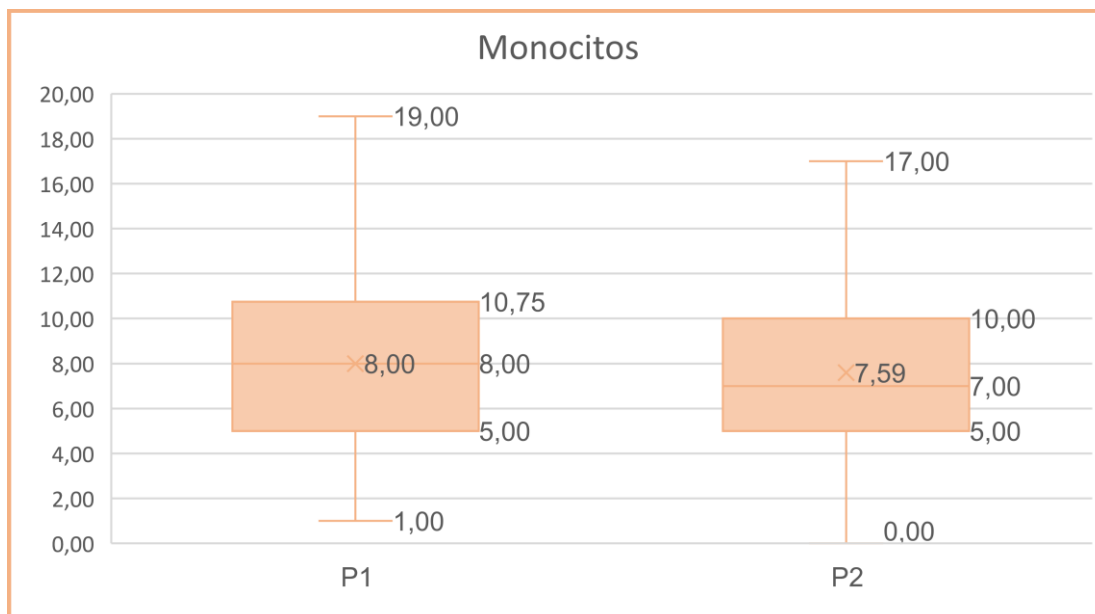


Diagrama 11. Cajas y bigotes para monocitos en equinos hembras.

En el siguiente gráfico se muestra un diagrama de cajas y bigotes de monocitos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos hembras aparentemente sanas. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 1,00%, un valor máximo de 19,00%, una mediana de 8,00% y una media del 8,00%. Donde el bigote o límite superior es de 18,13% y el inferior de -2,88%, donde no se presentan valores atípicos.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 0,00%, un valor máximo de 17,00%, una mediana de 7,00% y una media del 2,61%. Donde el bigote o límite superior es de 17,50% y el inferior de -2,50% exactamente; sin presentar valores atípicos.

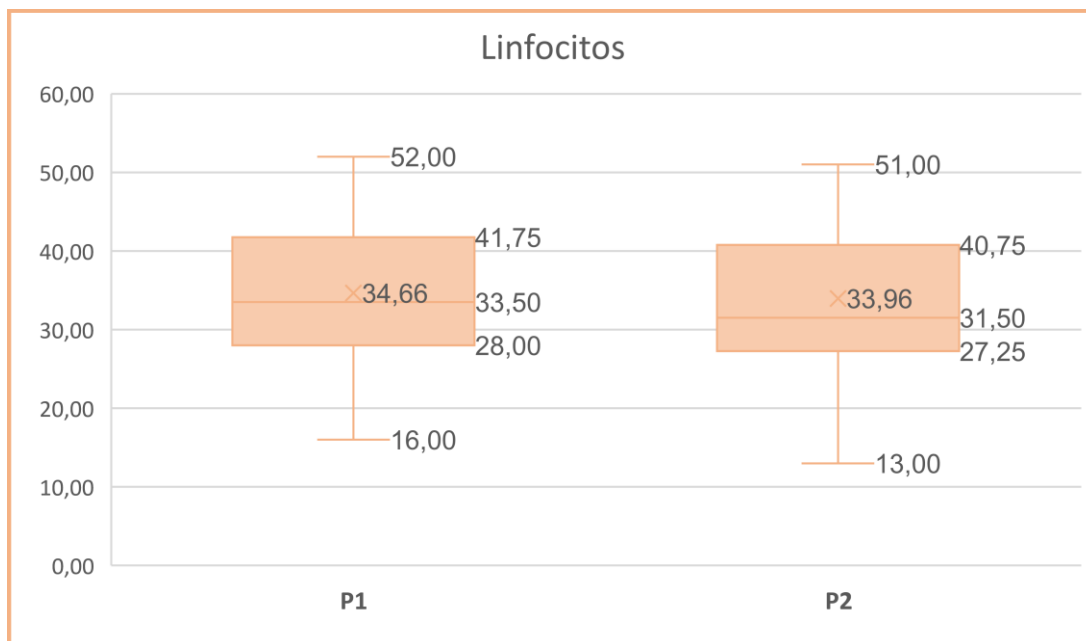


Diagrama 12. Cajas y bigotes para linfocitos en equinos hembras.

El siguiente gráfico muestra un diagrama de cajas y bigotes de linfocitos tomados de un conteo de frotis sanguíneo, de sangre periférica en equinos hembras aparentemente sanas. Donde en la placa 1, se observa un valor mínimo de 16,00%, un valor máximo de 52,00%, una mediana de 33,50% y una media del 34,66%. Donde el bigote o límite superior es de 61,13% y el inferior de 8,13%, sin presentar valores atípicos.

En la placa 2, se observa un valor mínimo de 13,00%, un valor máximo de 51,00%, una mediana de 31,50% y una media del 33,96%. Donde el bigote o límite superior es de 59,00% y el inferior de 9,00%; sin presentar valores fuera del rango límite.

Al finalizar los diagramas de caja y después de identificar los valores atípicos se procedió a eliminarlos y a realizar la estadística antes descrita, de los datos modificados obteniendo los resultados que se muestran a continuación en el punto 4.3

4.3 Recuento de neutrófilos segmentados

Tabla 1. Recuento de neutrófilos segmentados en equinos según sexo (porcentual)

Sexo	LI	LS	X	Mediana	Rango medio	S	CV
Macho	31,00	58,50	44,13	44,50	27,5	6,11	14%
Hembra	22,00	52,50	39,00	39,00	30,5	7,11	18%

Tabla 2. Comparación de valores calculados de neutrófilos segmentados con los valores de referencia

Sexo	Valor bibliografía	Unidad	Valor calculado
Ambos	29,00-58,00	Porcentual	22,00-58,50

Fuente: (Chavez, 2019)

En la tabla 1 se muestra el recuento de neutrófilos segmentados en equinos según el sexo, obteniéndose los siguientes resultados para los machos (31,00 –58,50%), con una media de 44,13% y resultados para las hembras de (22,00 – 52,50%) con una media de 39,00 %.

En el conteo de neutrófilos segmentados, se diferencia que los machos tienen un valor ligeramente superior en contraste con las hembras. En el análisis estadístico de los datos se obtuvo una desviación estándar de 6,11 en machos y 7,11 en hembras, lo que nos indica una distribución dispersa con respecto a la media.

El coeficiente de variación en machos es de 14% y en hembras 18%, lo que da la confiabilidad del ensayo.

Según Chávez (2019), en la tabla 2 se observan valores referenciales de equinos encontrados en estudios realizados en Latinoamérica, donde el resultado para neutrófilos segmentados fue de 29,00-58,00 en general, donde se obtuvo una media de 44,30 y un rango de 29,00.

Se observa que, en los resultados obtenidos en comparación con los valores referenciales, hay una mínima diferencia de los valores mínimos del rango, concluyendo que la altura de 2500 msnm infiere en el límite inferior de los datos.

4.4 Recuento de neutrófilos en banda

Tabla 3. Recuento de neutrófilos banda en equinos según sexo (porcentual)

Sexo	LI	LS	X	Mediana	Rango medio	S	CV
Macho	5,50	24,00	13,59	14,00	18,50	3,73	27%
Hembra	8,00	26,00	15,95	15,50	18,00	4,53	28%

Tabla 4. Comparación de valores calculados de neutrófilos en banda con los valores de referencia

Sexo	Valor bibliografía	Unidad	Valor calculado
Ambos	0,00-2,00	Porcentual	5,50-26,00

Fuente: (Chavez, 2019)

En la tabla 3 se observan los valores obtenidos en el recuento de neutrófilos en banda en equinos con la variable sexo, obteniéndose como resultado (5,50 – 24,00%), con una media de 13,59% para los machos, y (8,00 – 26,00%), con una media de 15,95% del recuento de neutrófilos en banda para las hembras.

Las hembras presentan el valor del límite superior ligeramente más elevado que nos los machos, pero no existe diferencia estadística significativa en cuanto al sexo del equino.

Al analizar su desviación estándar se observa que los datos tienen una distribución dispersa en relación a la media aritmética.

El coeficiente de variación en machos es de 27% y en hembras 28%, lo que indica que la confiabilidad del ensayo, con una ligera elevación.

En la tabla 4 se presentan valores referenciales a más de 2700m.s.n.m, siendo estos de (0,00 - 2,00%) en general de neutrófilos en banda. Al analizar esta variable se demuestra que la altitud de 2500 m.s.n.m. si genera variación comparándola con otros artículos de investigación.

4.5 Recuento de eosinófilos

Tabla 5. Recuento de eosinófilos en equinos según sexo (porcentual)

Sexo	LI	LS	X	Mediana	Rango medio	S	CV
Macho	0,00	7,00	2,68	2,50	7,00	1,63	61%
Hembra	0,00	6,50	2,42	2,25	6,50	1,57	65%

Tabla 6. Comparación de valores calculados de eosinófilos con los valores de referencia

Sexo	Valor bibliografía	Unidad	Valor calculado
Ambos	0,00-9,00	Porcentual	0,00-7,00

Fuente: (Chavez, 2019)

En la tabla 5 se observan los valores obtenidos en el recuento de eosinófilos en equinos con la variable sexo, obteniéndose como resultado (0,00 – 7,00%), con una media de 2,68% para los machos, y (0,00 – 6,50%), con una media de 2,42% del recuento de neutrófilos en banda para las hembras.

Al comparar los datos, se identifica que no existe diferencia estadística significativa en cuanto al sexo del equino.

Al analizar su desviación estándar se observa que los datos tienen una distribución dispersa en relación a la media aritmética.

El coeficiente de variación en machos es de 61% y en hembras 65%, este coeficiente de variación presenta un valor elevado, después de haber eliminado los valores atípicos por medio del diagrama de caja, continua con un valor elevado. Al comparar con otros estudios se identifica que en el valor para eosinófilos presentan valores elevados del CV, como se observa en la Imagen 1.

Imagen 1: Valores Hematológicos de Referencia en equinos procedentes de Cajamarca

		Descriptive Statistics Cajamarca						
		N°	Rango	Mínimo	Máximo	Mean	Std. Deviation	CV%
SERIE ROJA	Eritrocitosx10 ⁶	20	6,10	4,20	10,30	8,10	1,22	15,09
	Hto(%)	20	10,80	33,30	44,10	39,40	2,81	7,12
	Hb(Gr/dl)	20	3,60	10,90	14,50	12,96	0,89	6,88
	VCM(fL)	20	58,80	40,20	99,00	50,23	12,17	24,24
	CHCM(g/dl)	20	2,40	31,50	33,0	32,89	0,62	1,87
	HCM (g/dl)	20	18,90	13,20	32,10	16,52	3,90	23,64
FÓMULA LEUCOCITARIA RELATIVA (%)	Leucocitosx10 ³	20	4,90	5,50	10,40	7,63	1,50	19,68
	Segmentados	20	29,00	29,00	58,00	44,30	7,93	17,90
	Abastoados	20	2,00	0,00	2,00	0,60	0,82	136,80
	Eosinófilos	20	9,00	0,00	9,00	2,20	2,59	117,61
	Basófilos	20	7,00	0,00	7,00	1,00	1,81	180,64
	Linfocitos	20	32,00	33,00	65,00	46,40	9,12	19,65
	Monocitos	20	12,00	1,00	13,00	5,50	3,20	58,25

Fuente: (Chavez, 2019)

En la tabla 6 se presentan valores referenciales a más de 2700 m.s.n.m, siendo estos de (0,00 - 9,00%) en general de eosinófilos. Al analizar esta variable se demuestra que la altitud de 2500 m.s.n.m. genera variación mínima comparándola con el estudio antes mencionado.

4.6 Recuento de basófilos

Tabla 7. Recuento de basófilos en equinos según sexo (porcentual)

Sexo	LI	LS	X	Mediana	Rango medio	S	CV
Macho	0,00	2,00	0,33	0,00	2,00	0,49	150%
Hembra	0,00	2,00	0,35	0,00	2,00	0,49	141%

Tabla 8. Comparación de valores calculados de basófilos con los valores de referencia

Sexo	Valor bibliografía	Unidad	Valor calculado
Ambos	0,00-7,00	Porcentual	0,00-2,00

Fuente: (Chavez, 2019)

En la tabla 7 se muestra el recuento de basófilos en equinos según el sexo, obteniéndose los siguientes resultados para los machos (0,00 – 2,00%), con una media de 0,33% y resultados para las hembras de (0,00 – 2,00%) con una media de 0,35 %.

En el conteo de basófilos, no presenta ninguna diferencia en cuanto al sexo. En el análisis estadístico de los datos se obtuvo una desviación estándar de 0,49 en machos y 0,49 en hembras, lo que nos indica una distribución agrupada con respecto a la media.

El coeficiente de variación en machos es de 150% y en hembras 141%, al encontrar los valores porcentuales elevados del CV, se procedió a realizar el diagrama de caja para eliminar los valores atípicos y al seguir elevados se comparó con estudios similares, en los cuales se identificó que los valores del CV son elevados, como se observan en la imagen 1.

En la tabla 8 se observan valores referenciales de equinos encontrados en estudios realizados en Latinoamérica, donde el resultado para basófilos fue de 0,00-7,00 en general, donde se obtuvo una media de 1,00 y un rango de 7,00.

Se observa que, en los resultados obtenidos en comparación con los valores referenciales, hay una diferencia de los valores máximos del rango, concluyendo que la altura de 2500 m.s.n.m. influye en el límite superior de los datos.

4.7 Recuento de monocitos

Tabla 9. Recuento de monocitos en equinos según sexo (porcentual)

Sexo	LI	LS	X	Mediana	Rango medio	S	CV
Macho	0,50	12,00	5,97	5,50	11,50	2,45	41%
Hembra	1,50	16,00	7,80	7,50	14,50	3,29	42%

Tabla 10. Comparación de valores calculados de monocitos con los valores de referencia

Sexo	Valor bibliografía	Unidad	Valor calculado
Ambos	1,00-13,00	Porcentual	0,50-16,00

Fuente: (Chavez, 2019)

En la tabla 9 se muestra el recuento de monocitos en equinos según el sexo, obteniéndose los siguientes resultados para los machos (0,50 – 12,00%), con una media de 5,97% y resultados para las hembras de (1,50 – 16,00%) con una media de 7,80 %.

En el conteo de monocitos, se presenta diferencia significativa en el límite superior, en cuanto al sexo. En el análisis estadístico de los datos se obtuvo una desviación estándar de 2,45

en machos y 3,29 en hembras, lo que nos indica una distribución dispersa con respecto a la media.

El coeficiente de variación en machos es de 41% y en hembras 42%, al encontrar los valores porcentuales elevados del CV, se procedió a realizar el diagrama de caja para eliminar los valores atípicos y al seguir elevados se comparó con estudios similares, en los cuales se identificó que los valores del CV son elevados, como se observan en la imagen 1.

En la tabla 10 se observan valores referenciales de equinos encontrados en estudios realizados en Latinoamérica, donde el resultado para monocitos fue de 1,00-13,00 en general.

Se observa que, en los resultados obtenidos en comparación con los valores referenciales, hay una diferencia mínima, de los valores mínimos y máximos del rango, concluyendo que la altura sobre 2500 m.s.n.m. si infiere estadísticamente.

4.8 Recuento de linfocitos

Tabla 11. Recuento de linfocitos en equinos según sexo (porcentual)

Sexo	LI	LS	X	Mediana	Rango medio	S	CV
Macho	17,50	50,50	32,88	32,00	33,00	7,66	23%
Hembra	20,00	51,00	34,31	33,00	31,00	7,60	22%

Tabla 12. Comparación de valores calculados de linfocitos con los valores de referencia

Sexo	Valor bibliografía	Unidad	Valor calculado
Ambos	33,00-65,00	Porcentual	17,5-51,00

Fuente: (Chavez, 2019)

En la tabla 11 se muestra el recuento de linfocitos en equinos según el sexo, obteniéndose los siguientes resultados para los machos (17,50 – 50,50%), con una media de 32,88% y resultados para las hembras de (20,00 – 51,00%) con una media de 34,31 %.

En el conteo de linfocitos, se presenta una diferencia mínima en cuanto al sexo. En el análisis estadístico de los datos se obtuvo una desviación estándar de 7,66 en machos y 7,60 en hembras, lo que nos indica una distribución dispersa con respecto a la media.

El coeficiente de variación en machos es de 23% y en hembras 22%, lo que indica que la confiabilidad del ensayo, con una ligera elevación.

En la tabla 12 se observan valores referenciales de equinos encontrados en estudios realizados en Latinoamérica, donde el resultado para monocitos fue de 33,00-65,00 en general.

Se observa que, en los resultados obtenidos en comparación con los valores referenciales, hay una diferencia significativa, de los valores mínimos y máximos del rango, concluyendo que la altura sobre 2500 m.s.n.m si infiere estadísticamente, en los valores.

4.9 Recuento de reticulocitos

Tabla 13. Recuento de reticulocitos agregados en equinos según sexo (porcentual)

Sexo	LI	LS	X	Mediana	Rango	S
Macho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hembra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores encontrados tanto para hembras como para machos son de 0,00% en cuanto a reticulocitos. Se realizó una comparación con varios estudios concluyendo que no se pueden observar reticulocitos en sangre periférica con la tinción de cresil brillante.

“En sangre periférica del caballo no suelen observarse indicadores útiles para caracterizar la anemia como regenerativa, al liberar muy pocos reticulocitos en la circulación, incluso cuando aumenta la eritropoyesis, ya que maduran en la médula ósea hasta que la síntesis de hemoglobina se completa” (Grondin & Dewitt, 2010).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se establecieron valores hematológicos de referencia en equinos aparentemente sanos en condiciones de altitud, en el cantón Cuenca, provincia del Azuay, sobre los 2500 m.s.n.m: neutrófilos segmentados 22,00-58,50%; neutrófilos en banda 5,50-26,00%; eosinófilos 0,00-7,00; basófilos 0,00-2,00; monocitos 0,5-16%; linfocitos 17,5-51,00%; reticulocitos 0,00-0,00%.

Los leucocitos y sus valores, tanto límites inferiores como superiores, en equinos machos y hembras, no tienen una diferencia significativa estadísticamente en cuanto a la variable sexo. El valor de los leucocitos sobre los 2500 m.s.n.m son similares a rangos referenciales sobre alturas mayores, sin embargo, ciertos parámetros como los neutrófilos en banda, los basófilos y los linfocitos tienen diferencia con los valores de referencia por lo que existe una ligera inferencia de la altura de Cuenca en los parámetros hematológicos de la serie blanca en equinos aparentemente sanos.

Los reticulocitos en sangre periférica de los equinos son de difícil identificación puesto que sus valores son casi nulos, llegando a ser no significativos. La técnica de tinción de azul cresil brillante es una técnica poco eficaz en la detección de reticulocitos en equinos, puesto que se ha comprobado en otras especies y gracias a su reacción a los colorantes son fáciles de identificar con la técnica utilizada en este estudio, dando valores importantes.

5.2 Recomendaciones

Se debe tener en cuenta que los cambios fisiológicos y patológicos pueden generar cambios en los datos, ya que se obtuvo las muestras de pacientes aparentemente sanos.

Los valores obtenidos en este estudio pueden ser utilizados en el laboratorio como rangos de referencia en el cantón Cuenca o en localidades que se encuentren sobre los 2500 m.s.n.m,

Se recomienda realizar estudios similares considerando diferentes pisos altitudinales en el país, para que de esta forma, el área de Laboratorio Clínico de especies mayores en equinos, tenga datos más verídicos y los diagnósticos clínicos sean cada vez más precisos.

Se recomienda realizar valoraciones en equinos de competencia y de aquellos que realicen trabajos o ejercicios de alto impacto, los cuales pueden presentar valores diferentes debido a los cambios fisiológicos que presenta su organismo al realizar las diferentes actividades.

6. BIBLIOGRAFÍA

Arauz, M. S. (2020). *Atlas de Hematología Veterinaria*. Buenos Aires: UNLP.

Barzola, J. L., Luna Narváez, D. F., & Cedeño Prócel, Y. M. (2016). Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 M.S.N.M. en la sierra centro Ecuatoriana. *La Granja*, 64.

Bohórquez, J. J. (1946). El caballo: Su origen, evolución y relaciones con el hombre. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 48-55. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/54082>

Carmona, E. A. (2009). *Domesticación y origen de la doma y manejo del caballo*. Córdoba: Universida de Córdoba.

Castellanos, R. (2006). Estudio hematológico y detección de hemoparásitos en caballos criollos venezolanos de dos hatos del estado de Apure, Venezuela. *Scielo*, 4.

Chavez, G. L. (2019). *Valores hematológicos de referencia en equinos (Equus ferus caballus) de trabajo a dos diferentes altitudes en la Provincia de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Cruz, E. d. (2017). La tinción de cresil brillante como auxiliar diagnóstico morfológico de leucemias. *IFCC*, 22.

Domínguez, E. R. (2021). *Universidad Veracruzana*. Obtenido de <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Guia-de-Hematologia-Laboratorio.pdf>

F. Barranco, J. B. (2002). *Principios de urgencias, emergencias y cuidados críticos*. España: SAMIUC.

Fernández, A., & Conde Ayuda, T. (2011). *La exploración física del caballo*. Zaragoza: SERVET.

Geodatos. (19 de ABRIL de 2021). *GEODATOS*. Obtenido de www.geodatos.net

Greene, H. (1999). High-Altitude Effects on Respiratory Gases, Acid-Base Balance and Pulmonary Artery Pressures in Equids. *Equine Veterinary Journal.*, 71-76. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05192.x>

Gregg L. Voigt, S. L. (2011). *Hematology Techniques and Concepts for Veterinary Technicians*. United Kingdom: Wiley-Blackwell.

Grondin, T., & Dewitt, S. (2010). *Normal Hematology of the Horse and Donkey*. (6ta ed.). Schalm's Veterinary Hematology.

Guevara, L. (2007). *Efecto de la Ozonoterapia sobre los parámetros hematológicos y constantes fisiológicas en equinos*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.

INEC. (2014). *Instituto nacional de estadísticas y censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>

Latimer, K. (2005). *DUNCAN & PRASSE'S Patología Clínica Veterinaria* (4ta ed.). ESPAÑA: MULTIMEDICA.

Leiva Costa, J. D. (2015). *Universidad Nacional Federico Villareal*. Obtenido de https://www.academia.edu/37348811/Identificaci%C3%B3n_de_c%C3%A9lulas_sangu%C3%ADneas

Leonard, N. R. (Junio de 2017). *Importancia del estudio del frotis de sangre periférica en ancianos*. Cuba.

Luu, J. (2002). *Animal Diversity Web*. Recuperado el 2021, de https://animaldiversity.org/accounts/Equus_caballus_przewalskii/

M. Urrieta, e. a. (1992). *Adaptación de mamíferos al ambiente altiplánico*. Santiago de Chile.

MacFadden, B. (1986). *Fossil Horses from "Eohippus" (Hyracotherium) to Equus: Scaling, Cope's Law, and the Evolution of Body Size*. New York: Cambridge University.

Maps, G. (2021). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/Cuenca/@-2.8922687,-79.0243999,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91cd18095fc7e881:0xafd08fd090de6ff7!8m2!3d-2.9001285!4d-79.0058965?hl=es>

Meyer, D. (2007). *Medicina Laboratorial Veterinaria, Interpretación y Diagnósis*. Barcelona: Multimédica.

Millán, P. V. (06 de marzo de 2019). *UNAM*. Obtenido de https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/manuales/4_MANUAL_LABORATORIO_HEMATOLOGIA_2020.pdf

OIE. (2021). *Organización Mundial de Sanidad Animal*. Obtenido de <https://www.oie.int/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>

Olivo, D. (2019). *Elaboración de un Proyecto en Metodología Marco Lógico de Producción del Ganado*. QUITO.

Pérez, E. (2019). *La domesticación del caballo (Equus ferus caballus)*. Alicante: RUA.

Reagan, W. (1999). *Hematología Veterinaria Atlas de Especies Domésticas Comunes*. España: Ediciones S.

Rodríguez, F. (26 de Junio de 2017). *Blog de Laboratorio Clínico y Biomédico*. Obtenido de <https://www.franrzm.com/tincion-de-reticulocitos/#:~:text=Y%20para%20ello%20utilizaremos%20el,anemia%20como%20regenerativa%20o%20arregenerativa>.

Romero, J. Á. (2005). *Equus caballus. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*. México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.

Romero, M. D. (2013). *Manual del Hemograma y el frotis de sangre periférica*. Colombia: Kimprex.

Ruales, D. A. (2009). *Determinación de leucocitos en Equinos criollos Colombianos de silla de las pesebreras del área urbana del Municipio de Pasto*. Pasto: Universidad de Nariño.

Saenz, A. (2008). *Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01s127z.pdf>

7. ANEXOS

7.1 Datos de campo hematológicos serie blanca obtenidos en equinos

Leucograma obtenido en equinos machos

Muestra	Neutrófilos segmentados	Neutrófilos banda	Eosinófilos	Basófilos	Monocitos	Linfocitos	Total
E.M.1	49,50	12,50	3,00	0,00	5,50	29,50	100,00
E.M.2	42,50	16,00	5,00	0,00	7,00	29,50	100,00
E.M.3	52,00	17,00	4,50	0,00	7,50	19,00	100,00
E.M.4	41,00	11,50	4,50	0,00	9,50	33,50	100,00
E.M.5	43,00	11,00	8,00	2,00	9,50	26,50	100,00
E.M.6	45,00	17,50	5,50	0,50	5,50	26,00	100,00
E.M.7	49,00	14,50	2,00	0,00	10,00	24,50	100,00
E.M.8	47,50	10,50	5,00	0,00	9,00	28,00	100,00
E.M.9	39,50	9,00	5,00	1,00	10,00	35,50	100,00
E.M.10	47,00	6,00	5,50	1,00	4,50	36,00	100,00
E.M.11	49,00	10,00	2,00	0,00	11,00	28,00	100,00
E.M.12	44,50	11,00	1,50	1,00	8,50	33,50	100,00
E.M.13	51,50	10,50	1,00	0,00	4,50	32,50	100,00
E.M.14	46,50	18,00	2,00	0,00	4,00	29,50	100,00
E.M.15	52,00	17,50	2,50	1,00	4,00	23,00	100,00
E.M.16	46,50	12,50	2,50	1,00	7,00	30,50	100,00
E.M.17	44,00	8,00	2,50	1,50	4,50	39,50	100,00
E.M.18	55,50	14,00	2,00	0,00	7,50	21,00	100,00
E.M.19	51,50	14,00	3,00	0,00	4,50	27,00	100,00
E.M.20	46,50	13,00	6,50	0,00	7,00	27,00	100,00
E.M.21	50,50	12,50	2,00	0,00	6,50	28,50	100,00
E.M.22	38,00	14,50	2,50	1,50	7,50	36,00	100,00
E.M.23	46,50	15,00	4,50	0,00	4,50	29,50	100,00
E.M.24	45,50	8,50	2,50	0,00	8,50	35,00	100,00
E.M.25	50,00	8,50	1,50	0,00	8,00	32,00	100,00
E.M.26	45,00	15,50	2,50	0,00	4,50	32,50	100,00
E.M.27	53,50	18,50	3,50	0,00	5,50	19,00	100,00
E.M.28	55,00	14,00	3,00	0,00	8,50	19,50	100,00
E.M.29	38,00	21,00	0,50	0,50	6,50	33,50	100,00
E.M.30	34,50	14,50	2,50	0,00	4,50	44,00	100,00
E.M.31	39,00	17,00	0,50	0,00	5,00	38,50	100,00
E.M.32	44,50	14,00	2,50	0,00	3,50	35,50	100,00
E.M.33	50,50	14,00	2,50	0,50	3,50	29,00	100,00
E.M.34	50,00	10,00	2,00	0,00	2,50	35,50	100,00

E.M.35	47,00	13,00	2,50	0,00	3,00	34,50	100,00
E.M.36	52,50	14,00	3,00	0,00	3,50	27,00	100,00
E.M.37	44,00	22,00	1,50	0,50	3,50	28,50	100,00
E.M.38	34,00	5,50	6,00	0,50	3,50	50,50	100,00
E.M.39	39,00	8,00	2,50	0,00	6,00	44,50	100,00
E.M.40	40,50	11,00	3,50	1,00	3,00	41,00	100,00
E.M.41	46,50	6,00	4,00	0,50	3,50	39,50	100,00
E.M.42	47,00	14,00	3,50	1,00	5,00	29,50	100,00
E.M.43	36,00	15,00	2,50	0,50	5,00	41,00	100,00
E.M.44	42,50	12,00	7,50	1,50	4,50	32,00	100,00
E.M.45	41,50	12,00	3,50	0,50	5,50	37,00	100,00
E.M.46	50,50	11,00	1,00	1,00	7,50	29,00	100,00
E.M.47	43,00	20,50	2,50	0,00	5,00	29,00	100,00
E.M.48	34,00	12,00	0,50	0,00	4,00	49,50	100,00
E.M.49	37,00	14,50	2,00	0,00	6,00	40,50	100,00
E.M.50	41,00	17,00	3,00	0,50	2,50	36,00	100,00
E.M.51	52,00	8,50	2,00	0,00	3,00	34,50	100,00
E.M.52	58,50	15,50	0,50	0,00	4,00	21,50	100,00
E.M.53	57,00	14,00	0,50	0,00	0,50	28,00	100,00
E.M.54	51,50	17,00	0,50	0,00	4,00	27,00	100,00
E.M.55	48,50	15,00	0,50	0,50	13,00	22,50	100,00
E.M.56	43,50	8,50	1,50	1,50	12,00	33,00	100,00
E.M.57	43,50	14,50	3,50	0,00	3,50	35,00	100,00
E.M.58	37,00	12,00	4,00	0,00	5,50	41,50	100,00
E.M.59	38,50	17,50	1,50	0,00	4,50	38,00	100,00
E.M.60	37,00	14,00	1,50	0,00	6,50	41,00	100,00
E.M.61	35,50	7,50	4,50	1,00	7,50	44,00	100,00
E.M.62	36,50	11,00	2,50	0,00	6,00	44,00	100,00
E.M.63	44,50	17,50	2,00	0,00	4,50	31,50	100,00
E.M.64	36,50	9,00	2,50	3,00	6,50	42,50	100,00
E.M.65	33,00	11,50	6,50	0,00	1,50	47,50	100,00
E.M.66	39,00	7,50	4,50	0,50	5,50	43,00	100,00
E.M.67	33,50	12,50	4,00	1,50	3,00	45,50	100,00
E.M.68	45,00	20,50	2,00	0,00	5,00	27,50	100,00
E.M.69	40,00	11,50	6,00	0,50	12,00	30,00	100,00
E.M.70	37,00	12,50	3,00	0,50	9,00	38,00	100,00
E.M.71	40,50	10,50	3,00	0,50	6,00	39,50	100,00
E.M.72	41,50	11,00	4,00	0,50	7,00	36,00	100,00
E.M.73	49,00	11,00	3,00	0,50	3,50	33,00	100,00
E.M.74	51,00	10,50	2,50	0,50	7,00	28,50	100,00
E.M.75	43,50	13,00	1,50	1,00	11,00	30,00	100,00
E.M.76	39,50	12,50	8,00	1,50	2,00	36,50	100,00
E.M.77	46,50	14,50	0,50	0,00	7,00	31,50	100,00

E.M.78	50,50	14,00	2,50	0,50	10,50	22,00	100,00
E.M.79	47,00	12,50	0,50	0,00	10,00	30,00	100,00
E.M.80	48,00	16,00	2,50	0,50	10,00	23,00	100,00
E.M.81	44,00	13,50	1,50	0,00	10,00	31,00	100,00
E.M.82	41,50	24,50	0,50	0,00	5,50	28,00	100,00
E.M.83	46,00	16,00	4,50	0,00	8,00	25,50	100,00
E.M.84	44,00	14,00	2,00	0,00	12,00	28,00	100,00
E.M.85	35,50	12,00	0,00	0,00	11,00	41,50	100,00
E.M.86	50,00	20,50	2,00	0,00	7,50	20,00	100,00
E.M.87	36,50	12,00	0,50	0,00	5,50	45,50	100,00
E.M.88	45,00	17,00	1,50	0,00	4,50	32,00	100,00
E.M.89	48,00	20,50	3,00	1,50	6,50	20,50	100,00
E.M.90	50,00	10,00	1,00	0,00	8,50	30,50	100,00
E.M.91	31,00	16,50	0,50	0,00	5,50	46,50	100,00
E.M.92	40,50	14,50	6,50	0,50	7,00	31,00	100,00
E.M.93	36,00	14,50	0,00	0,00	3,50	46,00	100,00
E.M.94	45,00	25,00	3,00	0,00	6,50	20,50	100,00
E.M.95	34,50	15,00	2,50	0,50	5,50	42,00	100,00
E.M.96	50,50	22,50	1,50	0,00	8,00	17,50	100,00
E.M.97	47,50	14,00	3,50	0,50	3,00	31,50	100,00
E.M.98	34,00	12,00	3,00	0,50	7,50	43,00	100,00
E.M.99	49,00	15,50	1,50	0,00	6,50	27,50	100,00
E.M.100	40,00	14,50	2,50	0,00	5,50	37,50	100,00
TOTAL	4413,00	1366,00	277,50	37,00	619,00	3287,50	10000,00

Leucograma obtenido en equinos hembras

Muestra	Neutrófilos segmentados	Neutrófilos en banda	Eosinófilos	Basófilos	Monocitos	Linfocitos	Total
E.H.1	43,50	23,50	3,00	0,50	3,50	26,00	100,00
E.H.2	52,50	13,00	0,50	0,00	4,50	29,50	100,00
E.H.3	50,50	23,00	1,50	0,00	2,50	22,50	100,00
E.H.4	43,50	20,50	0,50	1,00	6,00	28,50	100,00
E.H.5	41,50	21,00	1,50	0,00	4,50	31,50	100,00
E.H.6	27,50	21,00	1,00	0,00	8,00	42,50	100,00
E.H.7	36,50	21,00	6,00	0,00	4,00	32,50	100,00
E.H.8	44,50	11,00	3,50	0,00	4,00	37,00	100,00
E.H.9	51,00	12,50	3,50	0,00	3,50	29,50	100,00
E.H.10	52,50	13,00	1,50	0,00	4,50	28,50	100,00
E.H.11	48,00	17,00	0,50	0,00	1,50	33,00	100,00
E.H.12	42,00	11,00	1,50	0,00	3,00	42,50	100,00
E.H.13	49,00	13,50	2,50	1,00	4,00	30,00	100,00
E.H.14	39,00	15,50	0,50	0,00	5,50	39,50	100,00
E.H.15	45,00	25,00	1,50	0,50	8,00	20,00	100,00
E.H.16	50,00	11,50	2,50	0,00	3,00	33,00	100,00
E.H.17	46,00	11,00	3,50	1,50	5,50	32,50	100,00
E.H.18	25,00	18,50	5,50	0,00	4,50	46,50	100,00
E.H.19	42,00	12,00	0,00	0,50	2,50	43,00	100,00
E.H.20	36,00	10,50	6,50	2,50	5,50	39,00	100,00
E.H.21	39,50	11,50	5,50	0,00	6,50	37,00	100,00
E.H.22	27,00	9,00	11,00	0,00	7,50	45,50	100,00
E.H.23	33,50	11,50	4,50	0,50	12,00	38,00	100,00
E.H.24	50,00	15,50	2,00	0,00	3,50	29,00	100,00
E.H.25	37,00	14,50	3,00	0,00	4,00	41,50	100,00
E.H.26	41,00	10,00	4,00	0,50	6,50	38,00	100,00
E.H.27	35,50	10,00	6,50	3,00	8,50	36,50	100,00
E.H.28	30,00	18,50	6,00	1,50	10,50	33,50	100,00
E.H.29	43,50	21,00	1,50	0,00	3,00	31,00	100,00
E.H.30	51,50	15,50	2,00	1,00	7,00	23,00	100,00
E.H.31	36,50	21,00	3,00	0,00	6,50	33,00	100,00
E.H.32	45,50	12,50	1,50	0,50	6,50	33,50	100,00
E.H.33	44,50	22,00	2,50	0,00	4,50	26,50	100,00
E.H.34	44,50	20,50	1,50	0,00	6,50	27,00	100,00
E.H.35	28,00	13,50	2,50	1,00	11,00	44,00	100,00
E.H.36	32,00	8,00	2,50	0,50	8,50	48,50	100,00
E.H.37	42,00	15,00	1,50	0,50	9,00	32,00	100,00
E.H.38	37,00	16,50	3,50	0,50	10,00	32,50	100,00
E.H.39	32,00	10,50	2,50	0,00	11,00	44,00	100,00

E.H.40	31,00	12,00	8,00	2,50	13,00	33,50	100,00
E.H.41	27,50	17,00	2,50	0,00	12,00	41,00	100,00
E.H.42	25,00	15,00	1,00	0,00	8,00	51,00	100,00
E.H.43	41,50	24,50	1,50	0,00	3,50	29,00	100,00
E.H.44	37,50	13,00	3,50	0,00	10,00	36,00	100,00
E.H.45	43,50	19,00	1,00	0,00	9,50	27,00	100,00
E.H.46	37,00	15,50	4,00	0,00	9,50	34,00	100,00
E.H.47	51,00	17,00	2,50	0,50	7,50	21,50	100,00
E.H.48	34,00	14,00	0,50	0,00	3,00	48,50	100,00
E.H.49	38,50	21,00	1,50	0,00	11,00	28,00	100,00
E.H.50	52,00	16,00	0,50	0,00	6,50	25,00	100,00
E.H.51	46,00	16,00	4,00	0,50	7,00	26,50	100,00
E.H.52	35,00	22,00	2,50	0,00	6,00	34,50	100,00
E.H.53	43,00	19,50	1,50	1,00	11,00	24,00	100,00
E.H.54	50,00	14,50	0,50	0,50	10,50	24,00	100,00
E.H.55	45,50	15,50	0,50	0,50	7,50	30,50	100,00
E.H.56	40,50	17,50	1,50	1,00	11,50	28,00	100,00
E.H.57	31,00	22,00	3,00	0,00	9,50	34,50	100,00
E.H.58	39,00	23,00	2,00	0,50	8,00	27,50	100,00
E.H.59	45,00	20,50	2,50	1,50	6,00	24,50	100,00
E.H.60	31,50	18,50	2,00	0,00	8,50	39,50	100,00
E.H.61	35,50	20,00	0,50	0,00	5,00	39,00	100,00
E.H.62	36,50	8,00	2,00	0,50	8,50	44,50	100,00
E.H.63	38,00	17,00	2,50	0,00	5,50	37,00	100,00
E.H.64	31,00	14,00	2,50	0,00	7,50	45,00	100,00
E.H.65	42,50	12,00	3,50	2,00	11,00	29,00	100,00
E.H.66	38,00	17,00	6,00	1,50	10,50	27,00	100,00
E.H.67	29,00	9,00	4,50	1,50	11,00	45,00	100,00
E.H.68	42,00	11,00	4,00	0,50	6,50	36,00	100,00
E.H.69	35,00	21,00	1,50	0,00	9,50	33,00	100,00
E.H.70	34,50	14,00	2,50	0,50	10,00	38,50	100,00
E.H.71	35,50	13,00	2,50	0,00	16,00	33,00	100,00
E.H.72	45,00	18,00	2,50	1,50	7,00	26,00	100,00
E.H.73	33,00	22,00	1,50	0,00	15,00	28,50	100,00
E.H.74	42,50	16,50	3,50	0,00	10,00	27,50	100,00
E.H.75	42,50	10,00	1,50	0,00	10,00	36,00	100,00
E.H.76	32,00	9,50	1,50	0,00	9,50	47,50	100,00
E.H.77	39,50	16,50	3,50	0,50	13,50	26,50	100,00
E.H.78	37,50	13,50	1,00	0,00	7,00	41,00	100,00
E.H.79	32,00	13,00	3,00	0,50	10,00	41,50	100,00
E.H.80	39,00	21,00	2,50	0,50	6,50	30,50	100,00
E.H.81	30,50	15,00	1,50	0,00	3,50	49,50	100,00
E.H.82	31,50	20,50	0,50	0,00	7,00	40,50	100,00

E.H.83	35,00	15,50	1,00	0,50	10,50	37,50	100,00
E.H.84	41,50	15,50	5,50	1,50	10,00	26,00	100,00
E.H.85	44,00	17,50	4,00	0,00	12,50	22,00	100,00
E.H.86	44,00	23,00	0,50	0,00	4,00	28,50	100,00
E.H.87	40,50	14,50	2,00	0,00	7,00	36,00	100,00
E.H.88	41,50	26,00	1,00	0,00	6,00	25,50	100,00
E.H.89	35,50	10,00	1,00	0,50	5,50	47,50	100,00
E.H.90	46,00	22,50	0,00	0,00	6,00	25,50	100,00
E.H.91	25,50	16,00	3,50	1,50	16,00	37,50	100,00
E.H.92	39,00	14,00	5,00	1,50	10,00	30,50	100,00
E.H.93	45,50	14,00	1,50	0,00	8,00	31,00	100,00
E.H.94	22,00	8,00	2,50	0,50	16,00	51,00	100,00
E.H.95	33,50	17,00	3,00	0,00	5,50	41,00	100,00
E.H.96	42,00	9,00	1,50	0,00	11,00	36,50	100,00
E.H.97	26,00	13,50	1,00	0,50	14,00	45,00	100,00
E.H.98	41,50	14,50	1,50	1,50	8,50	32,50	100,00
E.H.99	36,50	26,00	1,50	0,00	10,00	26,00	100,00
E.H.100	36,50	12,50	1,00	0,00	9,50	40,50	100,00
TOTAL	3899,50	1595,00	252,00	43,00	779,50	3431,00	10000,00

E.H.82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.H.100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

7.3 Imágenes del trabajo experimental

Especie		Dirección		Padecimientos anteriores		FR	
Nombre		Teléfono		Entero/castrado		Mucosas	
Raza		Vacunas		Estado mental		TLLC	
Sexo		Desparasitación		Temperatura		Turgencia piel	
Edad		Alimentación		Peso		C.C (1-5)	
Propietario		Tipo de actividad		FC			

Foto 1. Historia clínica del paciente



Foto 2. Paciente, yegua aparentemente sana.



Foto 3. Paciente, macho aparentemente sano.



Foto 4. Toma de constantes fisiológicas



Foto 5. Extracción de muestra sanguínea.



Foto 6. Muestras en tubos de EDTA



Foto 7. Tubos de muestra en la homogeneizadora.

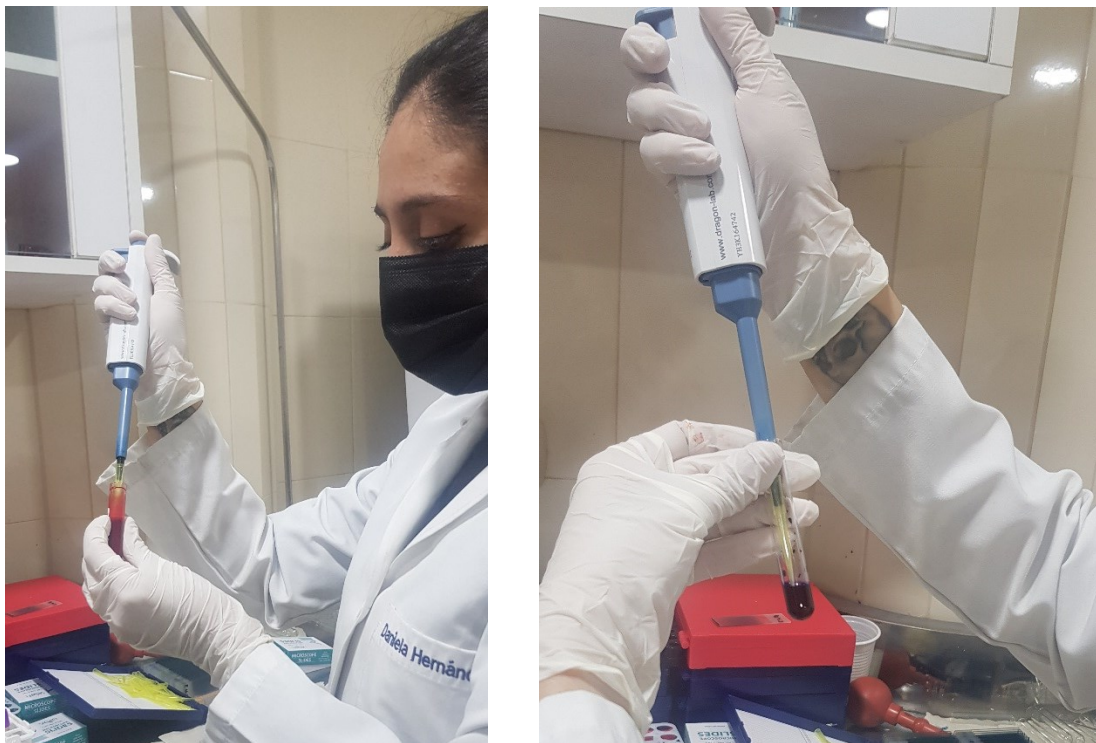


Foto 8. Proceso de tinción de reticulocitos con azul cresil brillante.



Foto 9. Incubadora de baño seco “Rayto”

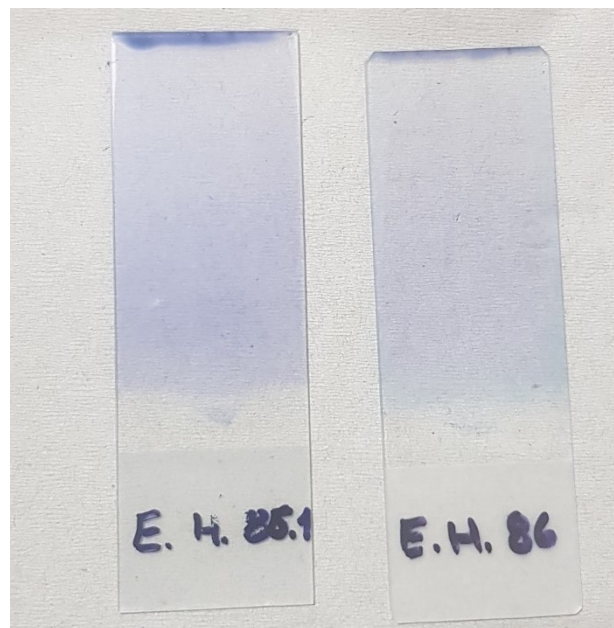


Foto 10. Frotis para la observación de reticulocitos

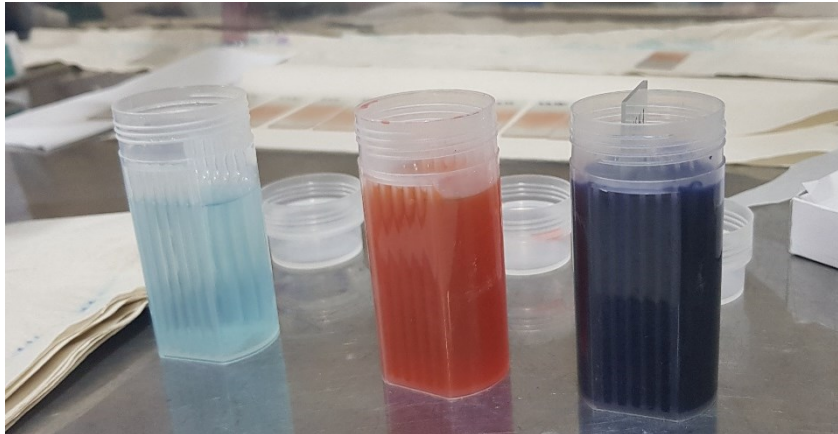


Foto 11. Tinción de DiffQuick

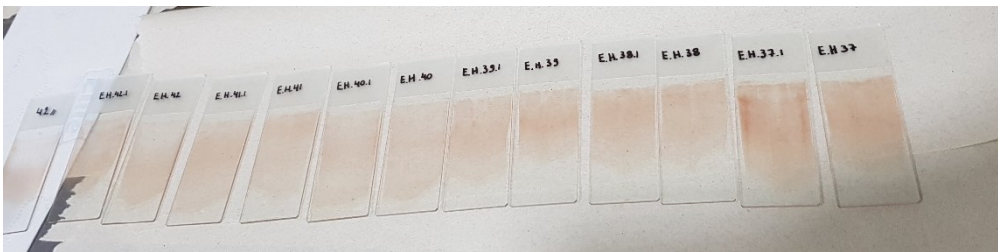


Foto 12. Frotis para la observación de leucocitos.

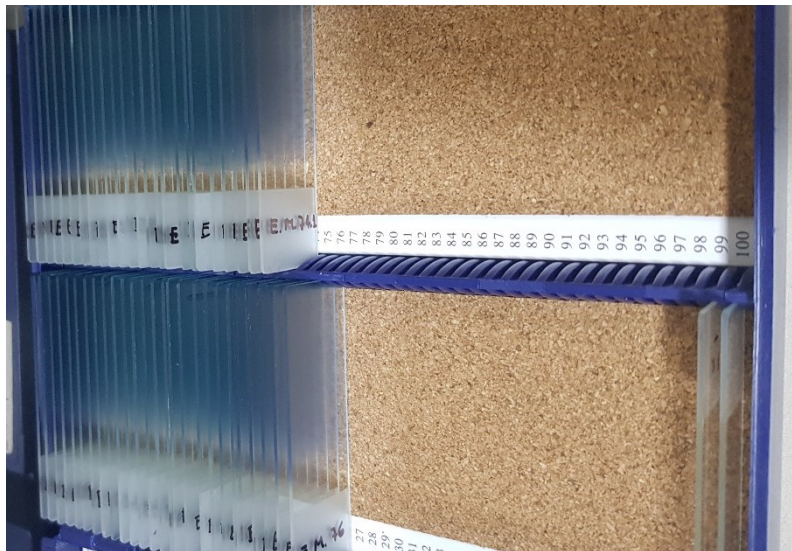


Foto 13. Cajas porta placas para almacenaje de muestras.



Foto 14. Microscopio “Olympus” para observación de placas.



Foto 15. Observación de placas.

7.4 Imágenes de la lectura de serie blanca

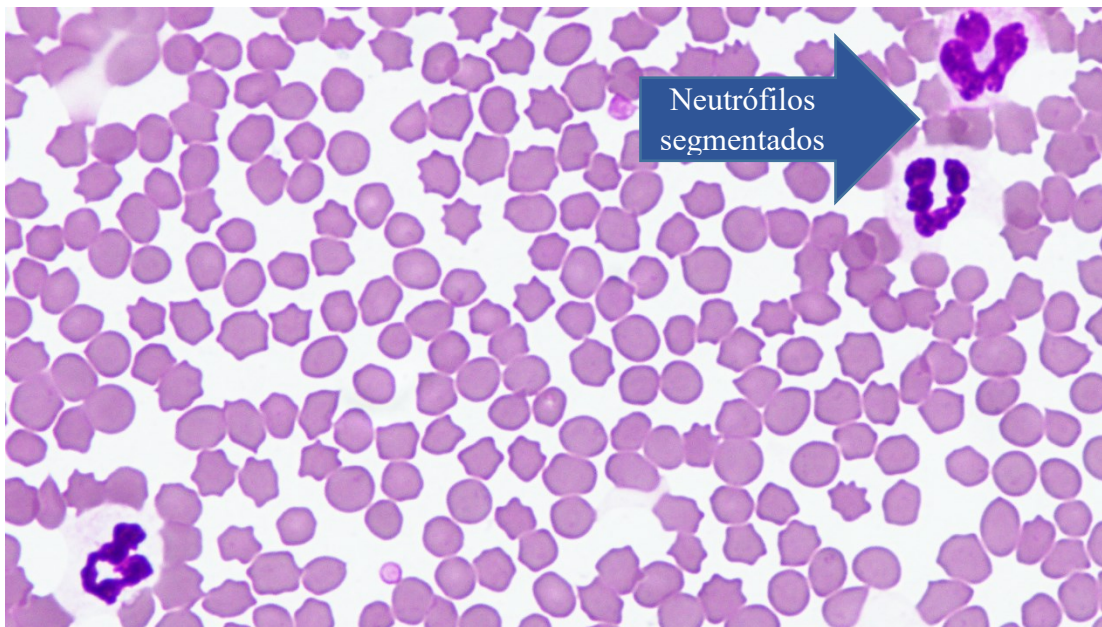


Foto 16. Neutrófilos segmentados en sangre periférica de equino.

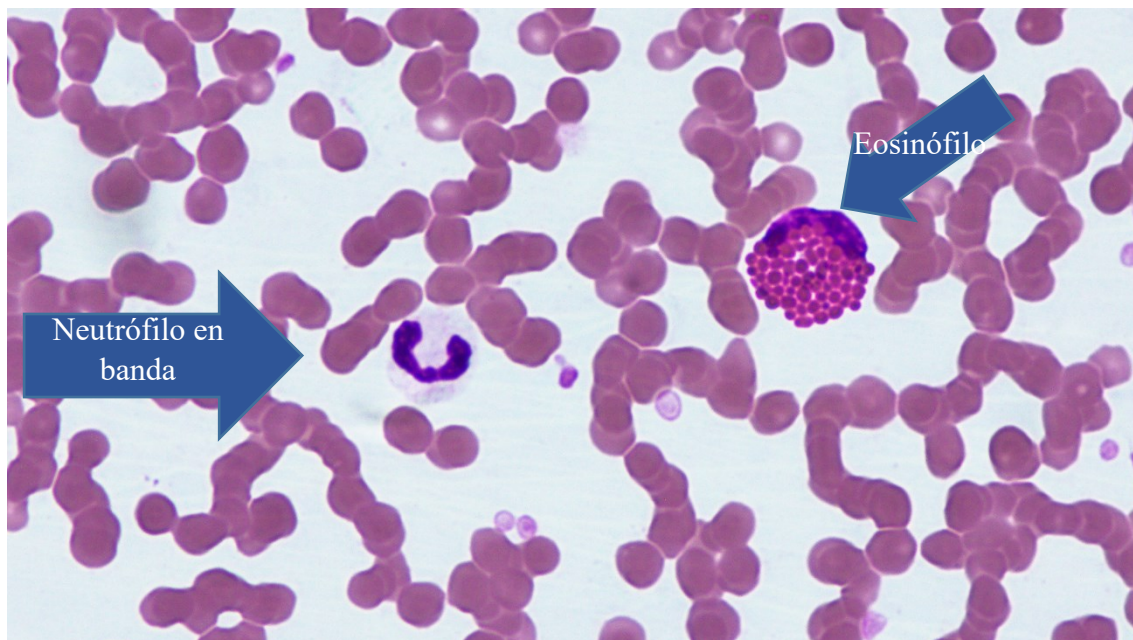


Foto 17. Neutrófilo en banda y eosinófilo equino.

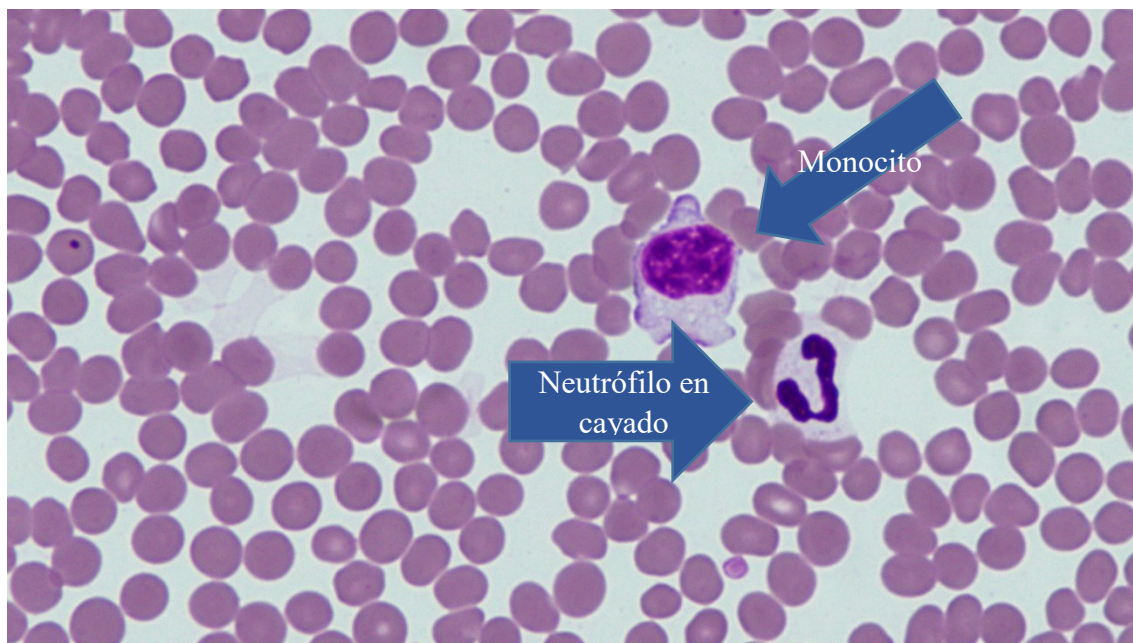


Foto 18. Monocito y neutrófilo en cayado de sangre periférica de equino.

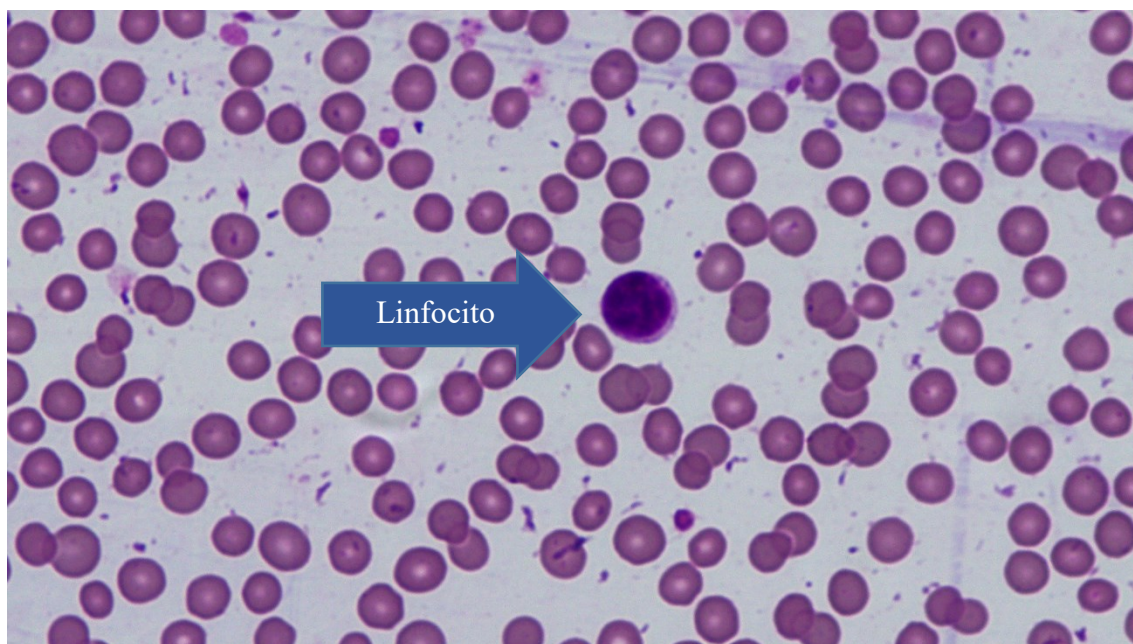


Foto 19. Linfocito equino

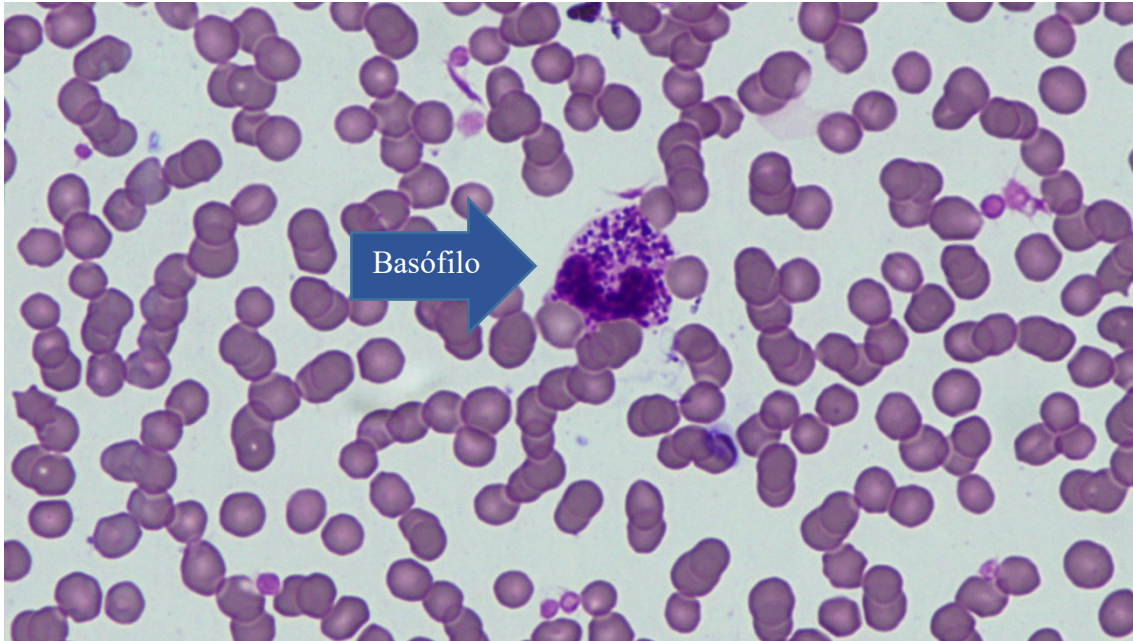


Foto 20. Basófilo equino

7.5 Imágenes de lectura de reticulocitos

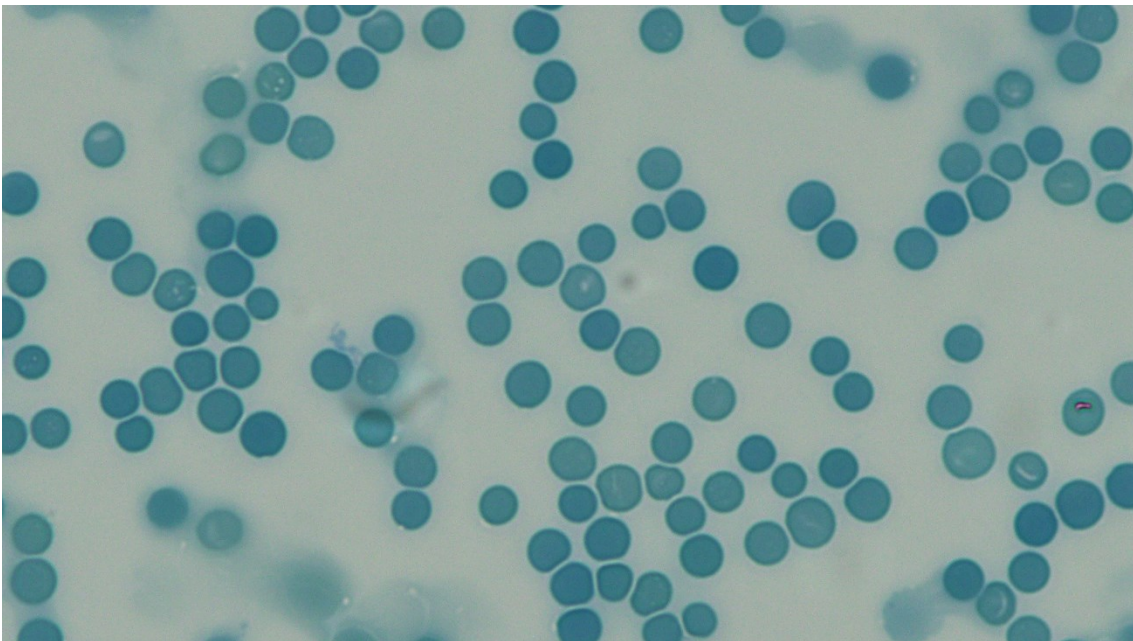


Foto 21. Frotis de sangre con tinción de azul de metileno, sin presencia de reticulocitos en machos.

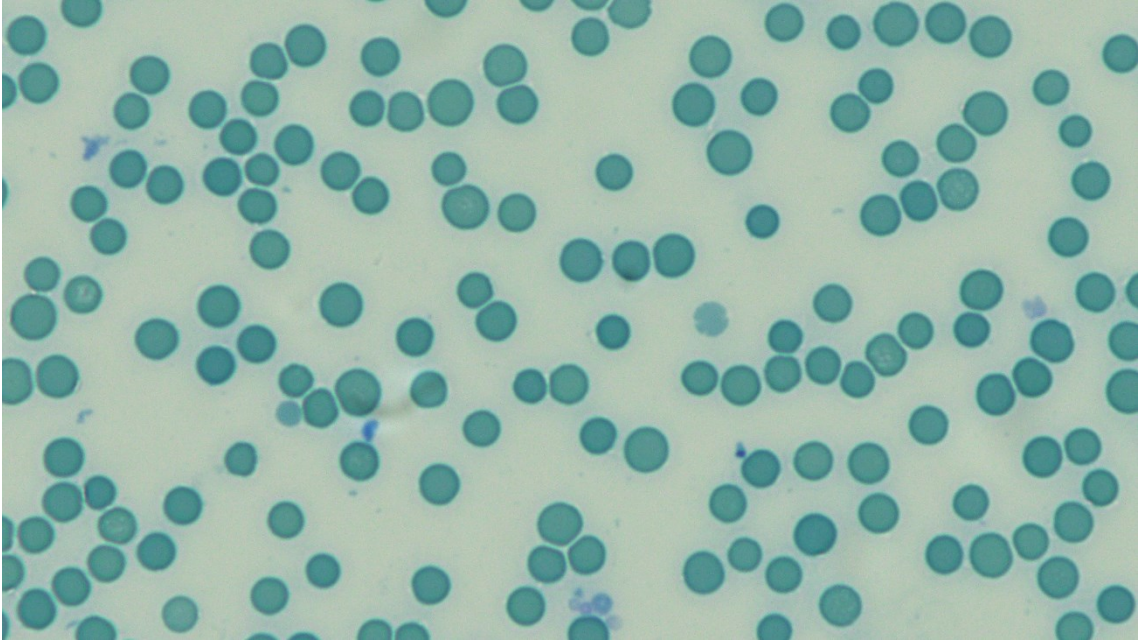


Foto 22. Frotis de sangre con tinción de azul de metileno, sin presencia de reticulocitos en hembras.